FIRST UNITED NATIONS REGIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE FOR THE AMERICAS

Panama, 8-19 March 1976

Volume II. Technical papers

PREMIÈRE CONFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE RÉGIONALE DES NATIONS UNIES POUR L'AMÉRIQUE

Panama, 8-19 mars 1976

Volume II. Communications techniques

PRIMERA CONFERENCIA CARTOGRAFICA REGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMERICA

Panamá, 8-19 de marzo de 1976

Volumen II. Documentos técnicos

UNITED NATIONS/NATIONS UNIES/NACIONES UNIDAS

Department of Economic and Social Affairs – Département des affaires économiques et sociales
Departamento de Asuntos Económicos y Sociales

FIRST UNITED NATIONS REGIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE FOR THE AMERICAS

Panama, 8-19 March 1976

Volume II. Technical papers

PREMIÈRE CONFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE RÉGIONALE DES NATIONS UNIES POUR L'AMÉRIQUE

Panama, 8-19 mars 1976

Volume II. Communications techniques

PRIMERA CONFERENCIA CARTOGRAFICA REGIONAL DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMERICA

Panamá, 8-19 de marzo de 1976

Volumen II. Documentos técnicos

UNITED NATIONS/NATIONS UNIES/NACIONES UNIDAS
New York/Nueva York, 1979

NOTE

Symbols of United Nations documents are composed of capital letters combined with figures. Mention of such a symbol indicates a reference to a United Nations document.

*
* *

NOTE

Les cotes des documents de l'Organisation des Nations Unies se composent de lettres majuscules et de chiffres. La simple mention d'une cote dans un texte signifie qu'il s'agit d'un document de l'Organisation.

*
* *

NOTA

Las signaturas de los documentos de las Naciones Unidas se componen de letras mayúsculas y cifras. La mención de una de tales signaturas indica que se hace referencia a un documento de las Naciones Unidas.

E/CONF.67/3/Add.1

UNITED NATIONS PUBLICATION

Sales No. E/F/S.79.I.14

Price: $U.S. 24.00
(or equivalent in other currencies)

PREFACE

The official records of the First United Nations Cartographic Conference for the Americas, held at Panama, from 8 to 19 March 1976, are issued in two volumes: volume I, *Report of the Conference*,[1] and the present publication, volume II, *Technical papers*, which contains the texts of the technical background papers submitted to the Conference by the participating Governments.

These technical papers are grouped according to the agenda item to which they relate.[2] They are reproduced in the language in which they were received (English, French or Spanish) and each is preceded by a summary in the two other languages. They have been edited in accordance with United Nations practice and requirements.

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

[1] *First United Nations Regional Cartographic Conference for the Americas*, vol. I, *Report of the Conference* (United Nations publication, Sales No. E.77.I.13)

[2] The agenda is reproduced in the annex.

*
* *

PREFACE

Les documents officiels de la première Conférence cartographique régionale des Nations Unies pour l'Amérique, qui s'est tenue à Panama du 8 au 19 mars 1976, sont publiés en deux volumes : le volume I, *Compte rendu de la Conférence*[1], et le présent volume II, *Communications techniques*, qui contient les documents techniques d'information présentés à la Conférence par les gouvernements participants.

Ces communications techniques sont groupées par points de l'ordre du jour de la Conférence[2]. Elles sont reproduites dans la langue dans laquelle elles ont été présentées (anglais, espagnol ou français) et chacune est précédée d'un résumé dans les deux autres langues. Elles ont été mises en forme suivant les usages en vigueur aux Nations Unies.

Les appellations employées dans cette publication ainsi que la présentation des données n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

[1] *Première Conférence cartographique régionale des Nations Unies pour l'Amérique*, vol. I : *Compte rendu de la Conférence* (publication des Nations Unies, numéro de vente : F.77.I.13)

[2] L'ordre du jour est reproduit à l'annexe.

*
* *

PREFACIO

Los documentos oficiales de la Primera Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para América, celebrada en Panamá del 8 al 19 de marzo de 1976, se publican en dos volúmenes: el volumen I, *Informe de la Conferencia*[1], y la presente publicación, volumen II, *Documentos técnicos*, en que figuran los textos de los documentos técnicos presentados a la Conferencia por los gobiernos participantes.

Estos documentos técnicos se han agrupado según el tema del programa a que se refieren[2]. Se reproducen en el idioma en que se recibieron (inglés, francés o español) y cada uno de ellos va precedido por un resumen en los otros idiomas. Se han preparado con arreglo a las prácticas y requisitos de las Naciones Unidas.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

[1] *Primera Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para América*, vol. I, *Informe de la Conferencia* (publicación de las Naciones Unidas. No. de venta: S.77.I.13)

[2] El programa se reproduce en el anexo.

CONTENTS

Page

Agenda item 6

Surveying in Canada, presented by Canada ... 1
Reseña de las actividades cartográficas en Chile, presentado por Chile ... 2
Informe nacional, presentado por Cuba ... 11
La cartographie française en Amérique, présenté par la France ... 13
Actividades cartográficas en Panamá, presentado por Panamá ... 20
United Kingdom report on cartographic activities in the Americas, presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland ... 41
Report of cartographic activities in the United States of America, presented by the United States of America ... 47
La cartografía en Venezuela, presentado por Venezuela ... 63

Agenda item 7

The importance of gravity in the establishment and maintenance of vertical-control networks, presented by the Federal Republic of Germany ... 102
Géodésie sur satellite Doppler, présenté par la France ... 108
Future of satellite geodesy in mapping, charting and geodesy applications, presented by the United States of America ... 110
Methods of data acquisition for the establishment of a multipurpose land-registration system in urban and rural areas, with special emphasis on photogrammetry, presented by the Federal Republic of Germany ... 113
Photogrammétrie numérique et cartographique automatique. Application aux grandes échelles, présenté par la France ... 114
DIGICART: a universal system of large-scale mapping, presented by the German Democratic Republic ... 115
Efficient surveying methods and instrumentation employed for map-making in the German Democratic Republic, presented by the German Democratic Republic ... 117
Efficient photogrammetric instrumentation—a must for economic map production 119
Modern surveying methods and instrumentation employed in making small-scale topographic maps ... 120
Orthophotography—the most economical method of making small-scale topographic maps ... 123
El desarrollo de la triangulación aérea en la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), presentado por México ... 124
Large-scale and medium-scale maps in Poland ... 135
Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), Working Group on Geodesy and Cartography: information report, presented by the Scientific Committee on Antarctic Research ... 138
Recent developments in photo mapping at the Directorate of Overseas Surveys, presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland ... 144
The national mapping programme of the United States of America, presented by the United States of America ... 145
Status of cadastre in Egypt, presented by Egypt ... 149
Status and future development of the "Escuela de Topografía y Catastro" in Costa Rica, presented by the Federal Republic of Germany ... 151
El catastro rural y la división política, una necesidad de México, presentado por México ... 155
An economical approach to large-scale mapping at the Directorate of Overseas Surveys, presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland ... 159

Agenda item 7 (continued) *Page*

Etat d'avancement d'un système mondial de coordination des avertissements de navigation, présenté par l'Organisation hydrographique internationale (OHI) 161

The potential for international hydrographic co-operation in Central and South America, presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland 165

Agenda item 8

Métodos y técnicas de teleobservación obtenidos por vehículos convencionales y por satélites (inclusive aerofotografía), presentado por Chile 171

Data-processing methods in remote sensing; present application possibilities, presented by the Federal Republic of Germany 176

Remote sensing for regional and environmental planning, presented by the Federal Republic of Germany 179

La détection à distance (télédétection) à l'Institut géographique national, France, présenté par la France 181

Le satellite ERTS-1: applications à la cartographie traditionnelle au 1/1 000 000 et au 1/500 000, présenté par la France 188

La fotografía aérea en Panamá, presentado por Panamá 193

New frontiers in cartographic science, presented by the United States of America 196

Agenda item 9

A modern World Aeronautical Chart (WAC) concept: the Visual Flight Rule (VRF) radio navigation chart, presented by the United States of America 202

The United States Department of Defense Flight Information Publication (FLIP) programme 204

The map sheets of the world map (1:2,500,000) for South America, presented by the German Democratic Republic 208

Soviet cartographers' participation in the compilation of great international cartographic works, presented by the Union of Soviet Socialist Republics 210

Agenda item 10

Digital topographic-data banks and automated cartography in Canada, presented by Canada 214

Documentation on the literature of cartography: an essential aid in map design and map production, presented by the Federal Republic of Germany 216

New technical equipment in map reproduction, presented by the Federal Republic of Germany 221

Promoción de la producción por automatización en la cartografía, presentado por la República Federal de Alemania 223

The application of screen reproduction in cartography, presented by the Federal Republic of Germany 226

Technical novelties in geodesy and cartography, presented by Hungary 229

Photogrammetric map-compilation methods used in the Union of Soviet Socialist Republics 232

Some uses of a digital topographic-data base, presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland 234

The trend towards automated mapping instrumentation, presented by the United States of America 239

Agenda item 11

Aspects of education, communication and technique in the field of thematic cartography, presented by the Federal Republic of Germany 244

Atlas zur Raumentwicklung: a new thematic atlas and a contribution towards the solution of regional-planning problems, presented by the Federal Republic of Germany 261

Atlas de la Martinique, présenté par la France 264

Cartografía censal en Panamá, presentado por Panamá 264

The World Ocean Atlas: a new cartographic work devoted to the nature of the world ocean, presented by the Union of Soviet Socialist Republics 272

Agenda item 12 *Page*

Results of geoscientific surveys of the Institute of Geosciences and Natural Resources in Latin American Countries, presented by the Federal Republic of Germany 275

Interprétation des cultures sèches en région tropicale. Exemple du Département de Dosso au Niger (les cultures de Bengou), présenté par la France 278

Aplicaciones de proyectos de ingeniería civil: la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la planeación, proyecto y construcción de presas y bordos, presentado por México 279

La información cartográfica en la planeación del desarrollo de un país, presentado por México 298

La información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en caminos y líneas de transmisión eléctrica, presentado por México 302

La información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la zonificación agropecuaria y forestal con fines de una mejor planificación y desarrollo de los recursos naturales, presentado por México 320

Utilización de la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la prospección minera, presentado por México 338

Main trends and methods in the exploration of the earth's natural resources, presented by the Union of Soviet Socialist Republics 345

Agenda item 13

L'Ecole nationale des sciences géographiques et sa contribution à la formation de cadres et techniciens américains, présenté par la France 348

The training of geodetic and cartographic personnel in the German Democratic Republic 351

Asistencia técnica de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) para el desarrollo de la cartografía y áreas afines, presentado por México 353

La unidad de América, presentado por México 355

Training of specialists in geodesy and cartography at establishments of higher learning in the Union of Soviet Socialist Republics 359

The Directorate of Overseas Surveys: its role in assisting the developing world, presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland 361

Annex

Agenda 364

Ordre du jour 364

Programa 364

ILLUSTRATIONS

Figure		*Page*
1.	Chile: producción cartográfica a escala 1:250.000, preliminar	6
2.	Chile: producción cartográfica a escala 1:500.000	7
3.	Chile: producción cartográfica a escala 1:100.000	8
4.	Chile: producción cartográfica a escala 1:50.000	9
5.	Chile: producción cartográfica a escala 1:250.000, regular	10
6.	France : Carte du continent américain au 1/5 000 000 et Carte du monde au 1/10 000 000	15
7.	France : géodésie, astronomie et nivellement de la Guadeloupe, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Martinique et la Guyane française	16
8.	France : photographies aériennes de la Guadeloupe, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Martinique et la Guyane française	17
9.	France : cartes de la Guadeloupe, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Martinique et la Guyane française au 1/20.000 et au 1/50 000	18
10.	France : carte de la Guyane française au 1/100 000, au 1/200 000 et au 1/500 000	19
11.	Panamá: mapa general a escala 1:250.000	25
12.	Panamá: mapa escolar físico y político a escala 1:500.000	26
13.	Panamá: mapas a escala 1:50.000	27
14.	Panamá: mapas a escala 1:25.000	28
15.	Panamá: mapas a escala 1:10.000	29
16.	Panamá: mapas a escala 1:1.000-1:5.000	30
17.	Panamá: fotoplanos a escala 1:5.000	30
18.	Panamá: Ciudad de Panamá 1:5.000	31
19.	Panamá: fotografías aéreas a escala 1:16.000-1:20.000	32
20.	Panamá: fotografías aéreas a escala 1:30.000-1:60.000	33
21.	Panamá: red de triangulación	34
22.	Panamá: nivelación básica	35
23.	Panamá: observaciones geomagnéticas	36
24.	Panamá: fotomosaicos controlados	37
25.	Panamá: cartas náuticas a escalas diferentes	38
26.	Panamá: estructura del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"	39
27.	Panamá: edificio del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"	39
28.	Panamá: avión equipado para la toma de fotografías aéreas	40
29.	Panamá: lancha para labores hidrográficas	40
30.	Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)-triangulación geodésica	70
31.	Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)-poligonación geodésica	71
32.	Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)-geodesia de satélites	72
33.	Venezuela: circuitos de nivelación geodésica	73
34.	Venezuela: esquema general de la triangulación de primer orden	76
35.	Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)	78
36.	Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)	79
37.	Venezuela: levantamiento fotogramétrico 1:25.000, período 1935-1958	80
38.	Venezuela: levantamiento fotogramétrico 1:25.000, período 1959-1975	81
39.	Venezuela: proyectos futuros	82
40.	Venezuela: cubrimiento aerofotográfico, 1975	87
41.	Venezuela: cubrimiento por el sistema de radar lateral, 1975	88
42.	Venezuela: cubrimiento por laboratorio espacial, 1974	89
43.	Venezuela: cubrimiento por imágenes satelitarias, ERTS-LANDSAT, 1975	90
44.	Venezuela: datum gravimétrico La Canoa	92

Illustrations *(continued)*

Figure		*Page*
45.	Venezuela: red gravimétrica de estaciones base	93
46.	Venezuela: instalaciones y servicios gravimétricos	94
47.	Venezuela: estructura de la Dirección de Cartografía Nacional	99
48.	German Democratic Republic: DIGICART: photogrammetric data acquisition (block chart)	116
49.	German Democratic Republic: section of a 1:100,000 orthophoto map of Australia, produced with the Topocart-Orthophot system	122
50.	German Democratic Republic: MRB 9/2323 super-wide-angle aerial survey camera manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena	123
51	German Democratic Republic: MRB 15/2323 wide-angle aerial survey camera manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena	123
52.	German Democratic Republic: the Topocart-Orthophot system, manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena, produces orthophoto maps suitable for large-scale mapping	123
53.	México: configuración de bloques y apoyo terrestre	127
54.	México: metodología empleada en la Sección de Triangulación Aérea	128
55.	México: índices de producción para la triangulación analógica	129
56.	México: gráfica de eficiencia de operación	129
57.	México: aumento de la eficiencia de operación	129
58.	Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR): stations operating in the Antarctic, winter 1975	143
59.	Federal Republic of Germany: summary of the land-information system	152
60.	Federal Republic of Germany: an example of a cadastral and mapping educational system based on ETC	153
61.	United Kingdom: extract from D.O.S. 017, St. Vincent 1:2,500 series, Sheet 8254	160
62.	Organisation hydrographique internationale : zones géographiques proposées pour la coordination et la diffusion des avertissements radio de navigation	164
63.	United Kingdom: ships' draught/survey danger line	169
64.	France : émittance spectrale du corps noir à différentes températures	183
65.	France : absorption du spectre électromagnétique par l'atmosphère	183
66.	France : schéma théorique d'un *scanner*	184
67.	France : réponses spectrales relatives des cellules *InSb* et *GE:Hg*	185
68.	France : la Champagne vue du satellite ERTS-1	190
69.	France : révision de la carte de France au 1/1 000 000	191
70.	France : réfection de la carte de France au 1/500 000	192
71.	Canada : organization of data for a data base	215
72.	Federal Republic of Germany: United Nations conferences, meetings and seminars on (or touching on) cartography, 1955-1976	218
73.	Federal Republic of Germany: geographic index of the staff of *Bibliographica Cartographica*	219
74.	United Kingdom: Ordnance Survey 1:1,250 digital map	237
75.	United Kingdom: Ordnance Survey 1:625 specialist digital map	238
76.	Federal Republic of Germany: the principle of communication in cartography	251
77.	Federal Republic of Germany: generalization steps should meet shrinking of areas	251
78.	Federal Republic of Germany: proposal for a scheme showing the position of cartography in relation to the neighbouring sciences	252
79.	Federal Republic of Germany: proposal for ways of systematizing the fields of topographic cartography	253
80.	Federal Republic of Germany: proposal for a synopsis of bases and methods in chorographic mapping and presentation	254
81.	Federal Republic of Germany: proposal for a synopsis of correlations of bases, methods and results in thematic mapping	255
82.	Federal Republic of Germany: chains of communication	257
83.	Federal Republic of Germany: processes of transmission and interpretation	258
84.	Federal Republic of Germany: proposal for a basic graphic alphabet	259

Illustrations *(continued)*

Figure		*Page*
85.	Federal Republic of Germany: screen patterns for thematic maps, with special application in the field of geoscience representation	260
86.	Panamá: distrito de Parita (provincia de Herrera), 1:50.000	267
87.	Panamá: corregimiento San Felipe (distrito de Panamá) 1:4.000	269
88	Panamá: densidad de población por distrito (1970), 1:1.000.000	270
89.	Panamá: sectores censales (Ciudad de Colón), 1:13.000	271
90.	Federal Republic of Germany: activities in Latin America of the Federal Institute of Geosciences and Natural Resources, Federal Republic of Germany	277
91.	France : les cultures de Bengou	*
92.	México: tabla de la información requerida para planeación, proyecto y construcción de presas y bordos	288
93.	México: continuación de la tabla de la información requerida para planeación, proyecto y construcción de presas y bordos	290
94.	México: red del proyecto de carreteras: método fotogramétrico-electrónico	306
95.	México: cuadro de la información necesaria para la construcción de un camino	308
96.	México: continuación del cuadro de la información necesaria para la construcción de un camino	310
97.	México: cuadro de la información necesaria para la construcción de líneas de transmisión eléctrica	316
98.	México: información general requerida para una zonificación agrícola, pecuaria y forestal	336
99.	México: zonificación agropecuaria y forestal de la región de Fresnillo, Zacatecas	337
100.	México: tabla de la información requerida para la prospección minera	341

* Not reproduced for technical reasons

AGENDA ITEM 6

Surveying in Canada*

Paper presented by Canada

RÉSUMÉ

Le grand programme canadien en matière de géodésie vise à améliorer et à corriger le canevas de planimétrie primaire et à développer et intégrer le canevas secondaire. Il s'agit de créer un système géodésique suffisamment précis et dense pour répondre aux besoins de l'utilisateur moderne dans un contexte national. La date prévue pour la rectification du canevas est 1977.

Un aspect important de la préparation photogrammétrique de premier ordre est le positionnement par satellites Doppler. Les coordonnées obtenues par cette méthode se rapportent à un système de référence donné, et, pour pouvoir les utiliser pour la notification du système canadien, il faut les transformer mathématiquement selon la redéfinition du système de référence de 1927 pour l'Amérique du Nord.

En outre, le Canada participe au programme international d'alignement des réseaux géodésiques continentaux sur un système géocentrique. Ce travail doit être terminé en 1983.

La deuxième phase du programme géodésique, l'amélioration et l'intégration du canevas secondaire en un système homogène, est un travail de longue haleine.

RESUMEN

Los objetivos del principal programa geodésico del Canadá son la mejora y la reestructuración del marco horizontal primario y la ampliación y la integración de la estructura secundaria. El objetivo es crear un sistema geodésico lo suficientemente exacto y denso para satisfacer las necesidades de los actuales usuarios en un marco nacional de referencia. La fecha fijada como plazo para el reajuste de la estructura es 1977.

Otro importante aspecto del control primario es la determinación de posiciones con satélites por medio del efecto Doppler. Las coordenadas obtenidas con este método están relacionadas con referencia particular y se deben transformar matemáticamente según la nueva definición de la referencia de 1927 de América del Norte para poder ser usadas en el reajuste canadiense.

Además del reajuste nacional, Canadá coopera con el programa internacional para reajustar las redes geodésicas continentales respecto de una referencia geocéntrica. Dicho ajuste se finalizará en 1983.

La segunda etapa del programa geodésico, a saber, la mejora e integración del control secundario para constituir un sistema homogéneo, es una tarea de más largo plazo.

The purpose of this paper is to report on some significant aspects of geodetic or control surveying in Canada.

Historically, first-order triangulation was begun in 1906 in the Ottawa area. That was the start of what must have then seemed a limitless task for a young country with a territory of some 10,000,000 square kilometres. The early work was naturally concentrated in the narrow, populated belt along the southern boundary.

A Shoran survey, begun in 1949 at Winnipeg, covered the entire country north of the triangulation by 1957. About that time the Tellurometer and Geodimeter were introduced, causing a complete change in the conventional methods of surveying. Triangulation became faster and more accurate, and traversing was revolutionized. By 1972, Aerodist surveys covered large areas of the country. There are now approximately 5,000 points in what is referred to as the Canadian primary framework. The rapid advance in technology was unfortunately not accompanied by improved accuracy in co-ordinate values, because new surveys were adjusted to fit the older existing values, thus perpetuating inaccuracies and distortions. The present co-ordinate values do not reflect the quality of the survey work, nor do they meet modern accuracy requirements.

In addition to the framework, there are many thousands of other survey points located throughout the country. These were established over the years for mapping and other projects, and their number continues to grow. Many of these secondary surveys are of good quality but are only loosely connected to the geodetic datum because of the scarcity of primary reference points in the area. In recent years an effort has been made to develop a secondary survey fabric that incorporates the many valuable project surveys and is well integrated with the primary framework.

The major geodetic programme at present is the improvement and readjustment of the primary horizontal framework and the extension and integration of the secondary fabric. The objective is to create a geodetic system that is sufficiently accurate and dense to meet modern user requirements, within a national frame of reference.

The target date for readjustment of the framework is 1977. Over the past few years the data have been assembled and

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L.57

analysed, and selective field surveys were made to strengthen the geometry of the networks. This work is to be completed during the 1976 field season. One very important aspect of the primary control is our use of satellite Doppler positioning. We employ Canadian Marconi receivers to observe the six United States Transit (Navy Navigation Satellite System) satellites. To date, 135 positions have been observed, mostly on existing primary points, and this year an additional 40 positions will be observed in preparation for readjustment. The stations are spaced 300 to 500 km apart and the relative accuracy between stations is about 1 m. The array of satellite Doppler positions will effectively anchor the framework in the adjustment. Co-ordinates derived from satellite Doppler positioning refer to a particular datum, and must be mathematically transformed according to the redefinition of the 1927 North American Datum before they can be used in the Canadian readjustment.

In addition to the domestic readjustment, Canada is co-operating in the international programme to readjust continental geodetic networks on an earth-centred datum. The latter adjustment is to be completed in 1983. It will result in two sets of co-ordinates for geodetic control in Canada—one for domestic use and the other for international and scientific purposes. The Canadian provinces now have active surveying and mapping programmes of their own and are demanding an improved geodetic reference system to support their programmes. There is also an ever-increasing volume of data, in data banks and files, that are based on georeferencing. When the geodetic control is readjusted, the co-ordinates in these records will have to be amended, and the sooner the change is made the less costly the task will be. Also, the changing of records to metric values is to be completed by 1978. The decision to compute a Canadian readjustment was taken because of these factors.

The second phase of the geodetic programme—the improvement and integration of secondary control into a homogeneous system—is a longer-term task. An estimated 400,000 points are involved. The points must be assessed for quality, organized into integration regions, strengthened and tied together by field work and adjusted to the new framework values. A geodetic data file is being developed and compiled to handle the large amount of data associated with these secondary networks; the change in co-ordinate values alone is a massive task.

It is the size of the job that determines the later completion date for the secondary integration—probably in the mid-1980s. The recent introduction of inertial surveying systems will have a significant impact on the pace of secondary survey integration and on control surveys generally. Last year Geodetic Survey of Canada purchased an "Autosurveyor" manufactured by Litton Systems, Inc. This inertial surveying system (ISS) consists of several components that can be mounted on a vehicle as small as a jeep or light helicopter. It has so far been used only in a ground-based vehicle, except for a brief test in a helicopter. The heart of the system is a gyrostabilized platform containing three orthogonally mounted accelerometers. In use, the platform is energized at a known point and the axes are aligned northerly, easterly and vertically. As it is moved from the known point, accelerations are detected by the accelerometers, whose output is doubly integrated to produce distances, which are converted by the computer into geodetic position and elevation. The system is brought to rest approximately every five minutes to resense the vertical direction. Each run ends on a known point, and for best results the runs are repeated immediately in the opposite direction. The system has been tested under a wide range of weather and terrain conditions, and the conclusion is that position and elevation determination are comparable to supplementary control by conventional methods. The greatest potential of the system is in the productivity of measured points. It has been applied on two small familiarization projects, and will be deployed this year on full production of mapping control.

Urban areas must be mentioned in connexion with horizontal and vertical control. Where cities are provided with sufficient geodetic control, they eventually break it down to a municipal system of monumented control. This results in improved quality of control and a significant reduction in the number of repetitive survey activities. A recent example is the city of Calgary, Alberta, where 60 first-order horizontal control points were placed within 30 km of the city centre. The first breakdown, to 800-m density, was made by the local authority with provincial assistance. The final breakdown was to a density of 300 m, forming the municipal system, which now serves local mapping, legal positioning (which is mandatory), engineering projects, utilities, and indexing for a computer file of municipal records.

With the improvement and recomputation of the geodetic network and the eventual integration of the secondary survey fabric, a multi-purpose control system, such as the one Calgary now has, will become a reality for the country.

Reseña de las actividades cartográficas en Chile*

Documento presentado por Chile

SUMMARY

PREPARATION AND REPRODUCTION OF CARTOGRAPHIC MATERIAL

The Instituto Geográfico Militar, which has been designated by law as the permanent official authority represen-

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF 67/L 22

RÉSUMÉ

ELABORATION ET REPRODUCTION DES CARTES

La cartographie du territoire national relève d'une manière générale de l'Institut géographique militaire, qui constitue de façon permanente, de par la loi, l'autorité officielle représentant l'Etat pour tout ce qui concerne la géographie, les levés topographiques et l'établissement de cartes et de plans du pays.

ting the State in all matters pertaining to geography, surveys and the preparation of maps and charts of the country, is generally responsible for the preparation and reproduction of cartographic material relating to the national territory.

The same function is performed, in their respective fields, by the Naval Hydrographic Institute, which prepares nautical charts, and the Air Force Aerophotogrammetric Service, which prepares aeronautical charts.

All cartography is carried out in accordance with the conventional system, which comprises the following stages:

Field work

Geodesy
Photogrammetry
Topography

Laboratory work

Calculation
Aerial triangulation and adjustment
Plotting
Study of geographical names
Cartographic drawing
Revision and checking
Printing

GLOBAL STATISTICAL SUMMARY

The following synoptic table shows the over-all statistics for the geodetic activities for cartographic purposes carried out to date:

Geodetic base lines measured	12
Astronomical station points observed	72
First-order vertices established	439
Second-order vertices established	242
Precision levelling lines	112
Bench marks made	8,760
Double-levelled kilometres	13.153

STATISTICAL SUMMARY OF CARTOGRAPHIC WORK TO DATE

Mapping at the scale of 1:500,000	100 per cent of the national territory
Mapping at the scale of 1:250,000	100 per cent, preliminary type
Mapping at the scale of 1:250,000	Regular, 10 per cent
Mapping at the scale of 1:100,000	Regular, 20 per cent
Mapping at the scale of 1:50,000	Regular, 70 per cent
Mapping at the scale of 1:25,000	Regular, 8 per cent

In addition, the following maps and atlases have been prepared:

Maps at the scale of 1:1,000,000
Maps at the scale of 1:3,000,000
Maps at the scale of 1:6,000,000
Thematic maps on different scales and different topics
Atlas of the Republic of Chile
School Atlas of Chile

L'Institut hydrographique de la marine, qui établit des cartes nautiques, et le Service aérophotogrammétrique de l'armée de l'air, qui est chargé d'établir les cartes aéronautiques, remplissent dans leurs domaines respectifs une fonction analogue.

Toutes les cartes sont établies conformément au système conventionnel correspondant aux phases énumérées ci-après :

Travaux sur le terrain

Géodésie;
Photogrammétrie;
Topographie

Travaux en atelier

Calculs;
Triangulation aérienne et compensation;
Restitution;
Etude des noms géographiques;
Dessin des cartes;
Révision et contrôle;
Impression.

TABLEAU STATISTIQUE GÉNÉRAL

Le tableau ci-dessous récapitule les activités géodésiques exécutées à des fins cartographiques à ce jour :

Bases géodésiques mesurées	12
Positions astronomiques observées	72
Points de premier ordre établis	439
Points de deuxième ordre établis	242
Lignes de nivellement de précision	112
Bornes de nivellement installées	8 760
Kilomètres doublement nivelés	13 153

TABLEAU STATISTIQUE DES CARTES ÉTABLIES

Cartes à l'échelle du 1/500 000	100 p. 100 du territoire national
Cartes à l'échelle du 1/250 000	Du type préliminaire, 100 p. 100
Cartes à l'échelle du 1/250 000	Cartographie régulière, 10 p. 100
Cartes à l'échelle du 1/100 000	Cartographie régulière, 20 p. 100
Cartes à l'échelle du 1/50 000	Cartographie régulière, 70 p. 100
Cartes à l'échelle du 1/25 000	Cartographie régulière, 8 p. 100

On a en outre établi les cartes et atlas suivants :

Cartes à l'échelle du 1/1 000 000;
Cartes à l'échelle du 1/3 000 000;
Cartes à l'échelle du 1/6 000 000;
Cartes thématiques à différentes échelles, sur divers sujets;
Atlas de la République du Chili;
Atlas scolaire du Chili.

1. El Instituto Geográfico Militar, dependiente del Ministerio de Defensa Nacional, constituye por Ley de la República, en carácter de permanente, la autoridad oficial en representación del Estado, en todo lo referente a levantamientos y confección de cartas geográficas del territorio. El Instituto fue creado el 29 de agosto de 1922.

Con anterioridad a su creación se habían realizado dos importantes trabajos geodésicos que sirvieron de base a levantamientos topográficos mediante planchetas a las escalas de 1:25.000 también en dos sectores de gran importancia económica: *a*) la Región del Salitre y *b*) la Zona Central.

a) Entre el límite norte con el Perú y extendiéndose unos ocho grados de latitud, un poco al sur del paralelo 26°, cubriendo un área aproximada de 135.000 kilómetros cuadrados en las provincias de Tarapacá y Antofagasta, entre el mar y los primeros contrafuertes de la Cordillera de los Andes, se reconoció, monumentó y midió una extensa malla de triangulación geodésica de primer orden con sus convenientes densificaciones de segundo y tercer orden. Este sistema fue desarrollado por las ex oficinas de Mensura de Tierras e Inspección General del Catastro, posteriormente refundidas en la Superintendencia del Salitre.

Esta red quedó apoyada en dos bases geodésicas separadas entre sí por unos 220 kilómetros. Los extremos de estas bases quedaron unidos por nivelación de precisión desde los mareógrafos que se ubicaron en los puertos de Iquique y Antofagasta.

El cálculo de la red quedó referido al Elipsoide de Clarke de 1866 tomando como datum un punto observatorio de valores astronómicos. El conjunto de puntos determinados geodésicamente, aproximadamente 1.000, fueron utilizados como hitos del Estado para referir las mensuras destinadas a la constitución legal de la propiedad minera, para la confección de planos y para fines científicos, como es la determinación de forma y dimensiones del geoide.

b) El Estado Mayor del Ejército propuso, ya en el año 1893, la creación de una organización técnica, dentro del Ejército, para confeccionar una Carta Militar del país. Luego de un estudio de las técnicas e instrumentos de ese tiempo, se acordaron las especificaciones básicas para el cumplimiento de este objetivo.

El trabajo de campo se extendió a cuatro arcos individuales, cubriendo las provincias de Aconcagua, Santiago, Colchagua, Talca, Ñuble, Concepción y Bío-Bío. El arco o Red No. 1 se extendió aproximadamente desde los 32° 30' S. al 33° 45' S.; la Red No. 2, desdo los 33° 45' S. al 35° 00' S.; el Arco No. 3, desde los 35° 00' S. al 36° 30' S. y la Red No. 4 desde los 36° 30' S. hasta aproximadamente los 38° S. Esta cadena de triangulación estaba compuesta de una malla de triángulos simples. Las longitudes de estos arcos fueron controlados mediante la medición de tres bases geodésicas: Chiñigüe — El Monte, en el Arco 1; Ñiquén — Perquilauquén, en el Arco 2 y Chacayal — Diuto, en el Arco No. 4. En el Arco 2 no se midió base geodésica.

Las coordenadas de este sistema fueron procesadas en el Elipsoide de Bessen con datum en el Observatorio Astronómico de Quinta Normal en Santiago. La altimetría quedó referida al nivel medio del mar por nivelación de precisión desde el mareógrafo instalado en el Puerto de San Antonio.

Noventa y tres puntos de control primario constituyen este sistema, utilizado para apoyar 46 sectores parciales con una densificación aproximada de 2.500 puntos secundarios, lo que permitió levantar 480 planchetas a la escala de 1:25.000.

Estas dos importantes obras, iniciación de actividades cartográficas en el país, están en poder actualmente del Instituto Geográfico Militar y constituyeron el fundamento para los nuevos trabajos ejecutados hasta la fecha.

2. A partir del año 1944, y previo estudio de factibilidad, se dio comienzo al levantamiento cartográfico del territorio por procedimiento aerofotogramétrico. En ese año, mediante un Convenio Cooperativo con el Gobierno de Estados Unidos, se obtuvo una cubierta fotográfica desde el límite con el Perú, por el Norte, hasta el Cabo de Hornos (56° S.), por el Sur. Este vuelo, denominado Trimetrogón, sirvió para la confección de nuestra Carta Preliminar a la escala de 1:250.000, compuesta de 102 cuarterones con un formato de un grado de latitud por uno y medio de longitud que cubren el territorio en la zona que muestra la figura 1.

Esta cartografía, complementada y actualizada con los levantamientos anteriores a plancheta en la Región del Salitre y Zona Central, además de compilaciones de cartografía levantada por nuestros países vecinos limítrofes, sirvió de base para confeccionar la primera Carta Nacional del país a la escala de 1:500.000, constituida por 42 cuarterones y que cubren la zona demarcada en la figura 2. Posteriormente ella ha sido actualizada y corregida para las nuevas ediciones.

3. Entre los años 1947 y 1954, en colaboración con el Servicio Geodésico Interamericano, quedaron establecidas las normas y especificaciones con el objeto de efectuar un levantamiento aerofotogramétrico regular del país a las escalas de 1:100.000 y 1:50.000, necesarios para fines de estudios y proyectos.

Aprovechando gran parte de los trabajos ya ejecutados en la Zona Central y en la Región del Salitre, se planificó la medición de una Red Fundamental de Triangulación de Primer Orden, sobre el eje longitudinal del país, con densificaciones convenientemente espaciadas de extensiones del mismo orden hacia el mar y cordillera. Esta Red básica está constituida por cuadriláteros, reconocidos, monumentados y medidos de acuerdo a las especificaciones internacionales vigentes. Cubre desde el límite con el Perú por el Norte hasta la ciudad de Puerto Aisén (45° 30' S.). Aproximadamente cada 3° de latitud tiene sus controles de largo en mediciones de bases geodésicas y controles de azimut mediante la determinación de estacionamientos astronómicos ubicados aproximadamente cada 1,5° de latitud.

A lo largo de toda la red vial del territorio se han reconocido, monumentado y medido líneas de nivelación de precisión, vinculadas a los mareógrafos en funcionamiento en los principales puertos del litoral. Convenientemente espaciadas, estas líneas han servido de enlace al sistema básico de triangulación a los fines de controlar la altimetría trigonométrica de esa red. Igualmente, el 70% de estas líneas de nivelación han sido cubiertas con estacionamientos para determinar gravedad terrestre.

El siguiente cuadro resumen muestra una estadística global de las actividades geodésicas anteriormente detalladas:

Bases geodésicas medidas	12
Estacionamientos astronómicos observados	72
Vértices de primer orden establecidos	439
Vértices de segundo orden establecidos	242
Líneas de nivelación de precisión	112
Pilares de nivelación materializados	8 760
Kilómetros doblemente nivelados	13 153

4. Entre los años 1954 y 1955 se obtuvo une nueva cubierta fotográfica a una escala promedia de 1:70.000, apta para restitución fotogramétrica de cartografía 1:50.000 desde el límite con el Perú, por el Norte, hasta la ciudad de Concepción (36° 50' S.). Este vuelo, denominado Hycon, fue apoyado y clasificado convenientemente en el terreno para los fines propuestos.

En el año 1961 se completó la cubierta fotográfica, con el vuelo OEA, desde la ciudad de Concepción hasta la latitud de 43° 30' S. y en la Zona Norte desde el meridiano 69° W. hasta la frontera con Bolivia y Argentina, que había quedado pendiente durante la toma del vuelo Hycon.

Las primeras 400 hojas de un formato de quince minutos de latitud por quince minutos de longitud fueron restituidas entre los años 1955 y 1957, correspondientes a la Zona Norte del país entre el límite con el Perú, por el Norte, y la ciudad de Copiapó (27° 30' S.), por el Sur, el meridiano 69° por el Este hasta el litoral por el Oeste. Con este material se preparó la publicación de las primeras 72 hojas a la escala de 1:100.000, avance que se muestra en la figura 3.

5. A partir del año 1958 hasta la fecha se ha establecido primera prioridad para la producción de cartografía regular a la escala de 1:50.000, poniéndose énfasis en la realización de los necesarios trabajos de campo.

Novecientas cincuenta hojas de un formato estándar de 15' × 15' cubren el sector territorial desde su límite norte hasta los 43° 30' S. De ellas se han publicado, a la fecha, 692 (véase la figura 4); 208 se publicarán en el transcurso del año 1976 y para las 50 restantes se precisan los trabajos de terreno que serán ejecutados entre 1976 y 1977; es decir, en los próximos dos años se dispondrá de una cubierta cartográfica regular a la escala de 1:50.000 hasta la latitud de 43° 30' S.

6. En base a este tipo de cartografía se ha planificado confeccionar una precisa Carta Regular a la escala de 1:250.000, tarea que ya se ha comenzado; 96 cuarterones cubrirán el territorio nacional, en un formato individual de 1° × 1,5° a todo color; 13 de estas hojas ya están publicadas (véase la figura 5) y en el año 1976 se editarán 6 nuevas hojas.

7. Las planes futuros del Instituto Geográfico Militar tienden a la producción cartográfica de la zona más difícil del territorio, esto es, la Zona Austral, desde el paralelo 43° 30' hasta el Cabo de Hornos. Los más modernos métodos de la técnica serán considerados en esta labor, desde la determinación de coordenadas y alturas de puntos terrestres mediante el empleo de satélites geodésicos en órbita hasta el más sofisticado proceso de elaboración en instrumentos modernos. La topografía de esta zona es difícil, no se cuenta con suficientes medios de comunicación y transporte y sus condiciones climáticas son completamente adversas para el desarrollo de operaciones de campo (llueve aproximadamente un promedio de 200 días en el año). No obstante, se agotarán los medios para llevar adelante este ambicioso e importante plan.

8. Paralelamente a los trabajos programados para la Zona Austral, el Instituto Geográfico confeccionará cartografía básica a la escala de 1:25.000 en aquellas zonas económicamente más importantes del país, tomando en cuenta toda la experiencia acumulada en el proceso de la carta 1:50.000, las técnicas e instrumentos más modernos en este tipo de levantamiento y las últimas recomendaciones internacionales respecto a elipsoide y datum de referencia. Actualmente se están ejecutando las operaciones de terreno necesarias para obtener esta cartografía en las provincias de Tarapacá, Aconcagua, Valparaíso, Santiago, Valdivia y Osorno. En el transcurso del año 1976 se espera contar con la publicación de 100 de estas hojas en un formato de 7,5' × 7,5'.

9. A continuación se citan otras obras cartográficas de gran importancia efectuadas por este Instituto:

a) Mapa Físico escala 1:1.000.000. Bajo las recomendaciones del Acuerdo Internacional del Mapa Mundial al Millonésimo se preparó y publicó este Mapa el que, debido a nuestra propia configuración geográfica se presenta en un solo panel compuesto de tres cuerpos para facilitar su consulta. Basado en él se editó el Mapa Político de Chile a la misma escala, incorporando la división administrativa por provincias y departamentos. Con posterioridad, en el año 1969, se preparó y editó el nuevo Mapa Físico con efecto de relieve y en la actualidad se está preparando el Mapa Político-Físico a esta escala que contendrá la última y más ecuánime división administrativa territorial por regiones. Esta obra se espera concluir en el año 1976.

b) Atlas de Chile. Obra de positivo valor técnico que contribuye en apreciable medida al conocimiento de la geografía de nuestro país. Contiene el Mapa Físico anteriormente señalado, fotografías regionales a todo color y numerosos mapas temáticos ilustrativos de los recursos naturales y de producción industrial, agrícola y minera de Chile. Su primera edición corresponde al año 1968. Esta obra ha sido reconocida en forma unánime por las autoridades nacionales y por todos aquellos organismos internacionales a los que se ha distribuido. Debido a su enorme aceptación fue necesario reeditarla actualizada en el año 1972 con un formato medio del anterior;

c) Atlas Escolar de Chile. En abril del presente año se publicó el Atlas Escolar de Chile, que fue preparado con fines didácticos e incorpora una detallada descripción de cada una de las nuevas regiones que componen la actual división administrativa del país, la cual consta de 12 regiones y 1 área metropolitana;

d) Atlas Cartográfico Colonial de Chile. En un significativo esfuerzo, este Instituto se encuentra dedicado a la publicación de esta interesante obra, la que se espera poner en conocimiento de los organismos histórico-geográficos en el transcurso del próximo año.

10. En conformidad con las recomendaciones aprobadas en el seno del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), se ha adoptado, a partir de este año, la sugerencia de que todos los trabajos geodésicos y cartográficos del territorio nacional queden referidos al Datum y Elipsoide Sudamericano de 1969.

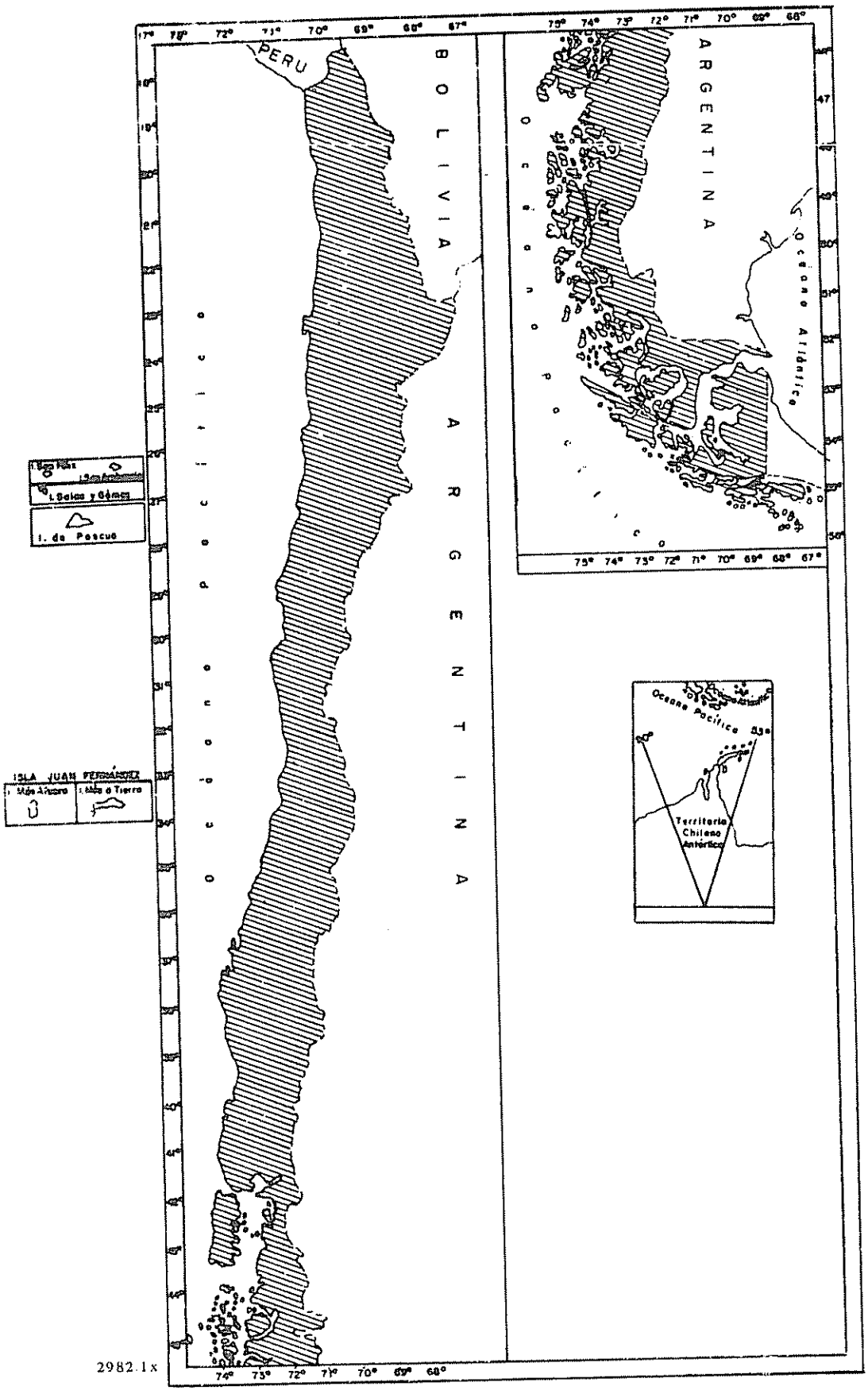
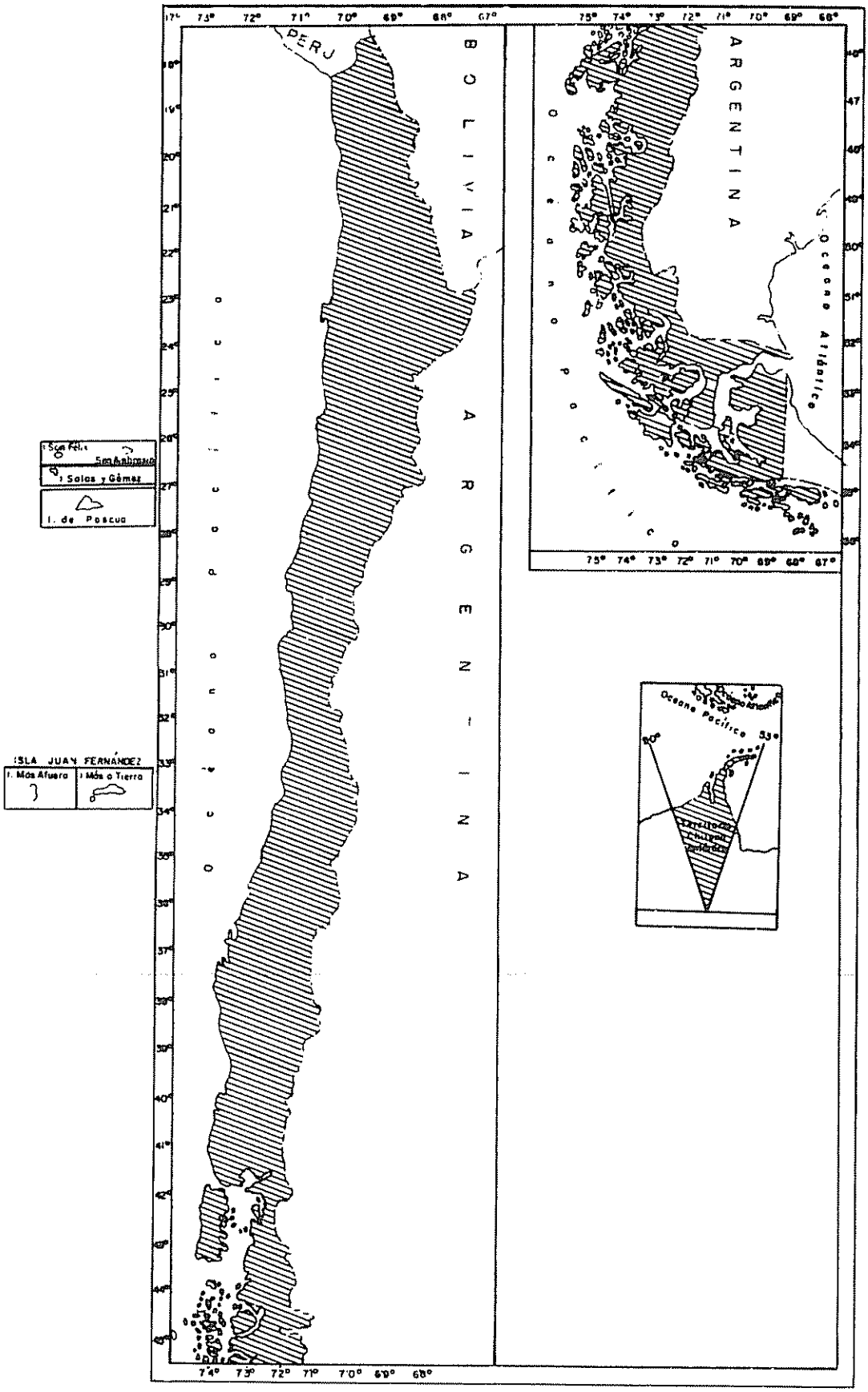


Figura 1. Chile: producción cartográfica a escala 1:250 000, preliminar



2982.2x

Figura 2. Chile: producción cartográfica a escala 1:500.000

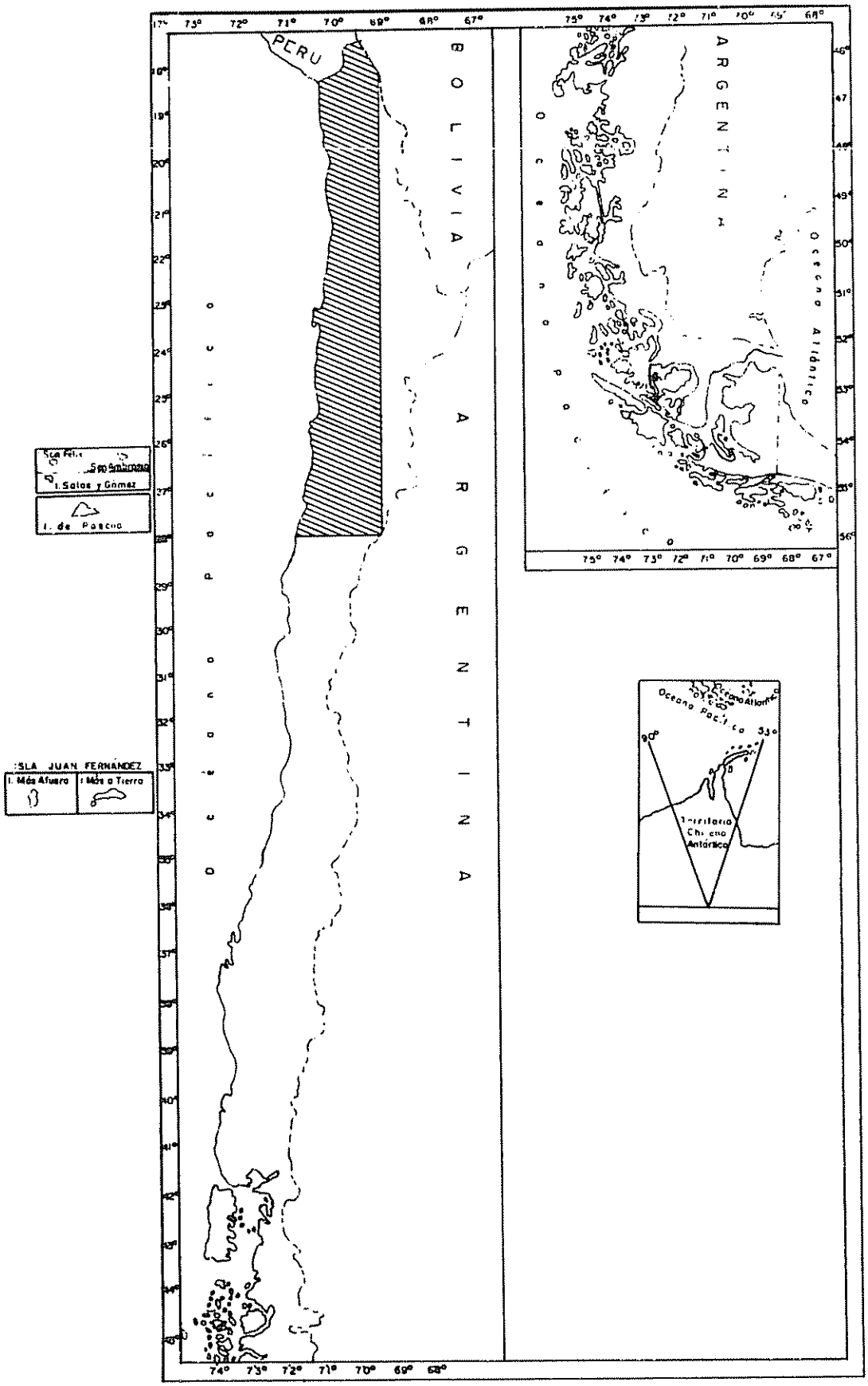
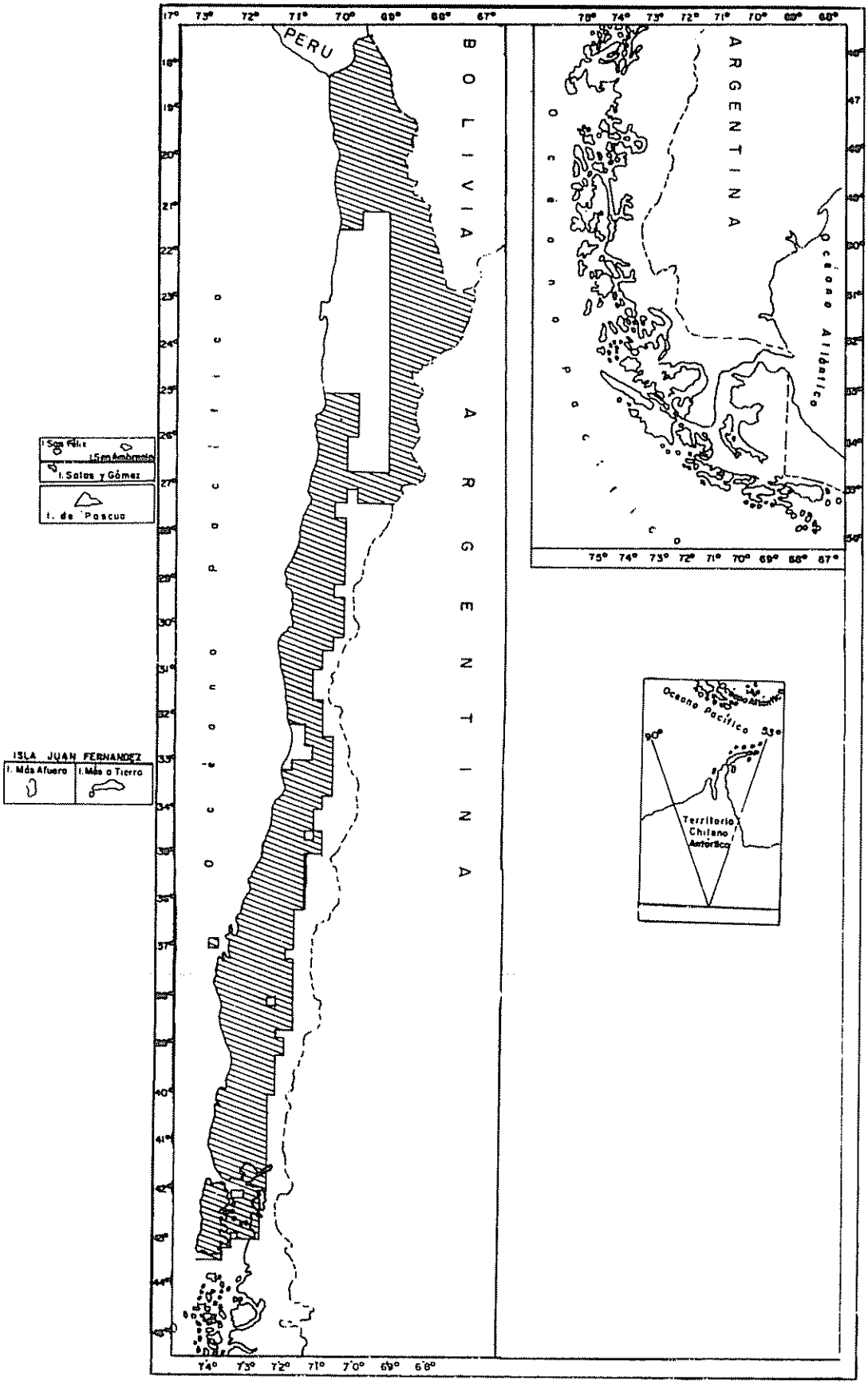
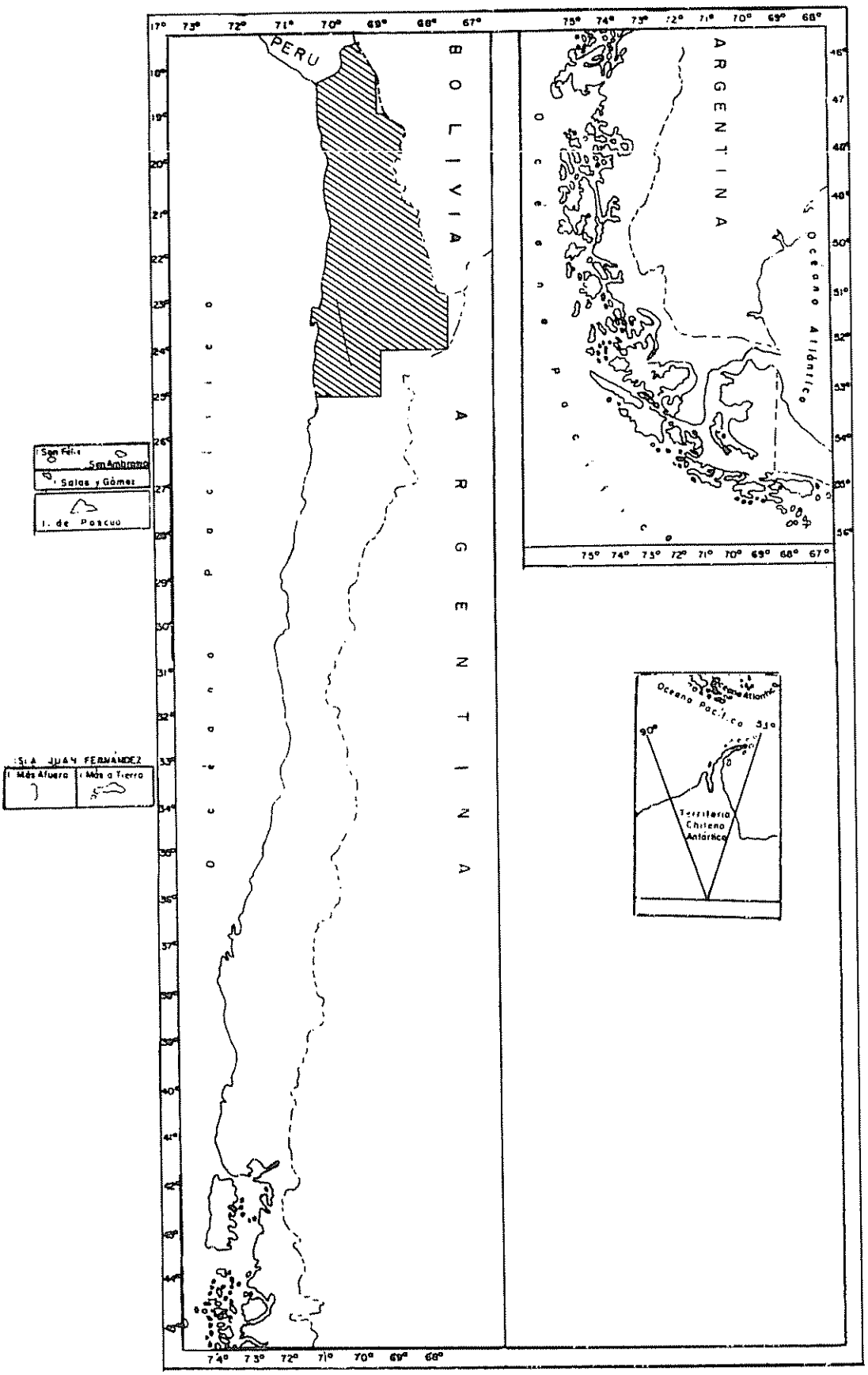


Figura 3. Chile: producción cartográfica a escala 1:100.000



2982.4x

Figura 4. Chile. producción cartográfica a escala 1:50.000



2982 5x

Figura 5. Chile: producción cartográfica a escala 1:250.000, regular

Informe nacional*

Documento presentado por Cuba

SUMMARY

We should first mention the establishment of the Instituto Cubano de Cartografía y Catastro and the subsequent legislation establishing the present Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (ICGC). This legislation also regulated and assigned to the national topographical service a number of specific urgent tasks, which included: the execution of geodetic and topographical work; the preparation of topographical maps on various scales; the execution of the national cadastre and the updating of information on land tenure and use. The country's needs have provided an incentive to the development of each area of study. Between the years 1970 and 1973, work was carried out on the first-order triangulation net; this was followed by the execution of second- and third-order projects designed to cover the country within the space of a decade. Our organization also undertook the relevelling of existing networks (first-order and supplementary network) during the current decade, and the partial preparation of a national gravimetric map on the scale of 1:100,000 was another objective for the same period.

The speed at which the country is developing has made it necessary to undertake the topographical mapping of the country at a corresponding rate; the 1:10,000 scale map of the national territory should be largely finished by 1980.

Cartography has also played an important part in the national progress by providing maps of the country on a wide range of scales and themes and for a wide variety of purposes: atlases and scientific, tourist, historical, educational and informational maps have been produced. Plastic relief maps, when used for didactic purposes, provide students with a clearer presentation.

The national report describes the course of action followed by ICGC since its inception, together with current problems, and plots the course of our prospective development, indicating those tasks which must take priority in view of the enormous volume of work facing any country which strives to achieve higher standards of living and social development.

RÉSUMÉ

On décrit la mise en place de l'Institut cubain de cartographie et du cadastre, puis la création de l'actuel Institut cubain de géodésie et de cartographie (ICGC) en vertu d'une loi qui réglementait le fonctionnement du Service topographique national et lui assignait des tâches urgentes et concrètes : exécution de travaux géodésiques et topographiques, établissement de cartes topographiques à diverses échelles, réalisation du cadastre national et actualisation de la propriété, de l'occupation et de la destination des sols. Compte a été tenu des besoins du pays pour l'élaboration de chaque thématique. Entre 1970 et 1973 ont été menés à bien les travaux relatifs aux réseaux de triangulation du premier ordre. Actuellement, ce sont les points du deuxième et du troisième ordre qui sont établis, l'objectif étant de couvrir l'ensemble du pays en une dizaine d'années. L'Institut a aussi pour tâche de mener à bien pendant la décennie le renivellement des réseaux existants (premier ordre et réseau supplémentaire). Il doit aussi pendant la même période établir en partie la carte gravimétrique nationale au 1/100 000.

Pour répondre au développement accéléré du pays, il a fallu accentuer le rythme d'établissement de cartes de la nation. En 1980, la carte au 1/10 000 du territoire national sera établie en grande partie.

La cartographie cubaine a joué aussi un rôle important dans le progrès national, en établissant des cartes du pays pour une gamme étendue d'échelles, de thèmes et d'applications : atlas, cartes scientifiques, cartes touristiques, historiques, éducatives, de vulgarisation, etc. Les cartes plastiques en relief, par leur représentation claire et didactique, facilitent l'enseignement.

Le rapport national traite du chemin parcouru par l'ICGC depuis sa fondation, dégage les problèmes qui se posent actuellement et ébauche les perspectives de développement, compte tenu des tâches prioritaires de l'effort énorme que doit accomplir tout pays qui cherche à améliorer son niveau de vie et de développement social.

Introducción

El Gobierno Revolucionario de la República de Cuba dictó en febrero de 1959 la Ley No. 103 creando el Instituto Cubano de Cartografía y Catastro.

El 19 de julio de 1967, se dicta la Ley No. 1214 creando el actual Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, con el fin de regular el Servicio Topográfico Nacional, asignándosele, entre otras, las siguientes tareas: realización de trabajos geodésicos y topográficos; confección de mapas generales topográficos de Cuba; realización de las tareas catastrales, actualizando los datos sobre la propiedad, uso y destino de los suelos.

De esta manera, como máximo organismo rector de las actividades geodésicas, topográficas, cartográficas y catastrales del país, el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (ICGC) ha ido desarrollando sus labores en función de las necesidades del país en estas ramas.

I. Geodesia

A. *Triangulación*

1. *Primer orden*

Antes de 1970, en Cuba existía una Red de Primer Orden formada de arcos fundamentales y suplementarios, realizada por el Inter-American Geodetic Survey en la década del cincuenta y densificada en algunas zonas en los años sesenta por el ICGC.

Entre los años 1970 y 1973 fueron realizados los trabajos de la Red de Primer Orden en colaboración con la Dirección General de Geodesia y Cartografía, de la Unión Soviética. El

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF 67/L.59

análisis realizado sobre los arcos de la red existente determinó que en general la exactitud de estos trabajos no correspondía con las exigencias modernas para la triangulación de primer orden, decidiéndose ejecutar una modernización de la red.

Fueron observados los ángulos horizontales de 168 estaciones. La red se compone de triángulos formando una malla compacta que contiene 15 bases y 28 puntos astronómicos.

Las mediciones de los ángulos se realizaron por el método "en todas las combinaciones" y con un peso (multiplicación del número de direcciones por el número de repeticiones en los ángulos medidos) de 38 y 46.

Fueron medidos 12 lados base, aceptándose los valores de tres bases medidas antes de 1970. Las magnitudes de los errores medios cuadráticos en las mediciones de los lados base se encuentran en los límites de 3,9 y 17 mm.

Fueron realizadas determinaciones astronómicas de latitud, longitud y acimut en 24 estaciones de triangulación de primer orden. También se aceptaron todas las determinaciones astronómicas de tres puntos efectuadas antes de 1970.

2. *Segundo y tercer orden*

A partir de 1974 se comenzaron a ejecutar proyectos de segundo y tercer orden de triangulación tendientes a cubrir el país en el plazo de una década con una densidad general de un punto cada 50 km^2.

B. *Nivelación de precisión*

En Cuba existe una Red de Nivelación de Primer Orden y una Red Suplementaria, observada en la década de los años cincuenta. A partir de 1970 se comenzó la renivelación de estas redes, de acuerdo con un proyecto que tiene en cuenta la ampliación de la Red Vial y la formación de polígonos de primer orden más amplios que los anteriores.

C. *Gravimetría*

El Mapa Gravimétrico Nacional a escala 1:100.000 se encuentra elaborado parcialmente. Este mapa incluye trabajos realizados por el Ministerio de Geología y Minería, el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía y algunos levantamientos realizados antes de 1959. Se han ejecutado observaciones gravimétricas sobre las líneas de nivelación de primero y segundo orden para proceder a su ajuste.

II. Topografía

El impetuoso desarrollo constructivo del país impuso la búsqueda de nuevas soluciones a los problemas relacionados con la topografía.

En nuestro país, en los últimos quince años, se ha triplicado la red de carreteras y caminos; centuplicado el almacenamiento de agua; se han construido miles de kilómetros cuadrados de sistemas de riego, así como centenares de nuevas fábricas, escuelas y nuevos asentamientos humanos.

Durante la década del 60 se creó la base técnico-material que aseguraría el ulterior desarrollo de la especialidad topográfica.

La adquisición y puesta en funcionamiento del más moderno equipamiento fotogramétrico y de campo permitirán en el decenio de 1970-80 concluir los trabajos de elaboración del mapa de Cuba a escala 1:10.000 en un 80% del territorio nacional, así como iniciar la ejecución de otros mapas y planos a escalas mayores de uso polivalente.

Paralelamente a esto, se han iniciado ya los estudios e investigaciones necesarios para la elaboración del proyecto de establecimiento y mantenimiento del Catastro Nacional.

III. Cartografía

Actualmente el ICGC garantiza la mapificación del país en una amplia gama de escalas, así como planos para obras ingenieras, sociales y otras que el desarrollo ascendente de la nación exige; produce variados mapas de uso escolar y científico, atlas, cartas turísticas e históricas y, además, está desarrollando una depurada técnica en la producción de mapas a relieve y murales que satisfacen los más exigentes requisitos.

Los mapas físicos murales contituyen uno de los proyectos cartográficos para uso didáctico más ambiciosos emprendidos por el Instituto. Entre ellos se encuentran los mapas de Cuba a las escalas 1:600.000, 1:1.500.000 y 1:2.500.000; las Américas a escala 1:10.000.000; Africa a escala 1:10.000.000, Asia a escala 1:12.000.000 y otros.

Los mapas escolares provinciales se han editado en diferentes escalas y formatos, atendiendo al área de cada provincia.

Los mapas históricos forman parte, en una importante cantidad, del programa de edición del ICGC, siendo dedicados preferentemente a la rama de la educación, ciencia y cultura. Los mismos abarcan desde las comunidades primitivas de Cuba en el siglo XV hasta las luchas revolucionarias de nuestros días.

La serie de mapas políticos fue comenzada recientemente por el ICGC y ya se han editado el Mapa de la División Político-Administrativa a escala 1:750.000 (ed. 1974), un Planisferio a escala 1:27.000.000, y otros.

La serie de mapas turísticos conforma una variada gama de producción que abarca desde mapas turísticos generales hasta mapas locales de los principales centros turísticos.

La Academia de Ciencias de Cuba, en colaboración con la Academia de Ciencias de la URSS, realizó el Atlas Nacional de Cuba, obra científica que ha tenido amplia repercusión entre los especialistas del mundo entero.

Actualmente se preparan en el ICGC un Atlas Escolar, un Atlas Mundial de Bolsillo, un Atlas Infantil y otros.

La producción de mapas plásticos a relieve adquiere cada día mayor importancia en el ICGC, editándose hasta el presente mapas plásticos de Cuba, en varias escalas, Centroamérica, América del Norte, América del Sur, Australia, Europa, Africa y otros.

La cartografía temática incluye, en sus ediciones hasta el presente, mapas de suelos, hidrológicos, de pendientes, meteorológicos y otros.

La cartografía topográfica abarca los mapas a escala 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 y 1:500.000 que cubren todo el territorio nacional.

Conclusiones

El Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, con el Informe nacional aquí presentado, ha querido reflejar una

panorámica de sus actividades en dieciocho años de vida revolucionaria de nuestro pueblo. No responde, por supuesto, a todos los proyectos ejecutados por nuestro Organismo; la lista sería larga y tal vez tediosa y no cumpliría, por tanto, la finalidad de esta Conferencia.

Esta Primera Conferencia Regional Cartográfica de las Naciones Unidas para América con toda seguridad habrá de desempeñar un importante papel en el desarrollo de las ciencias geodésico-cartográficas en el concierto de naciones americanas, principalmente aquellas que estén desde el Río Bravo hasta la Patagonia.

Los pueblos latinoamericanos y del Caribe esperamos, con el intercambio de experiencias que de la Conferencia se deriven, poder mostrar en un futuro una ciencia y una técnica avanzada que nos sitúe, tal cual es el deseo de los países subdesarrollados, al nivel de los países más avanzados del mundo.

La cartographie française en Amérique*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document begins with a short history of French cartography in the Americas and then goes on to summarize the work done since 1945 and to indicate the present situation with regard to the mapping of the French departments and territories. Lastly, it lists small-scale general maps produced by the Institut Géographique National, France.

RESUMEN

Tras un resumen histórico de la cartografía francesa en América, el documento se refiere a los trabajos ejecutados desde 1945 e indica el estado actual de la cartografía de los departamentos y territorios franceses. Señala a continuación las producciones del Instituto Geográfico Nacional de Francia, relativas a los mapas generales en pequeña escala.

I. — Cartographie des départements et territoires français d'Amérique

Jusqu'à la seconde guerre mondiale, la cartographie des départements et territoires français d'Amérique a été assez négligée. Hormis les cartes marines intéressant les îles, qui étaient toutes très anciennes, seuls existaient des levés partiels ou incomplets, cadastraux ou militaires, et des cartes générales de médiocre valeur établies à Paris par compilation au Ministère des colonies. A partir de 1945, les attributions de l'Institut géographique national (IGN) ayant été étendues à ces pays et les méthodes ayant beaucoup progressé, des levés modernes ont été effectués systématiquement. Les îles, de faible superficie mais de peuplement dense, ont bénéficié de la même cartographie de base que la métropole. Cependant la Guyane, pays accidenté et boisé de parcours très pénible, est moins favorisée et n'est pas encore intégralement couverte en cartes régulières.

A. — *Saint-Pierre-et-Miquelon*

Les îles Saint-Pierre-et-Miquelon n'ont possédé longtemps que des cartes marines dressées au siècle dernier : une carte générale au 1/62 000, une autre de Saint-Pierre au 1/18 000.

En 1950, une mission de l'IGN a effectué la triangulation de l'archipel avec rattachement à Terre-Neuve, en accord avec le Canada. Puis elle a procédé à la stéréopréparation et au précomplétement d'une couverture photographique canadienne. La restitution photogrammétrique, exécutée en 1952/53, a permis l'édition en 1955 d'une carte au 1/20 000 en six feuilles (une pour Saint-Pierre, cinq pour Miquelon).

Cette carte, du type français métropolitain, est en quatre couleurs : noir (planimétrie, écritures, habillage); bleu (hydrographie); bistre (courbes de niveau à l'équidistance 5 m); vert (végétation). Elle est dressée en projection UTM sur l'ellipsoïde de Clarke 1866.

Une carte dérivée au 1/50 000 en une feuille, du type métropolitain également (mêmes couleurs que le 1/20 000, plus un estompage du relief), a été éditée en 1957.

Ces cartes n'ont pas été révisées depuis leur première édition.

B. — *Martinique*

La première carte d'ensemble de la Martinique est une carte marine au 1/80 000 levée au siècle dernier. Puis, en 1925 et 1926, les autorités locales ont fait exécuter par la Compagnie aérienne française un plan cadastral au 1/5 000 appuyé sur une triangulation, mais sans représentation orographique. En 1930, le Ministère des colonies en a tiré une carte au 1/50 000 en deux feuilles, avec courbes figuratives à l'équidistance de 20 mètres.

En 1947, l'IGN a procédé à la couverture photographique aérienne, puis, en 1951 et 1952, au nivellement de précision et à la reprise de la triangulation de 1925 et 1926, déjà complétée par le Service hydrographique de la Marine en 1939. Les levés photogrammétriques réguliers et le complétement topographique ont été effectués de 1948 à 1953.

Comme en métropole, la carte de base au 1/20 000 est en quatre couleurs : noir, bleu, bistre (équidistance des courbes : 10 m), vert. Elle est dressée en projection UTM sur l'ellipsoïde international. Elle comprend 23 feuilles dont la publication a été achevée en 1956, et qui n'ont pas été révisées depuis.

La carte dérivée au 1/50 000 en quatre feuilles, toujours dans le type métropolitain (soit en cinq couleurs, dont un estompage du relief), a paru en 1958. Cette carte, comme le 1/20 000, n'a pas été révisée.

* Le texte original de cette communication, préparé par G. Alinhac, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF.67/L.7.

De ces cartes de base a été tirée une carte routière et touristique au 1/100 000 en une seule feuille, parue en 1958 et révisée en 1972. Cette carte est livrée pliée, dans la facture habituelle à sa destination : routes surchargées en rouge et en jaune, kilométrage, symboles et renseignements touristiques, relief traduit par un estompage sans courbes.

Enfin, une carte en relief au 1/100 000 a été produite en 1960, sur le fond de la carte routière et touristique (échelle altimétrique : 1/66 666).

C. — *Guadeloupe et ses dépendances*

La Guadeloupe, comme la Martinique, n'a longtemps disposé que d'une carte marine datant du siècle dernier, à l'échelle du 1/135 000, et d'une carte d'ensemble au 1/100 000 dressée par le Ministère des colonies.

En 1946, l'IGN a effectué la couverture photographique aérienne, puis de 1947 à 1952 la triangulation, le nivellement de précision et les levés photogrammétriques réguliers précomplétés pour l'île et ses dépendances (Marie-Galante, les Saintes, la Désirade, Saint-Martin, Saint-Barthélemy).

La carte de base au 1/20 000 est publiée en 36 feuilles, dans les mêmes spécifications que celle de la Martinique, mais avec courbes de niveau à équidistance de 5 mètres pour les feuilles de faible relief. La première édition était terminée en 1957. Une seconde édition révisée a paru en 1969.

La carte dérivée au 1/50 000 en six feuilles, publiée en 1958, a été également révisée en 1969.

Une carte routière et touristique au 1/100 000, identique en tous points à celle de la Martinique, a été éditée en 1958 et révisée en 1971. Elle a donné naissance elle aussi à une version en relief, parue en 1964 (échelle altimétrique : 1/66 666).

D. — *Guyane française*

La Guyane, l'un des plus anciens territoires français d'outre-mer, est demeurée longtemps aussi l'un des plus mal connus, malgré la découverte des placers, au siècle dernier, qui y attira explorateurs et prospecteurs. Seuls existaient quelques levés hydrographiques relatifs aux côtes, aux îles, aux estuaires des grands fleuves. En 1934, un petit bureau topographique militaire fut créé à Cayenne, le Service géographique de l'Inini, qui a effectué quelques travaux localisés. Dans ces conditions, les cartes d'ensemble ne pouvaient être qu'extrêmement vagues et incomplètes.

A partir de 1945, l'IGN entreprit une reconnaissance méthodique du territoire. Des missions remontèrent l'Oyapock, le Maroni et leurs affluents (1947-1948) et atteignirent la ligne de partage des eaux qui définit la frontière médiridionale, redressant des erreurs considérables portées sur les anciennes cartes. Une première carte de reconnaissance au 1/500 000 fut dressée, qui faisait le point des matériaux rassemblés jusqu'alors (1949-1950). Cette carte a été révisée en 1963.

D'autre part, un canevas astronomique et un précomplétement ont été effectués, principalement le long des cours d'eau qui constituent les seules voies possibles de pénétration. Sur ces bases, on a exploité et restitué à Paris les photographies trimetrogon prises par l'armée de l'air des Etats-Unis pendant la seconde guerre mondiale. Ainsi, dès 1952, l'ensemble du territoire était couvert par des esquisses planimétriques au 1/100 000 avec courbes figuratives, plus ou moins élaborées :

a) Des études provisoires monochromes basées sur les levés d'itinéraires, dans les bassins de l'Oyapock et du Maroni;

b) Des esquisses photogrammétriques monochromes provenant de l'exploitation sommaire de la couverture aérienne, dans le centre;

c) Des esquisses photogrammétriques polychromes plus élaborées couvrant le tiers septentrional du pays.

Un peu plus tard, de 1954 à 1958, on a dressé, d'après une première couverture aérienne verticale IGN, une esquisse photogrammétrique et un tableau d'assemblage de la couverture photographique, partiellement complétés, qui ont été publiés en 11 feuilles au 1/200 000. Comme son nom l'indique, cette carte est destinée à faciliter l'emploi des photos aériennes en fournissant le canevas qui permet de les localiser.

Parallèlement, l'IGN a entrepris en 1957 la carte de base au 1/50 000, appuyée sur les mêmes éléments de canevas par triangulations par plaques à fentes radiales (TPFR) et aérocheminement. Dressée en projection UTM sur l'ellipsoïde international, cette carte est en quatre couleurs : noir, bleu, bistre (courbes à équidistance 20 m), vert. Elle couvre à peu près le tiers du pays, principalement le Nord et le littoral.

Enfin, dans le cadre des engagements pris par la France à l'égard de l'Organisation de l'aviation civile internationale, l'IGN édite la feuille au 1/1 000 000 de Maroni, n° 2825.

II. — Cartographie à petite échelle du continent américain

Outre sa tâche fondamentale, qui est l'équipement géographique de base de la France métropolitaine et d'outre-mer et l'établissement de toutes cartes dérivées relatives à ces mêmes pays, l'IGN prépare et édite un certain nombre de cartes générales à petite échelle qui débordent largement le territoire national. Ces cartes sont dressées par compilation de la documentationn la plus diverse, notamment les cartes publiées par les services officiels des Etats intéressés. Parmi ces productions, deux des plus importantes s'étendent au continent américain : la Carte des continents au 1/5 000 000 et la Carte générale du monde au 1/10 000 000 (à l'équateur).

A. — *Carte des continents au 1/5 000 000*

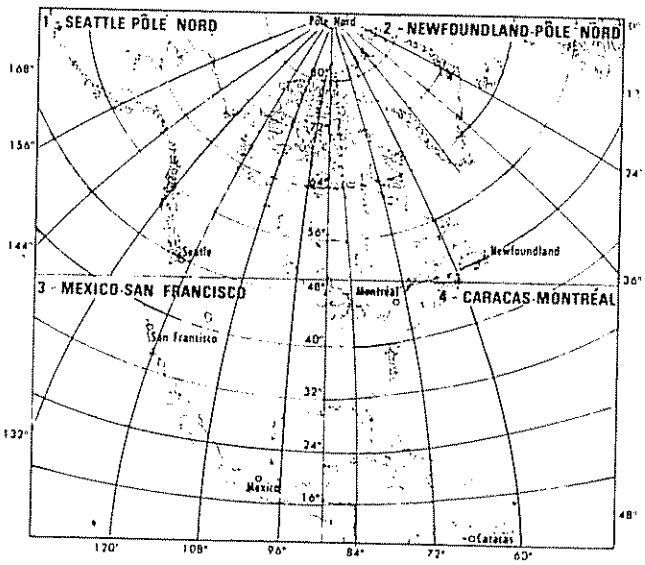
Conformément aux recommandations de l'Organisation des Nations Unies, l'IGN a dressé et publié les feuilles de la Carte internationale du monde au 1/1 000 000 (CIM) dont la France avait accepté la responsabilité, en ce qui concerne les territoires français métropolitains et ultramarins et les pays africains francophones. La première édition était achevée en 1970.

Pour prolonger et compléter cette œuvre, l'IGN a entrepris, en 1962, une carte de l'ensemble des continents à l'échelle du 1/5 000 000, dont les spécifications sont directement inspirées de celles de la CIM, compte tenu des nécessités de l'échelle.

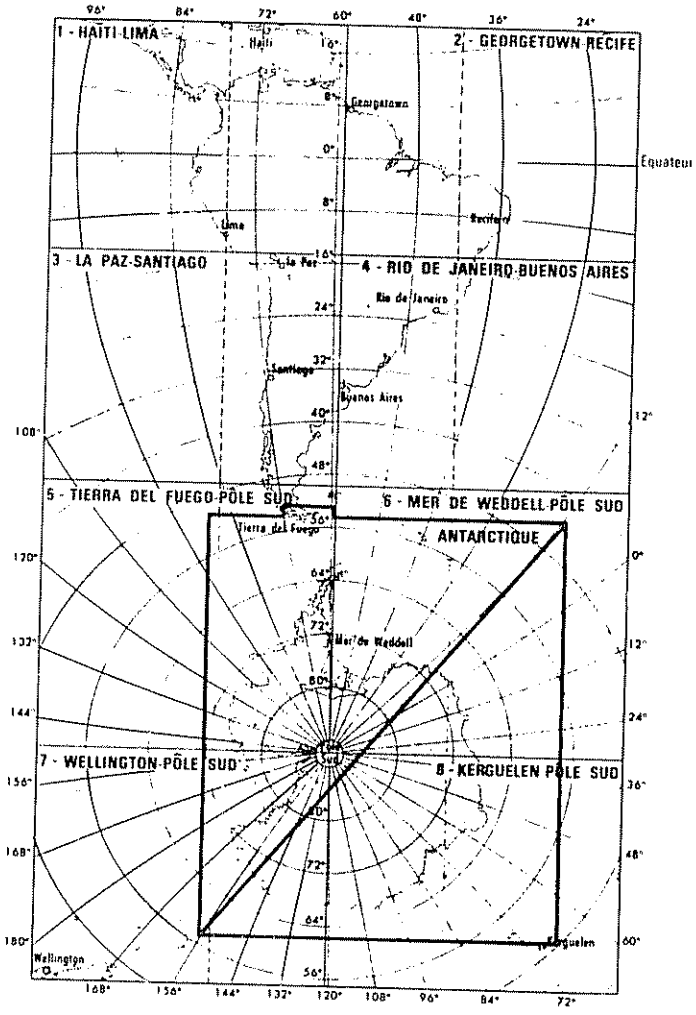
CARTE GÉNÉRALE DES CONTINENTS AU 1 : 5 000 000

1 mm sur la carte représente 5 km
Double projection de Mercator Transverse
Ellipsoïde international
Réseau géographique en degrés
1 feuille spéciale " Antarctique " de format 113 × 137 cm
Toponymie internationale
Edition en 7 à 11 couleurs à plat

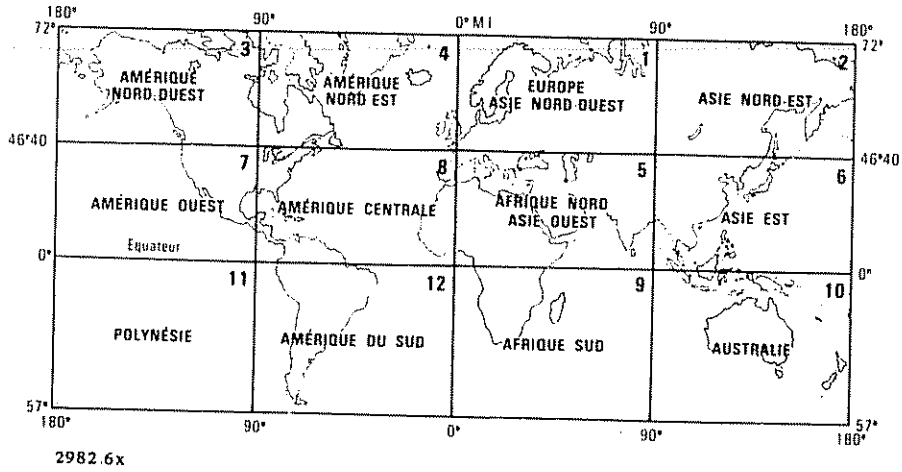
AMÉRIQUE DU NORD



AMÉRIQUE DU SUD-ANTARCTIQUE



CARTE GÉNÉRALE DU MONDE



Planisphère au **1 : 10 000 000** à l'équateur
1 mm sur la carte représente 10 km à l'équateur
Réseau géographique en degrés
Projection de Mercator
12 feuilles assemblables dont :
8 de format 58.5 × 100 cm
4 de format 77 × 100 cm
1 feuille de titre
Format de l'assemblage : 1 95 × 4 m environ
Toponymie internationale
Edition en 10 couleurs à plat

Figure 6. France : Carte du continent américain au 1/5 000 000 et Carte du monde au 1/10 000 000

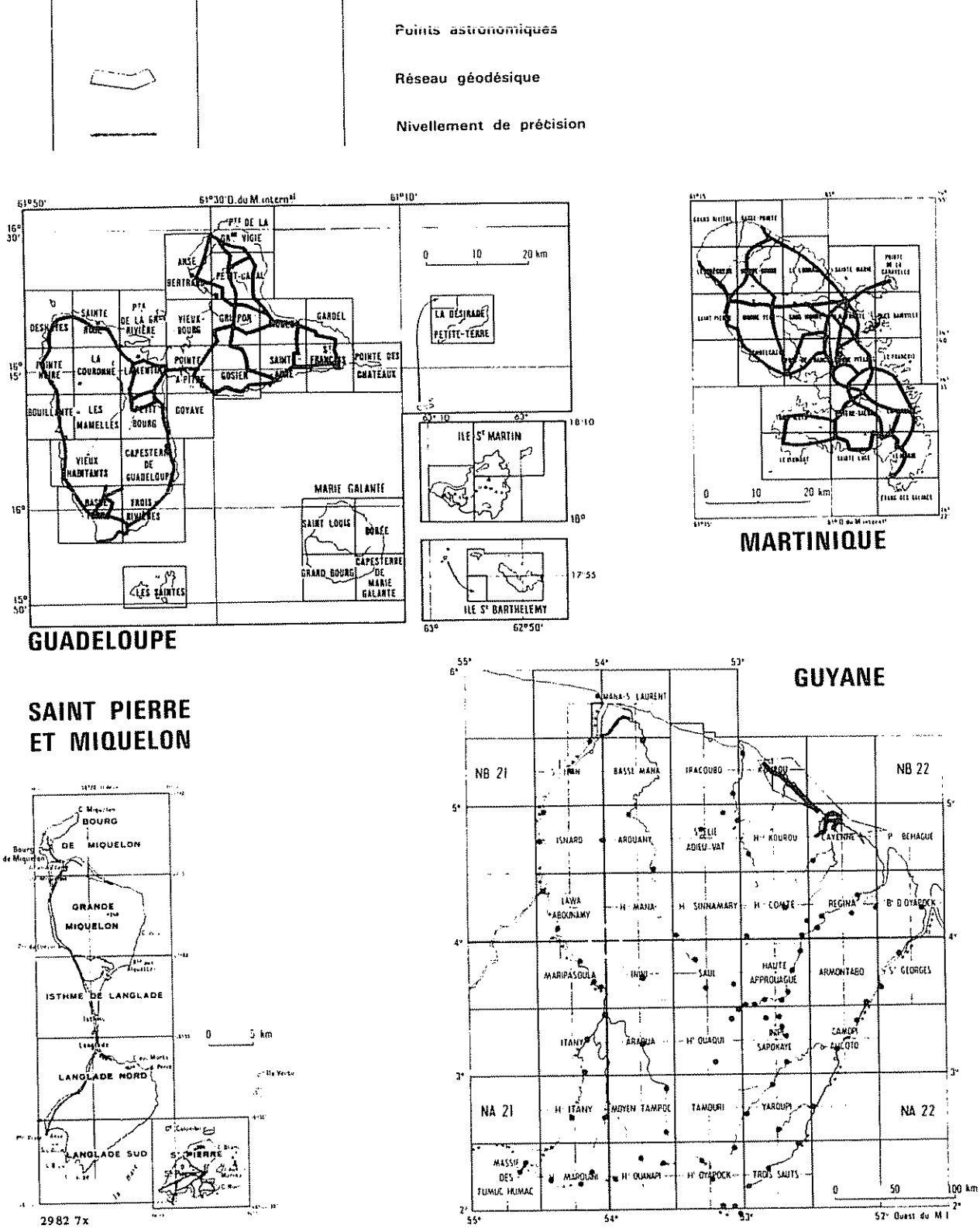


Figure 7. France : géodésie, astronomie et nivellement de la Guadeloupe, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Martinique et la Guyane française

Situation au 31 Décembre 1975

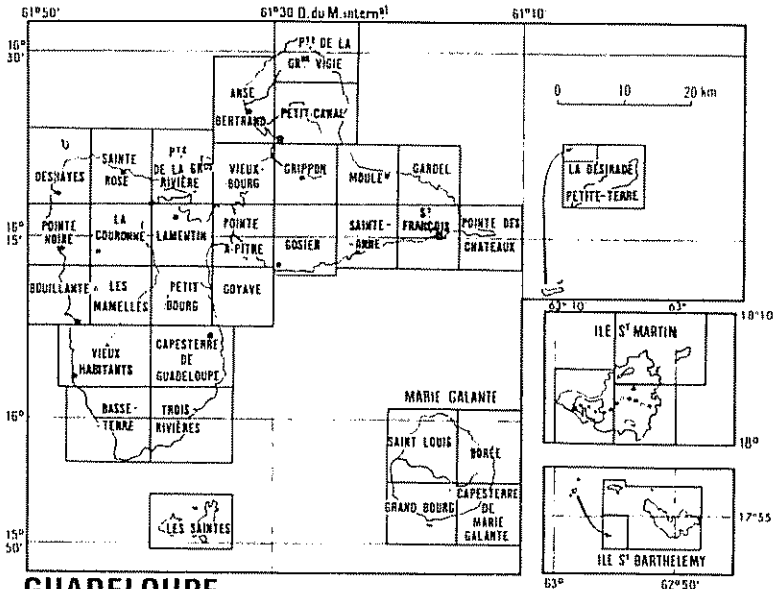
Travaux réalisés	en cours ou prévus
☐	▨

N O T I C E — *La couverture photographique satisfait aux conditions générales ci-après :*

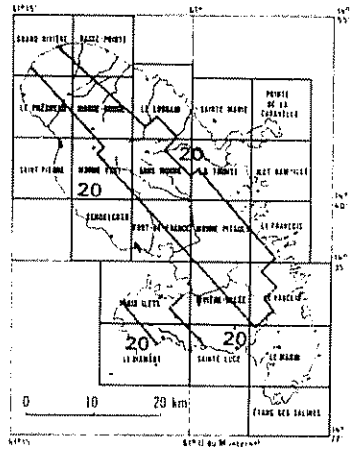
- Chambres métriques de prise de vues
- Axe de prise de vue sensiblement vertical
- Couverture totale de chaque zone par des bandes de photographies rectilignes et parallèles
- Recouvrement longitudinal de deux clichés successifs d'une bande : 60 %
- Recouvrement latéral de deux bandes adjacentes : 15 %
- Excellente netteté

Ces clichés permettent :

- L'étude détaillée du terrain par examen stéréoscopique des épreuves
- L'obtention d'agrandissements, jusqu'à 4 et même 5 fois, des photographies originales
- La restitution précise



GUADELOUPE : Prise de vues de 1950 au 1 : 25 000 et au 1 : 40 000 (Couverture complète)



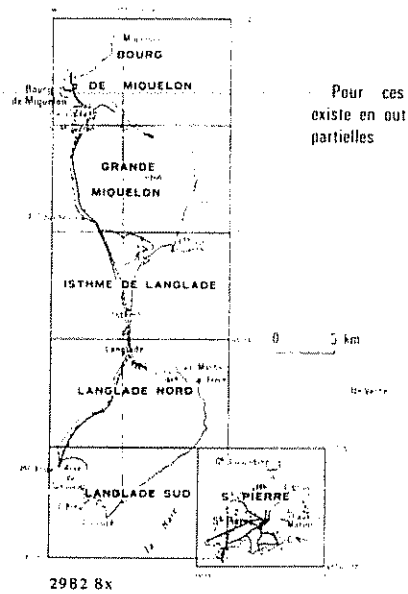
MARTINIQUE

Prise de vues de 1950 au 1 : 25 000 et au 1 : 40 000 (Couverture complète)

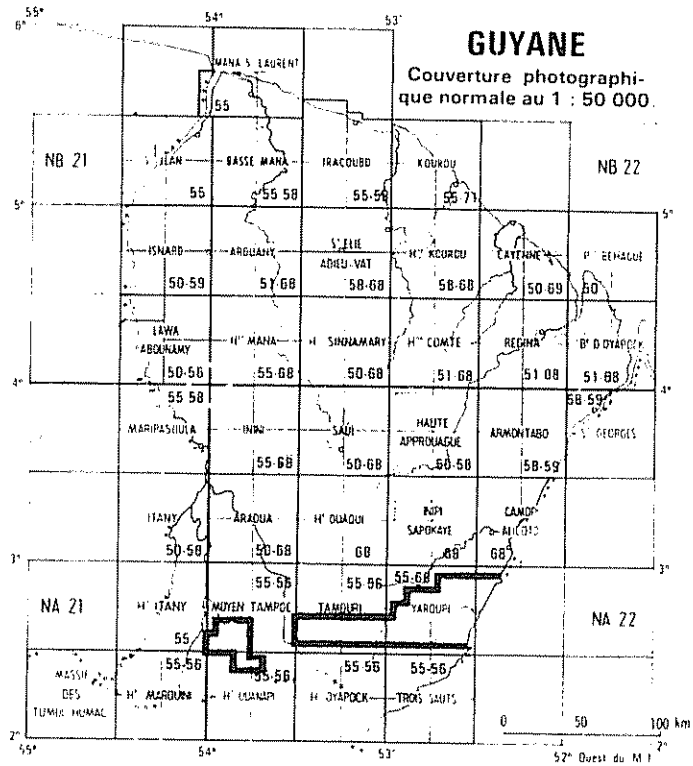
20 [illegible] 1 : 20 000 en 1975

SAINT PIERRE ET MIQUELON

Prise de vues de 1952 au 1 : 25 000



Pour ces départements il existe en outre des couvertures partielles



GUYANE

Couverture photographique normale au 1 : 50 000

Figure 8. France : photographies aériennes de la Guadeloupe, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Martinique et la Guyane française

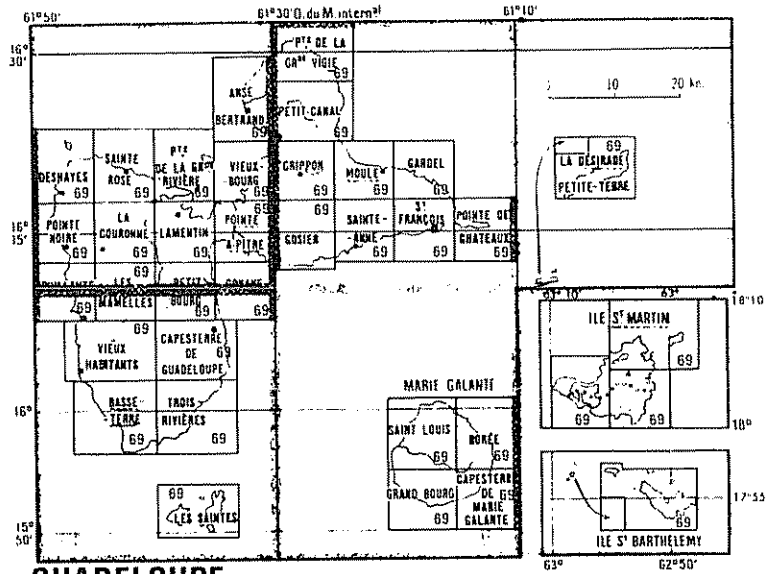
Situation au
31 Décembre 1975

Feuille publiée	en cours ou prévue
☐	▨
▭	

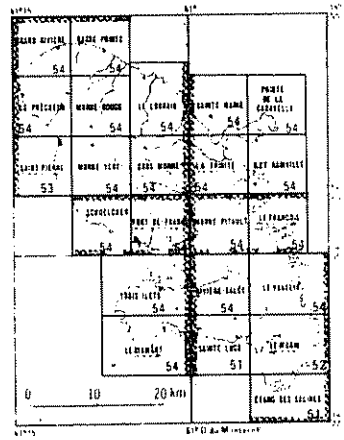
Carte au 1 : 20 000 (Martinique, Guadeloupe, St-Pierre-et-Miquelon)

Carte au 1 : 50 000 (Guyane)

Carte au 1 : 50 000 (Martinique, Guadeloupe, St-Pierre-et-Miquelon)



GUADELOUPE : le chiffre indique l'année de la dernière révision

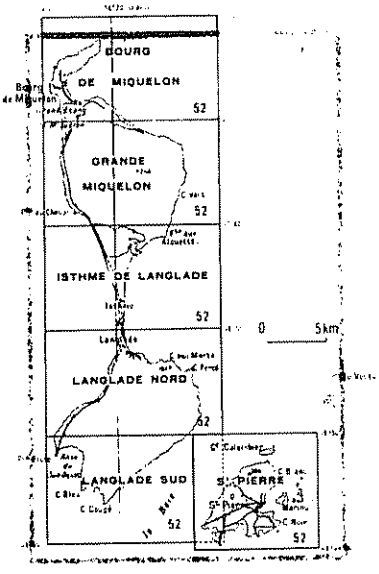


MARTINIQUE

le chiffre indique l'année du complètement ou de la dernière révision

SAINT PIERRE ET MIQUELON

le chiffre indique l'année de la prise de vues aériennes



2982.9x

GUYANE

le chiffre indique en général l'année du précomplètement.

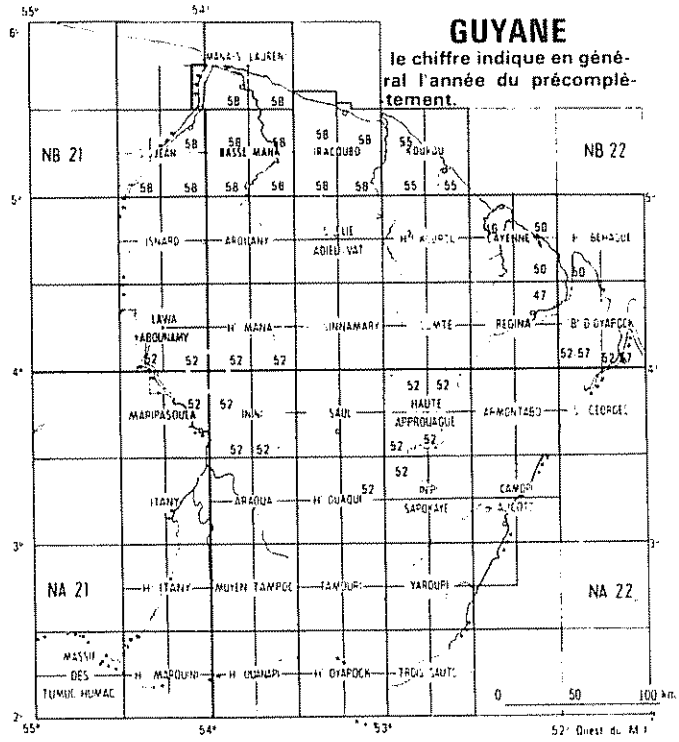
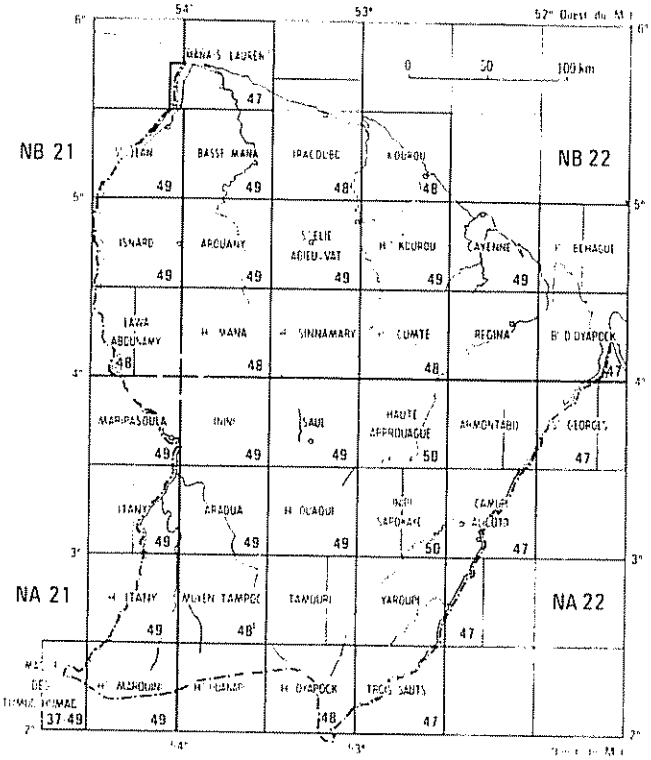


Figure 9. France : cartes de la Guadeloupe, Saint-Pierre-et-Miquelon, la Martinique et la Guyane française au 1/20 000 et au 1/50 000

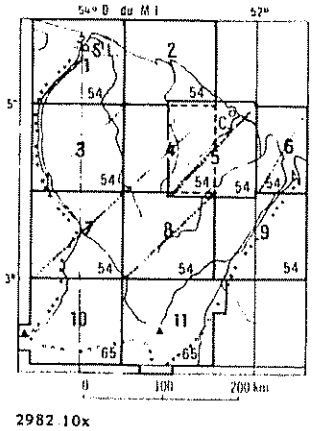
Situation au
31 Décembre 1975

Feuille publiée	en cours ou prévue	
☐	▨	Carte ou esquisse photogrammétrique en couleurs
☐	▨	Esquisse photogrammétrique monochrome. levés de rivières



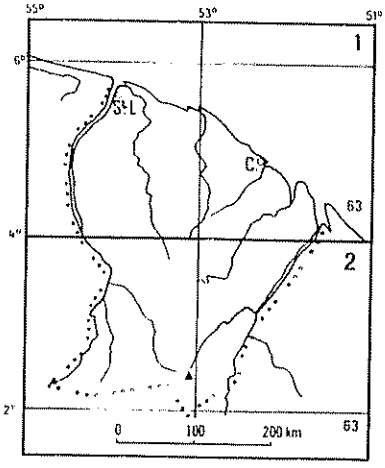
GUYANE
CARTE AU 1 : 100 000

Le chiffre indique en général l'année du complètement pour les cartes ou de la couverture photographique pour les esquisses



GUYANE
CARTE AU 1 : 200 000

Le chiffre indique l'année de la dernière révision.



GUYANE
CARTE AU 1 : 500 000

Le chiffre indique l'année de la dernière révision.

2982 10x

Figure 10. France : carte de la Guyane française au 1/100 000, au 1/200 000 et au 1/500 000

Précise et détaillée, préparée à l'aide des sources les plus récentes (en particulier les séries terrestres et aéronautiques au 1/1 000 000), couvrant toutes les terres émergées dans une facture homogène, une telle série au 1/5 000 000 offre un double intérêt : d'une part, elle constitue pour le public, spécialisé ou non, un document présenté de manière à permettre des assemblages continentaux plus ou moins étendus; d'autre part, ses éléments constitutifs, convenablement aménagés si nécessaire, peuvent donner naissance à des fonds de cartes thématiques pour les besoins des organismes scientifiques et techniques, nationaux ou internationaux.

La projection adoptée est un système de Mercator transverse, appliqué par bandes méridiennes limitées à l'est et à l'ouest par des droites parallèles situées de part et d'autre du méridien central à 40° de longitude équatoriale. Le facteur d'échelle varie de 0,95 sur le méridien central à 1,26 sur les limites de bande. Les méridiens tracés tous les 6° et les parallèles tous les 4° reproduisent le découpage théorique de la Carte internationale du monde, dont les éléments de numérotage figurent dans les marges

La carte comprend au total 34 feuilles réparties en 5 bandes méridiennes, dont 2 intéressent le continent américain : la bande 2 en 4 feuilles (Amérique du Nord) et la bande 3 en 8 feuilles (Amérique du Sud-Antarctique). Les feuilles sont rectangulaires et mesurent 0,93 mètres de largeur sur 0,85 ou 0,64 de hauteur.

La carte est imprimée en 10 couleurs : noir pour les villes, les voies ferrées, les limites internationales et administratives, les écritures non relatives à l'hydrographie; rouge pour le réseau routier; bleu clair et bleu foncé pour l'hydrographie et les écritures s'y rapportant; bistre pour les courbes de niveau et les figurés relatifs à la nature du sol; gris pour l'estompage du relief; vert, jaune, orangé, violet pour les teintes hypsométriques.

La carte étant destinée à l'usage international aussi bien que national, les règles adoptées pour la toponymie respectent les recommandations de l'Organisation des Nations Unies. Les noms de lieu et les termes géographiques sont écrits dans leur forme nationale officielle pour les pays qui font usage de l'alphabet latin. Pour ceux qui utilisent d'autres modes d'écritures, ils sont transcrits en caractères latins conformément soit au système choisi par le pays considéré lorsqu'il existe, soit au système établi par le Board on Geographic Names des Etats-Unis. Par exception, la forme française est adoptée pour les grands accidents géographiques jouxtant plusieurs pays de langue différente, ainsi que pour le continent antarctique, où aucune souveraineté n'est officiellement reconnue. La légende de chaque feuille comporte un glossaire des termes géographiques courants dans les langues des pays représentés.

Les cotes sont exprimées en mètres, une échelle de conversion en pieds figurant dans la marge. Tous les textes et rubriques de la légende sont bilingues (français-anglais).

Les feuilles relatives au continent américain ont paru en 1969 pour l'Amérique du Nord et en 1968 pour l'Amérique du Sud. Elles n'ont pas été révisées depuis.

B. — *Carte générale du monde au 1/10 000 000 (à l'équateur)*

Entre 1960 et 1970, l'IGN a préparé et édité un planisphère en projection de Mercator découpé en 12 feuilles par des méridiens distants de 90° (méridien origine : international) et par les parallèles 72° nord, 46°40' nord, équateur, 57° sud. Bien entendu, les régions arctique et antarctique ne sont pas représentées. L'échelle est de 1/10 000 000 à l'équateur et de 1/3 430 400 sur le parallèle 70°. Les 12 feuilles assemblées forment un panneau de 4,00 × 1,93 mètres.

Comme pour la Carte des continents, les spécifications dérivent de celles de la CIM, adaptées à l'échelle, et la toponymie respecte les règles internationales.

Les feuilles 3, 4, 7, 8, 12, relatives au continent américain, ont paru de 1963 à 1968. Elles n'ont pas été révisées depuis.

Actividades cartográficas en Panamá*

Documento presentado por Panamá

SUMMARY

Cartographic activities carried out in Panama from the days of its conquest and colonization to the present time went through several different stages before reaching their current highly developed and diversified level.

Professor Angel Rubio divided cartography in Panama into five periods and it is, of course, in the latest period (scientific—1946 onwards) that this activity has come to flourish, with a substantial and diversified cartographic production which can be divided into three major groups:

Work of Professor Angel Rubio who, between 1939 and his death in 1962, carried out very valuable geographical re-

RÉSUMÉ

Les activités cartographiques menées au Panama de la conquête et la colonisation à ce jour ont abouti, par diverses étapes, à un degré élevé de développement et à une grande variété.

Le professeur Angel Rubio a divisé la cartographie du Panama en cinq périodes. C'est évidemment dans la dernière période (scientifique-1946 et après) que les activités cartographiques ont été les plus fécondes et les plus diverses. Celle-ci compte trois grands groupes :

Travaux du professeur Angel Rubio, qui, de 1939 jusqu'à sa mort en 1962, a déployé une féconde activité d'investigation dans le domaine de la géographie et illustré ses travaux par quelque 430 cartes et cartogrammes.

L'Institut géographique national "Tommy Guardia", créé en 1946 en tant que section de cartographie de la route

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF 67/L 64

search and accompanied his works with some 430 maps and illustrative cartograms.

The "Tommy Guardia" National Geographic Institute was established in 1946 as the Cartography Section of the Pan-American Highway, with the job of surveying for official maps of Panama. It now enjoys solid national and international prestige and is responsible for carrying out a variety of geographical, geodetic, cartographic, topographical, cadastral, hydrographic and other similar studies and operations. Its main activity is cartographic, and, to a large extent, it has received the support of the Inter-American Geodetic Service. Its main cartographic production comprises 1:50,000 scale maps (70 per cent of the territory), a general 1:250,000 scale map, 1:500,000 school maps, 1:10,000 cadastral maps, city plans and pictomaps, 1:5,000 photo-plans of the country's main towns, aeronautical charts, a nautical chart of the Bay of Panama and the National Atlas of Panama. There is also aerial photographic coverage of approximately 80 per cent of our territory, a precisely adjusted triangulation and levelling network, a coastal support network for hydrographic surveys and a recently established series of geomagnetic stations.

Other institutions. Under this heading, mention should be made of the work of a number of public and private institutions which prepare cartographic material relating to their own specific functions. In general, the maps prepared by the "Tommy Guardia" National Geographic Institute provide the base for their cartography. These institutions include the Cartography Unit of the Statistics and Census Division, with its census maps, the Division of Rural Land and Water Surveys (now defunct) of the Land Reform Commission, with its atlas inventorying natural resources, the Division of Renewable Natural Resources, with its maps inventorying forestry resources, the Division of Mineral Resources, with its geological maps, the Population Research Office of the Ministry of Health, with its two health atlases, the Division of Cadastral Surveys, with its cadastral maps (urban), the General Division of Urban Development, the Civil Aviation Division, the Institute of Water Resources and Electrification, and the private firm INGEO S.A.

panaméricaine et chargé d'établir les cartes officielles du Panama, constitue aujourd'hui un organisme prestigieux, sur les plans tant national qu'international. Il mène à bien diverses études ou opérations en matière de géographie, de géodésie, de cartographie, de topographie, de cadastre, d'hydrographie, etc. Sa principale activité est d'ordre cartographique, et il a bénéficié largement du concours du Service géodésique interaméricain. La principale production cartographique consiste dans des cartes au 1/50 000 (70 p. 100 du territoire), une carte générale au 1/250 000, des cartes scolaires au 1/500 000, des cartes cadastrales au 1/10 000, des plans et des pictocartes des villes, de photoplans au 1/5 000 des principales agglomérations du pays, des cartes aéronautiques, une carte nautique du golfe de Panama ainsi que l'atlas national du Panama. Il faut mentionner en outre l'existence d'un relevé aérophotogrammétique couvrant environ 80 p. 100 du territoire panaméen, d'un réseau bien ajusté de triangulation et de nivellement, d'un réseau d'appui côtier pour les levés hydrographiques ainsi qu'une série de stations géomagnétiques, récemment établies.

Autres organismes. Dans ce groupe, il convient de mettre en relief les activités d'une série d'établissements publics et privés qui élaborent des documents cartographiques relatifs à leurs fonctions particulières. D'une manière générale, ces établissements fondent leur cartographie sur les cartes préparées par l'Institut géographique national "Tommy Guardia". Parmi eux, on cite notamment la Section de cartographie de la Direction de la statistique et du recensement, qui dresse des cartes de recensement, le Cadastre rural des terres et des eaux (qui n'existe plus) de la Commission de la réforme agraire, auteur d'un inventaire des ressources physiques, la Direction des ressources naturelles renouvelables, avec ses cartes d'inventaire des ressources forestières, la Direction générale des ressources minérales, qui établit des cartes géologiques, le Bureau d'études de la population du Ministère de la santé publique, qui a publié deux atlas sanitaires, la Direction générale du cadastre, qui dresse des cartes cadastrales (urbaines), la Direction générale du développement urbain, la Direction de l'aéronautique civile, l'Institut des ressources hydrauliques et de l'électrification, ainsi que la société privée INGEO, S.A.

Introducción

El presente trabajo constituye una reseña histórica de las actividades cartográficas realizadas en nuestro país desde los primeros años de la conquista y colonización hasta nuestros días. De ninguna manera pretendemos presentar algo novedoso al respecto, porque este tema es relativamente conocido en aquellos círculos donde se desarrollan tales actividades, no obstante ser poca la bibliografía existente. Por otro lado, el espacio tan reducido de un informe nos obliga a presentar solamente los rasgos más interesantes de la actividad cartográfica en nuestro país.

Para la elaboración de este informe, hemos utilizado como bibliografía básica la tesis de graduación del Licdo. José A. Barahona, titulada *El Desarrollo de la Cartografía en Panamá*, en la cual se recoge la periodificación que hizo el Prof. Angel Rubio sobre la cartografía panameña. Este material ha sido actualizado con otras fuentes, así como también con el aporte de distintos funcionarios de las instituciones que aquí mismo se mencionan.

Esperamos que este modesto trabajo contribuya en cierta manera a obtener una ligera visión del desarrollo de las actividades cartográficas en la República de Panamá.

Reseña histórica

En nuestro país la actividad cartográfica ha pasado por diversas etapas hasta llegar a obtener el alto grado de desarrollo y la gran variedad que hoy posee.

Para efectos del presente informe, hemos utilizado la periodificación presentada por el Prof. Angel Rubio en su *Esquema Histórico de la Cartografía en Panamá*, la cual se desarrolla a continuación.

I. Colonial primitivo

Este período que abarca los siglos XVI y XVII se distingue por una cartografía descriptiva e íntimamente vinculada a los

grandes descubrimientos, se elabora una gran cantidad de planos y mapas esquemáticos y sencillos del Istmo de Panamá, así como también de algunas poblaciones y tierras conquistadas. Se distinguen en este período tres mapas importantes: el *Mapa Mundi de Juan de la Cosa*, de 1500, en el cual, un año antes del descubrimiento del Istmo ya aparecen algunos trazos del mismo; el *Mapa Mundi de Diego de Rivero* de 1529 que se considera el primer mapa científico del mundo y representa a América en forma general y el Istmo de Panamá aparece bien definido; finalmente la *Carta de Ruiz Peñate*, una de las primeras cartas del Istmo aunque representa sólo la parte de Darién.

II. Colonial perfeccionado

Durante el siglo XVIII o Período Colonial Perfeccionado hay varios hechos importantes para la cartografía panameña; cabe destacar:

a) Las grandes expediciones marítimas e hidrográficas encabezadas por marinos españoles, quienes al llegar a Panamá hicieron múltiples levantamientos hidrográficos;

b) La aparición de nuevos instrumentos que permitieron hacer levantamientos topográficos;

c) Los trabajos realizados por los hermanos Ulloa al pasar por Panamá la Misión Geodésica de la Academia de Ciencias de París, los cuales se refieren a geodesia, topografía, hidrografía etc., en Portobelo, Río Chagres y en la Bahía y Ciudad de Panamá;

d) El Mapa del Istmo de Panamá preparado por Nicolás Rodríguez en 1774 y el Mapa inglés de J. Bew sobre la parte central de nuestro país, dibujado en 1783.

III. Cartografía moderna

En el siglo XIX Panamá participa de las grandes transformaciones mundiales y en materia cartográfica logra buenos avances, ya que acontecimientos como la construcción del Ferrocarril de Panamá en 1848 y la construcción del Canal de Panamá a partir de 1880 requirieron de previos levantamientos topográficos para elaborar planos.

De este siglo es importante también la obra de la Comisión Corográfica Colombiana, llamada Geografía y Política de los Estados Unidos de Colombia, publicada en 1862 y que fue redactada por Felipe Pérez.

Lo más representativo de la cartografía de este siglo es, sin duda, la Carta de H. Tiedermann (1851), la cual muestra claramente la ruta del Ferrocarril de Panama y áreas aledañas, así como también el mapa Agustín Codazzi, fechado en 1855 y denominado Carta del Istmo de Panamá, Darién y el Chocó, el cual sirvió de base a los posteriores mapas generales de la República de Panamá.

También es notable en este período la preparación de cartas náuticas de nuestras costas, por parte de varios países como: España, Inglaterra, Alemania y Estados Unidos.

Finalmente debemos señalar que existen diversas colecciones de material cartográfico colonial y moderno sobre nuestro país, en varias partes del mundo, tales como la del Archivo General de Indias y la colección privada del capitán inglés Kit S. Kapp.

IV. Siglo XX: primeros mapas generales de la República de Panamá

En este período, la obra cartográfica más importante la constituyen los primeros mapas generales de la República de Panamá, los cuales se elaboraron con fines didácticos; ellos son:

1. Mapa Físico y Político, escala 1:500.000 de la República de Panamá, en 1910, por Ramón Ma. Valdés;

2. Mapa Político de la República de Panamá, en 1925, elaborado por Sabas Villegas, escala 1:500.000;

3. En 1926 el Ing. Macario Solís elabora el nuevo Mapa General de la República de Panamá; éste también es político únicamente y a escala 1:600.000;

4. Entre los años de 1937 y 1938 es elaborado el Mapa Físico y Político a escala 1:500.000, por Giovani-Agostini y el Ing. Ernesto Jaén Guardia.

Pero a la vez también hacen su aparición otros mapas como la hoja C-17, Panamá a escala 1:1.000.000, preparada en 1924 por la American Geographical Society, y el Mapa Físico de la República de Panamá a escala 1:250.000, preparado por los servicios técnicos de la Zona del Canal de Panamá e impreso en 1930.

V. Período científico

Se inicia en 1946 al ponerse en práctica "todos los avances científicos alcanzados por la técnica cartográfica, hechos que se reflejan en la confección de mapas de gran precisión y exactitud y en una mayor producción, todo lo cual conduce a un mejor conocimiento de la configuración geográfica de nuestro país" (Barahona, 1970, pág. 3; véase más adelante "Bibliografía"). Debido a la variedad de la producción cartográfica de este período hemos subdividido al mismo en tres fases atendiendo al carácter de dicha producción.

A. *Labor del Prof. Angel Rubio*

Español de nacimiento, llegó a nuestro Istmo en 1937 y en 1939 se incorporó al recinto universitario desde donde dio forma y contenido de la geografía en nuestro país. El comprendió la naturaleza dinámica de esta ciencia y definió en forma clara y precisa el alcance y contenido de los principios básicos de una investigación geográfica en Panamá; encontró un campo propicio para desenvolver su vocación geográfica. Hizo estudios sobre diversos aspectos de la realidad geográfica panameña y su obra la dio a conocer a través de numerosos libros, ensayos y monografías. La misma consta de unos 430 mapas y cartogramas que ilustran 59 de sus más interesantes publicaciones, entre las cuales son dignas de mención: *Las Notas sobre Geología de Panamá*, ilustrada con 32 mapas explicativos; *El Callejero de la Ciudad de Panamá*, con 14 mapas; *La Ciudad de Panamá*, con 30 mapas; *La Vivienda Rural Panameña*, con 23 planos; el *Atlas Geográfico Elemental*, con 17 mapas, y el *Pequeño Atlas Geográfico de Panamá*, con 13 mapas.

Por otro lado, el Prof. Angel Rubio fue uno de los grandes preocupados por la creación de un Instituto Geográfico, así como también fue el gran impulsor de la elaboración del primer Atlas Geográfico de nuestro país (para el cual había preparado varias láminas y textos), pero que no vio realizado, debido a su repentina muerte, dos años antes de la publicación del mismo en 1965.

B. *El Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"*

El más claro antecedente de esta Institución lo encontramos en la Sección de Cartografía de la Carretera Interamericana del Ministerio de Obras Públicas, que se creó en 1946, obedeciendo a un Acuerdo establecido entre los Gobiernos de Panamá y los Estados Unidos de Norteamérica. La función de esta Sección era la de trabajar conjuntamente con el Servicio Geodésico Interamericano (rama del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de aquel país), en la compilación de mapas topográficos, cartas hidrográficas y cartas aeronáuticas del territorio continental e insular de nuestra República.

Hacia el año 1954 esta Sección de Cartografía fue elevada a la categoría de Dirección de Cartografía para que pudiera cumplir en mejor forma con sus objetivos. Funcionó entonces con su propio presupuesto y se nombró al Ing. Tomás Guardia, hijo, como su primer Director.

Luego, en 1967 al inaugurarse su edificio propio (véase la figura 27), se le designó mediante Decreto Ejecutivo con el nombre de Instituto Cartográfico "Tommy Guardia", para honrar la memoria de su primer Director, quien murió en el desempeño de sus funciones.

Finalmente, en 1969 el Instituto Cartográfico "Tommy Guardia" se transformó en Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", al aceptar nuestro Gobierno las recomendaciones formuladas en ese sentido, en diferentes reuniones de las Semanas Cartográficas Centroamericanas, las cuales propugnaban por la transformación de los Institutos Cartográficos en Institutos Geográficos. De esta forma, el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" adquirió una mayor independencia administrativa y se enrumbó hacia la realización cada día más creciente de diversos estudios y operaciones en materia geográfica, geodésica, cartográfica, topográfica, catastral, hidrográfica y otras de índole similar.

Actualmente, el Instituto se compone de siete Departamentos, bajo el mando de una Dirección y Subdirección Ejecutiva, los cuales son: Secretaría General, Cartografía, Estudios Especiales, Fotogrametría, Geodesia, Geografía, Reproducción. Uno es de orden técnico-administrativo y seis de orden técnico-científico; cada uno de los cuales cuenta con un equipo humano altamente capacitado así como también con el más moderno equipo e instrumental indispensable para la realización de sus labores.

En lo referente a estas labores, "la mayor actividad que realiza hasta ahora el Instituto Geográfico Nacional 'Tommy Guardia' es de índole cartográfica y con ello está contribuyendo enormemente a la planificada ejecución de los programas de desarrollo nacional que llevan a cabo otras instituciones públicas y privadas" (Villarreal y Lasso; 1974, pág. 318; véase más adelante "Bibliografía").

Ahora bien, la elaboración de mapas requiere del concurso de varias ciencias y técnicas afines e íntimamente relacionadas, cada uno de cuyos trabajos constituye, por sí, un significativo aporte a la cartografía. De esta manera, hoy mediante el empleo de las más modernas técnicas, contamos con el cubrimiento aerofotográfico de aproximadamente un 80% de nuestro territorio, con una bien ajustada red de triangulación y de nivelación de primer y segundo orden, con la red de apoyo costanero para levantamientos hidrográficos y con una serie de estaciones para observación geomagnética, establecidas recientemente (véanse los índices de material cartográfico que aparecen al final de este trabajo).

En lo referente a la producción cartográfica del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", en su mayoría ha sido producto del trabajo conjunto con el Gobierno norteamericano a través de numerosas entidades, entre las cuales se destaca el Servicio Geodésico Interamericano de la Agencia de Mapas para la Defensa (IAGS-DMA), y no es sino hasta 1962, cuando el Instituto logra cierta independencia al contar con el personal y el equipo requerido para atender sus variados trabajos. Luego, en 1970 adquiere su primera unidad aérea para la toma de fotografías aéreas, equipo que se refuerza en 1973 con la incorporación de un nuevo avión y al año siguiente adquiere su lancha para labores hidrográficas (véanse figuras 28 y 29).

A la par de estas adquisiciones, el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" también reorganiza periódicamente su estructura para ajustarse a las nuevas técnicas y metodología de trabajo, así como también para atender las crecientes necesidades del país.

Por otro lado, el Instituto Geográfico ha considerado siempre como muy importante para sus labores la mayor capacitación y especialización de su personal; por lo cual cada día nuevas unidades se envían a diferentes centros dentro y fuera del país para que adquieran nuevos conocimientos y metodologías que superan la calidad del trabajo que realiza esta Institución.

El material cartográfico que elabora el Instituto Geográfico Nacional es muy variado y comprende los dos tipos de cartografía: básica y temática, destacándose los fotomosaicos, fotoplanos, pictomapas, ortofotomapas, planos, mapas topográficos, cartas isogónicas, cartas náuticas, cartas aeronáuticas y los atlas. Mayor información sobre este mismo material aparece en los índices señalados.

Para finalizar, en los dos últimos años este Instituto realizó y sigue trabajando en la cartografía de proyectos de gran envergadura para el desarrollo de nuestro país, como son: Proyecto Hidroeléctrico La Fortuna, Proyecto Desarrollo Rural Integrado, Proyecto Desarrollo Integral del Bayano, Corporación Azucarera "La Victoria", Nuevo Aeropuerto de Tocumen, Atlas Nacional de Panamá, Catastro Urbano, Ciudad de Panamá, escala 1:5.000, Carta Náutica de la Bahía de Panamá, Carta Aeronáutica, escala 1:500.000.

C. *Otras instituciones*

La contribución de otras instituciones nacionales en el desarrollo de la cartografía en la República de Panamá ha sido vasta y fecunda en la producción de material cartográfico.

1. *La Dirección de Estadística y Censo* es una dependencia de la Contraloría General de la República, creada, en noviembre de 1903, con el nombre de Oficina Central de Estadística, y convertida en enero de 1946 en Dirección de Estadística y Censo, nombre de gran prestigio profesional conocido en el ámbito nacional e internacional. A través de su Sección de Cartografía prepara el material cartográfico (mapas, planos y croquis) necesarios para el planeamiento, organización y ejecución de los censos nacionales, y para encuestas y estudios especiales, y además para la preparación de láminas y cartogramas que aparecen en El Atlas de Panamá (1965). El aporte de esta Institución se destaca en mapas, planos y croquis para usos censales.

Mapas: Son levantamientos cartográficos para grandes extensiones, tales como distritos y corregimientos. Actualmente se tienen mapas para los 65 distritos y para cada uno de sus corregimientos, que cubren 505 en total. La escala más usual es 1:50 000 en los mapas distritales y 1:20.000 los de corregimientos. Los mapas censales son planimétricos.

Planos: Se refieren a la cartografía de todos los centros urbanos y principales ciudades del país.

Croquis: Se prepararon para todos los lugares que contaban con 30 o más viviendas. Se poseen planos y croquis para 1.243 lugares poblados.

Con el fin de ilustrar las publicaciones censables se han plasmado en mapas informaciones tales como: densidad de población, dispersión de la población y población urbana del país. En el período intercensal se mantiene un programa de actualización cartográfica de todo aquel material cartográfico usado en las encuestas e investigaciones especiales que realiza la Dirección de Estadística y Censo.

2. *El Catastro Rural de Tierras y Aguas* fue creado como una Dependencia de la Comisión de Reforma Agraria en diciembre de 1964, pasando en febrero de 1969 a formar parte de la Dirección General de Catastro del Ministerio de Hacienda y Tesoro. Durante los cuatro años de ejecución del Catastro Rural se inventariaron y evaluaron 104.165 fincas y predios rurales que cubrieron 1 301.819 hectáreas o sea 23.018 km^2, que se representaron en 3.300 mapas catastrales rurales a escala 1:10.00 mostrando linderos, tipo de tenencia y superficie de cada predio.

3. *El Departamento de Suelo* forma parte en la actualidad de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Desarrollo Agropecuario. En 1955 fue creado como una dependencia del Servicio Interamericano de Cooperación Agrícola en Panamá (SICAP), bajo el nombre de División de Agrocología. En marzo de 1963 se convirtió en Departamento de Forestales y Suelos del entonces Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias. En 1964 se le dio el nombre de Asesoría de Agrocología con el cual funcionó hasta principios de 1968 cuando se transformó en Departamento de Suelo que es el nombre que ostenta actualmente. El aporte cartográfico de este Departamento es los 28 planos a escalas que varían desde 1:650.000 a 1:200 sobre suelos, geología, agrocología, uso de tierras, pluvial, zonas climáticas y ecología.

4. *El Servicio Forestal*, igual que el Departamento de Suelo, forma parte de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Desarrollo Agropecuario. En 1956 se creó la Oficina Forestal que funcionaba en el SICAP; en 1963, al integrarse la Oficina Forestal al Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias, se creó el Departamento de Forestales y Suelo formado por la Sección Forestal y Sección de Suelo. Con ese nombre se le conoce hasta 1964 cuando se le designa como Servicio Forestal. El aporte cartográfico son seis mapas a escala de 1:500.000 sobre inventarios forestales, ubicación, acceso y clasificación de bosques. Además, ha preparado un mapa de la vegetación existente en el país, clasificado en siete grupos (Bosques, Perennifolios, Subperennifolios, Caducifolios, Tierras inundables y Cultivos).

5. *La Dirección General de Recursos Minerales* es una dependencia del Ministerio de Comercio e Industrias, creada en diciembre de 1970. Anteriormente (desde 1957 hasta 1963), constituía una Sección de Minas del Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias; posteriormente en 1967 pasó a Administración de Recursos Minerales, siempre del mismo Ministerio, hasta que en 1970 se crea la actual Dirección General de Recursos Minerales.

El trabajo de cartografía que elabora esta Dirección es tipo básico para el desarrollo de mapas específicos, ya sea de drenaje, planimétricos, topográficos o simbólicos, en diferentes escalas. La mayoría de los mapas se desarrollan con información de mapas base o con otros datos tomados de fotografías aéreas para finalizar con datos como clasificaciones traídas del campo, ya sea sobre mapas borradores, sobre fotos aéreas o de radar. Los trabajos más representativos en esta categoría son los mapas geológicos en toda la rama, ya sea como originales simples o mapas precisos terminados para imprimir a colores, entre los cuales se destaca el Mapa Geológico de la República de Panamá a escala 1:1.000.000.

6. *La Dirección General de Catastro* fue creada en junio de 1973 como dependencia del Ministerio de Hacienda y Tesoro, absorbiendo a la Dirección de Catastro Fiscal que había sido creada en febrero de 1969, quien a su vez había absorbido al Catastro Rural de Tierras y Aguas de la Comisión de Reforma Agraria como también a la Comisión Catastral y a la Dirección General de Tierras de dicho Ministerio. Además de la continuación y mantenimiento del Catastro Rural, tiene como función el ordenamiento del Avalúo de la Propiedad Urbana.

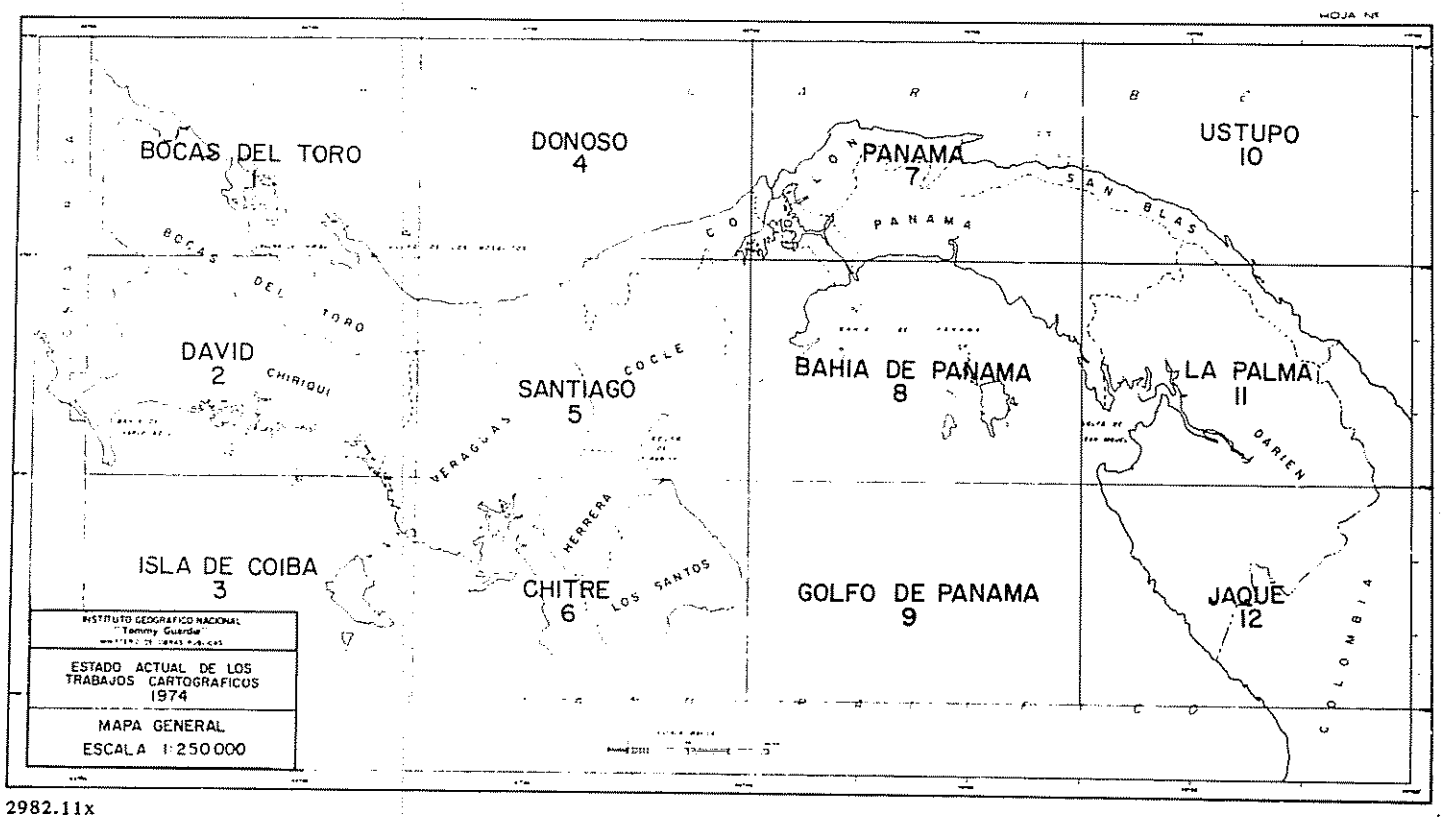
A través de su Departamento de Inventario se continuó el inventario y evaluación de 5.762 predios cubriendo un área de 193.189 hectáreas representadas en 529 mapas catastrales rurales a escala 1:10.000, con indicación de linderos, tenencias, área y vías de acceso.

El Catastro Urbano se inició en julio de 1969 y se han levantado mapas catastrales urbanos, a escala 1:1.000, con medidas referidas a un Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), esferoide Clarke 1866. Esquemáticamente consiste en mapas: *a*) Densificación de los puntos de la Red Nacional de Triangulación; *b*) Establecimiento de la Red de Poligonales dentro de los centros poblados; *c*) Dibujo de las parcelas y estructuras mediante la utilización de fotografías aéreas rectificadas. Hasta el presente se ha terminado este trabajo en la Ciudad de Panamá y áreas aledañas.

7. *La Dirección Nacional de Mantenimiento del Ministerio de Obras Públicas* tiene a su cargo la confección y actualización de mapas donde se indica la localización de las carreteras y caminos nacionales. En escala 1:500.000 y 1:250.000 se cuenta con una serie de mapas de carreteras y caminos que comprenden la Red Vial de la República de Panamá actualizada a diferentes fechas, donde se clasifican mediante símbolos de acuerdo con la superficie de rodamiento (hormigón, asfalto, grava y tierra). También se actualizan mapas que contienen información sobre Aforo de Tránsito que se refiere al número y tipos de vehículos que transitan diariamente sobre las diferentes carreteras y caminos de la Red Vial de la República.

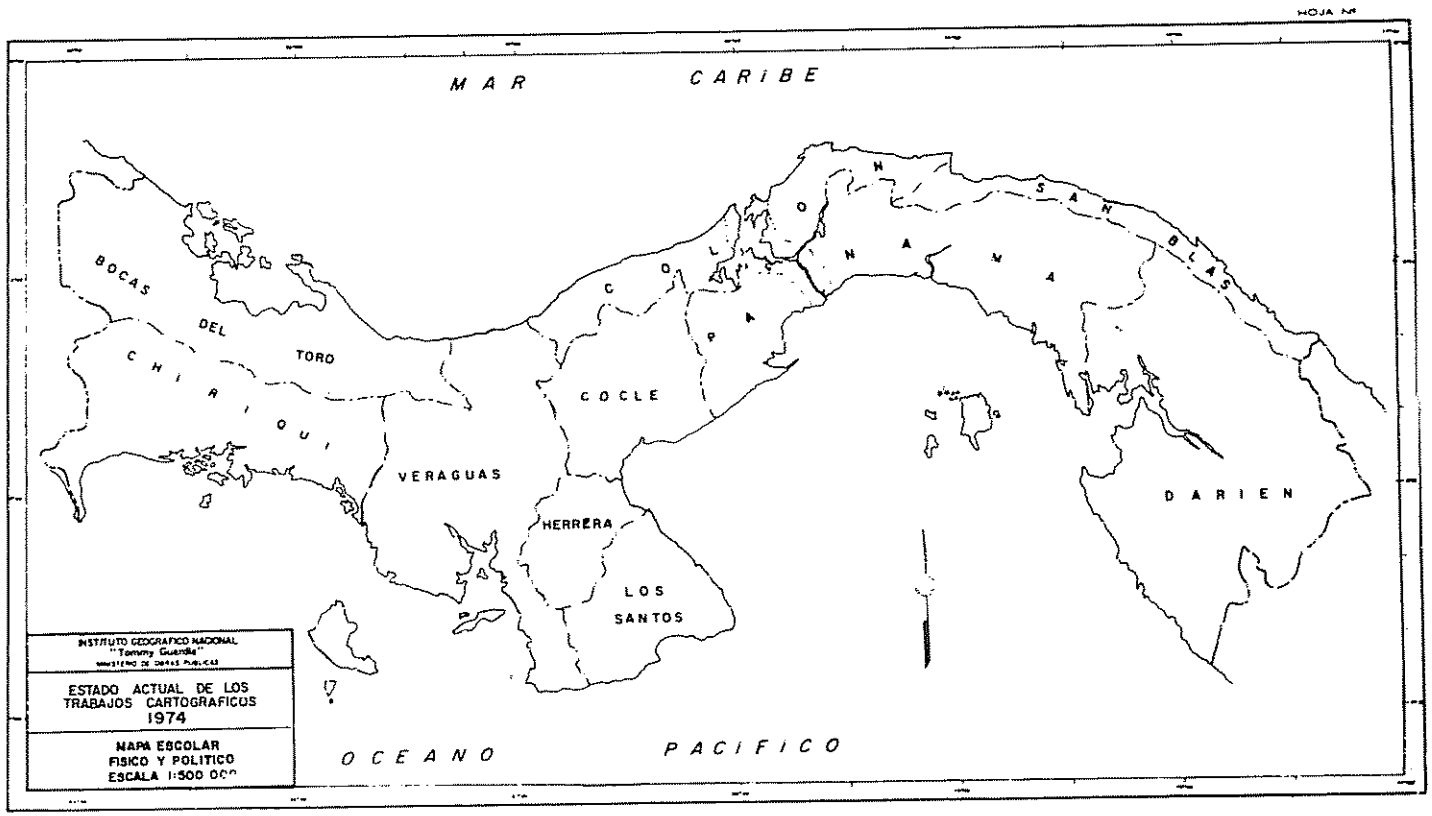
Existen mapas que indican la localización de atracaderos, muelles de uso nacional e internacional, además, aeropuertos con pistas pavimentadas, y naturales de más o menos 500 metros, aeropuertos internacionales y militares. Las vías férreas y el inventario de puentes de la Red Vial han sido incluidos en un mapa a escala 1:250.000.

INDICES DE MATERIAL CARTOGRAFICO



Preparado en 1966-67 con base a los mapas topográficos a esc. 1:50.000 y 1:25.000, mapas censales y otro material cartográfico existente. Consta de 12 hojas con formato de 1° de latitud por 1 ½° de longitud. Se presenta en ocho y cuatro colores. Precios: B/15,00 y B/10,00 respectivamente. Dimensión total: 2,72 m. × 1,89 m.

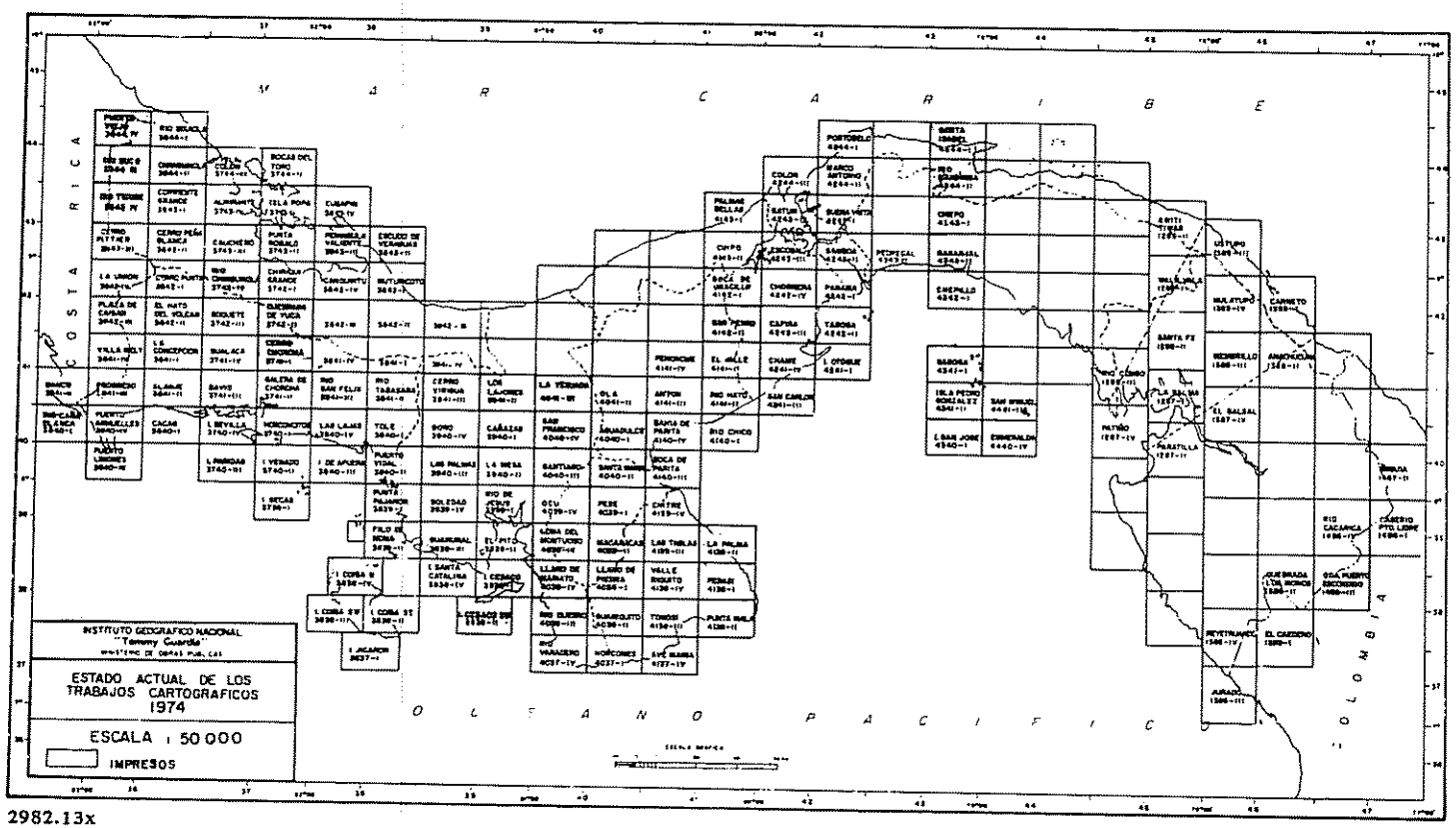
Figura 11. Panamá: mapa general a escala 1:250.000



2982.12x

Preparado por el IGNTG en 1968 a solicitud del Ministerio de Educación y basado en el Mapa General a escala 1:250.000. Consta de dos hojas cada uno. Precio: B/2,00 c/u. Dimensiones: 1,34 m × 0,56 m.

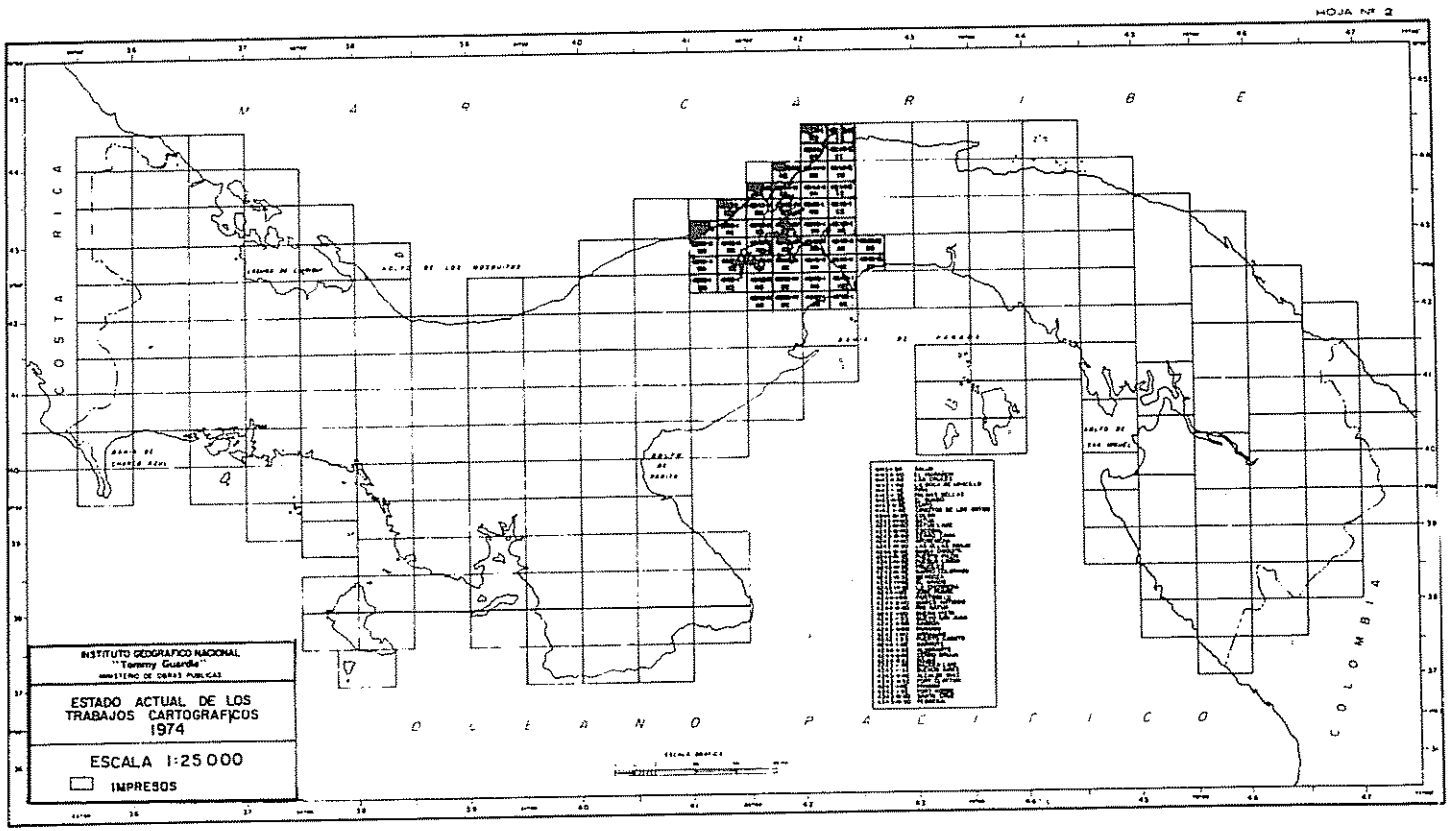
Figura 12. Panamá: mapa escolar físico y político a escala 1:500.000



2982.13x

141 hojas a cinco colores con formato de 10' de latitud por 15' de longitud preparados a partir del año 1954. Cubren aproximadamente un 70% de nuestro Territorio y constituyen el mapa básico de la República. Precio de cada hoja: B/1,50.

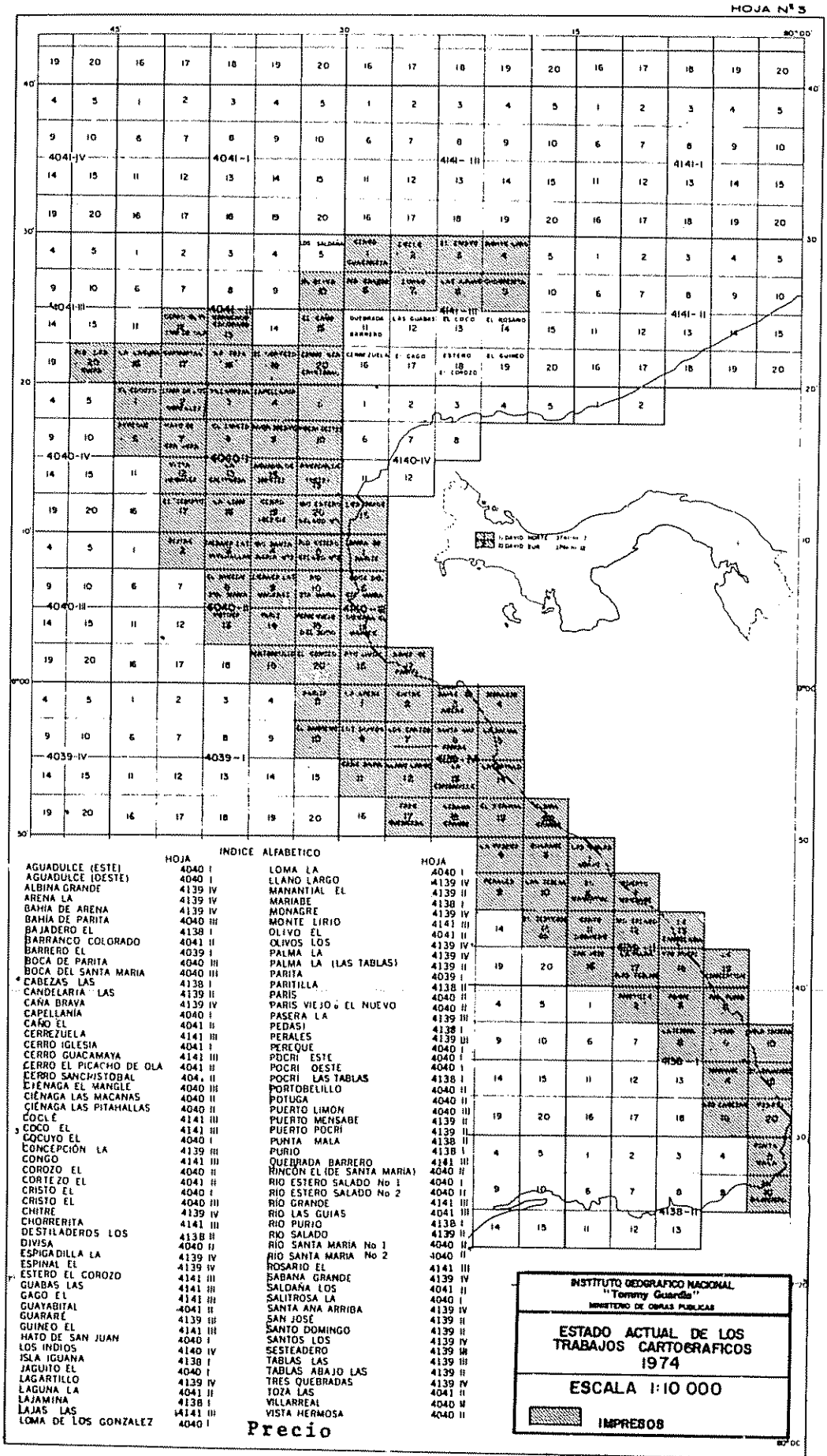
Figura 13. Panamá: mapas a escala 1:50.000



2982.14x

46 hojas a cinco colores con un formato de 5' de latitud por 7 ½' de longitud compiladas de 1958 a 1960, es un proyecto descontinuado que cubre sólo el área de la Zona del Canal de Panamá. Precio de cada hoja: B/1,50.

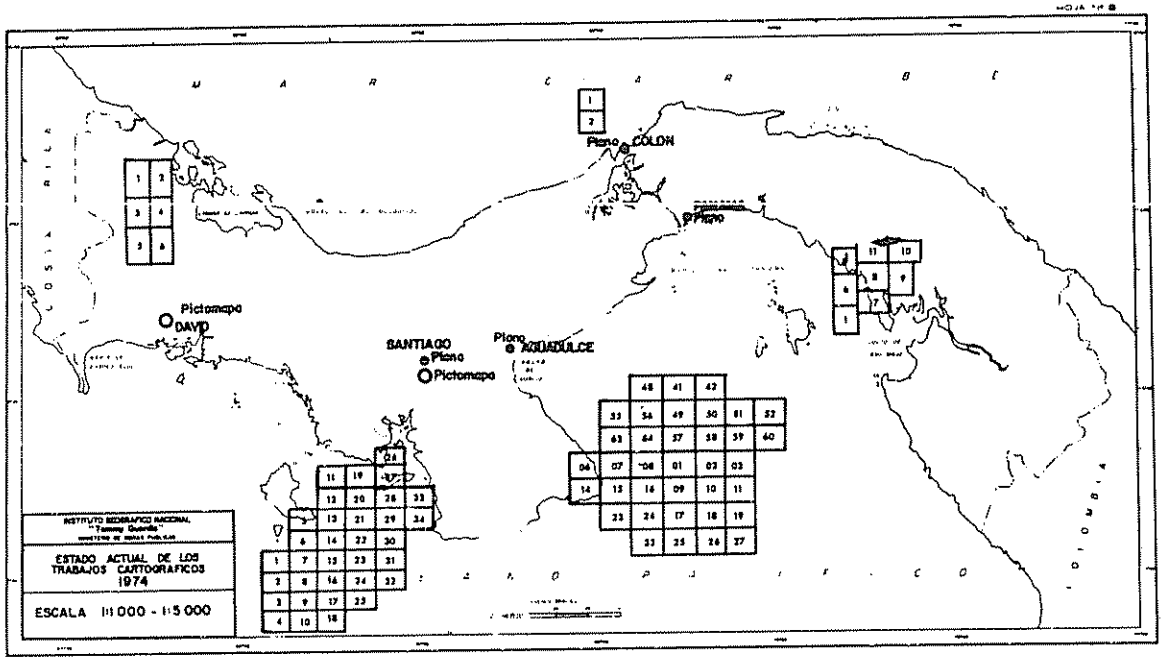
Figura 14. Panamá: mapas a escala 1:25.000



2982.15x

Mapa básico catastral, preparado totalmente por el IGNTG. Cubre la Región Oriental de la Península de Azuero y los Llanos de Coclé. Consta de 107 hojas de las cuales se han publicado 99. Todas las hojas se presentan a cinco colores y con un formato de 3' de longitud por 2 ½' de latitud. En 1971 se publicaron dos hojas de este mismo mapa las cuales cubren la Ciudad de David (Norte y Sur).

Figura 15. Panamá: mapas a escala 1:10.000

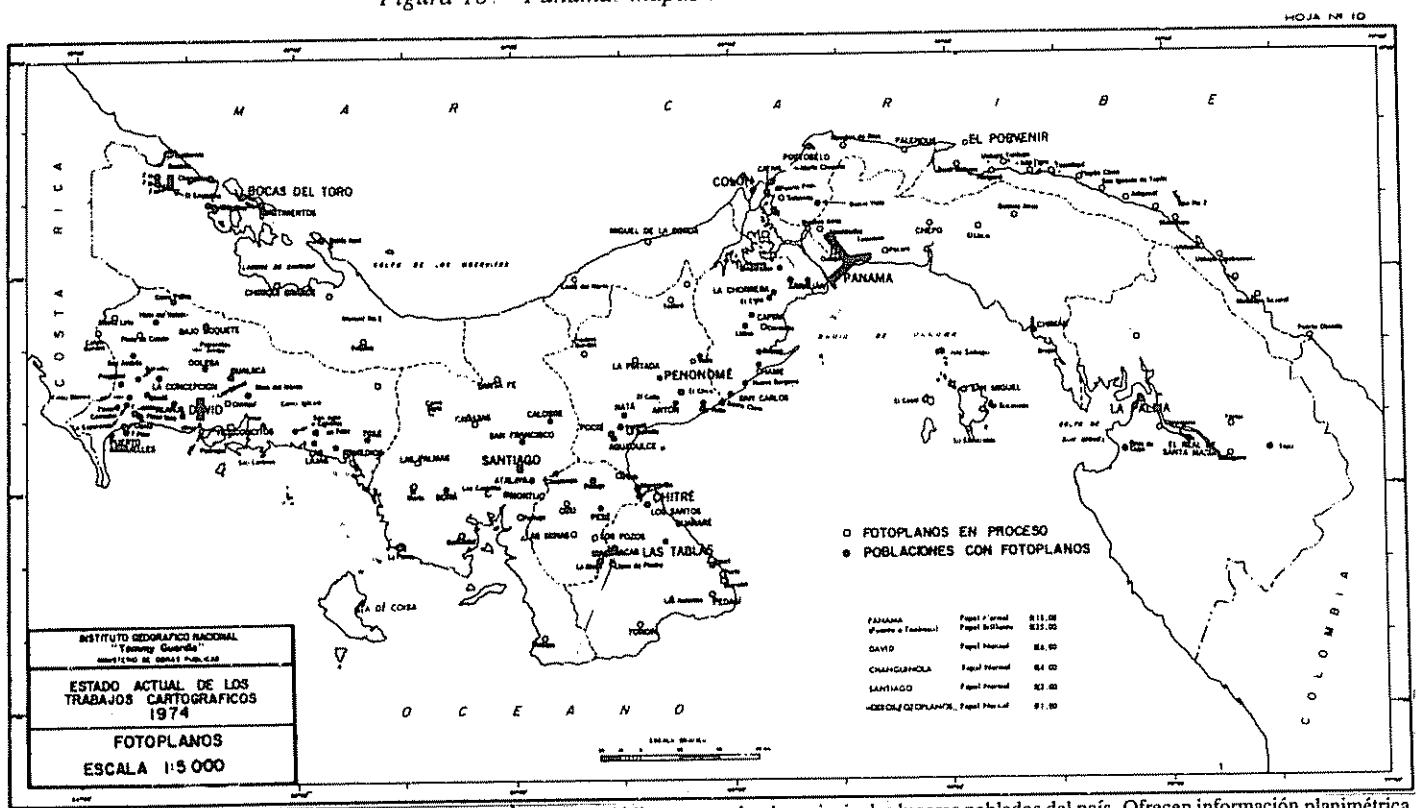


Pictomapas:
Santiago 1:5 000 Preparado en 1970. Fotografías aéreas de 1964. Una hoja. Precio: B/1,50. David 1:5.000 Preparado en 1971. Fotografías aéreas de 1971. Seis hojas. Precio: B/10,00.

Planos topográficos:

Santiago	1:1 000	Preparado en 1971	Fotografía aérea de 1969	34 hojas Precio: B/51,00
Aguadulce	1:1 000	Preparado en 1971	Fotografía aérea de 1971	36 hojas Precio: B/54,00
Colón	1:5 000	Preparado en 1960	Fotografía aérea de 1961	2 hojas Precio: B/ 3,00
Panamá	1:5 000	Preparado en 1960	Fotografía aérea de 1961	8 hojas Precio: B/10,00
Panamá	1:5 000	Actualmente en preparación de un total de 65 de que consta el proyecto (Vea índice siguiente)	Fotografía aérea de 1972-1973-1974	Se han publicado 14 hojas

Figura 16. Panamá: mapas a escala 1:1.000 — 1:5.000



Preparados por el IGNTG en base a fotografías aéreas tomadas periódicamente sobre los principales lugares poblados del país. Ofrecen información planimétrica interior, acompañada de información marginal con los datos más importantes de los 84 centros poblados cubiertos hasta hoy. Dimensiones variables. Precios: aparecen en el interior del índice.

Figura 17. Panamá: fotoplanos a escala 1:5.000

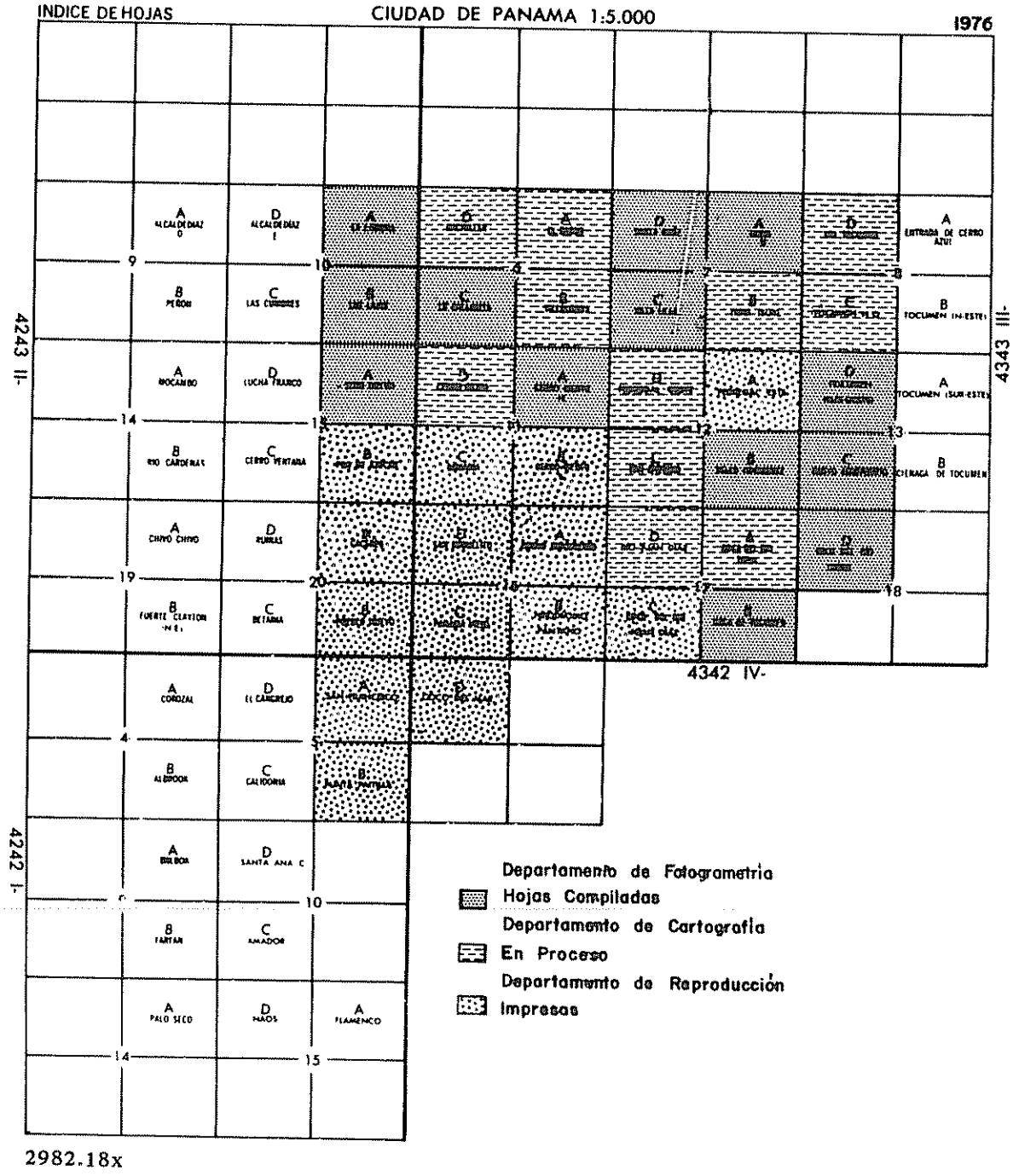
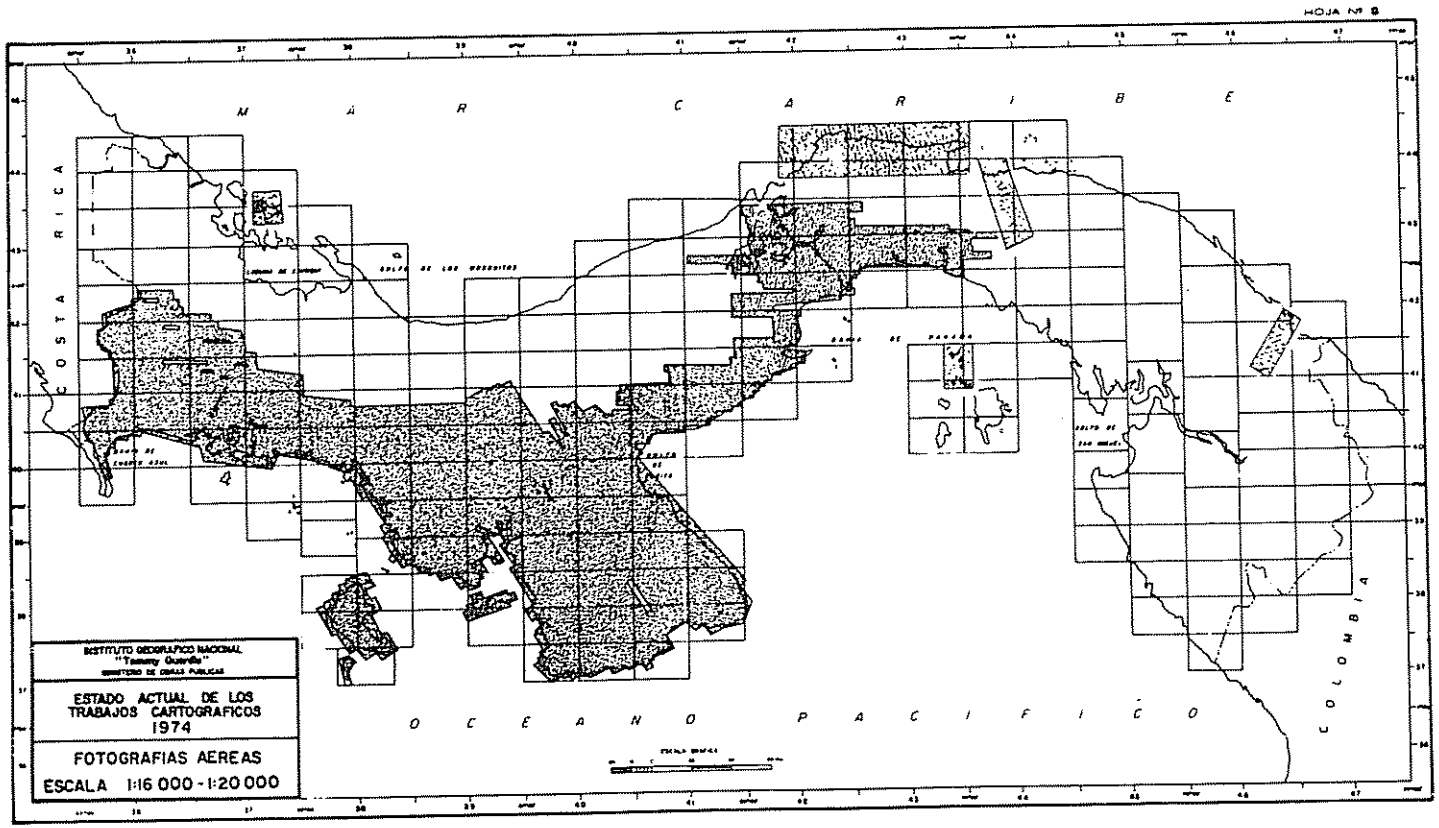


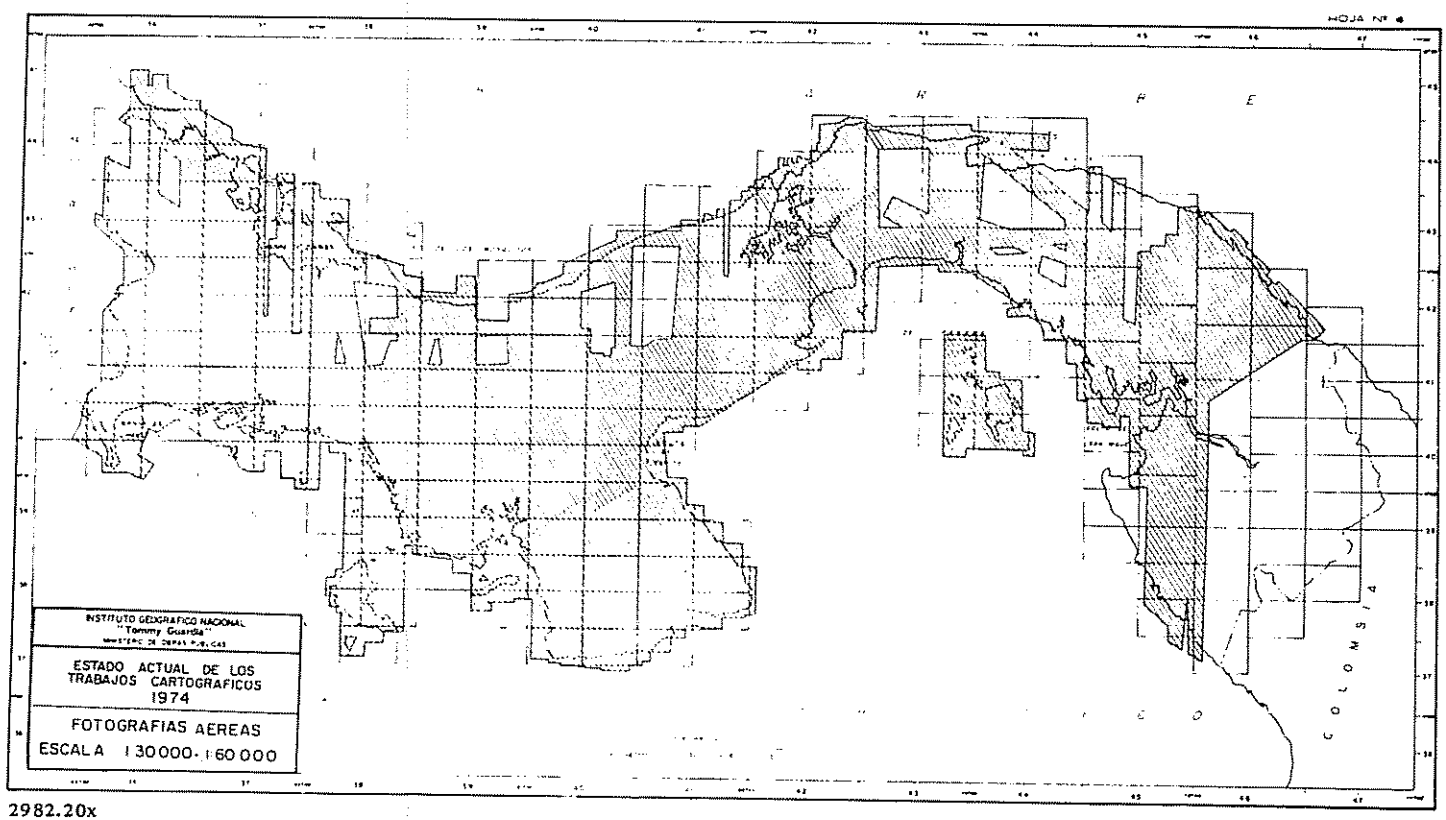
Figura 18. Panamá. Ciudad de Panamá 1:5.000



2982.19x

Tomadas a partir de 1946 por diversas instituciones y compañías extranjeras y por el IGNTG. Cubrimiento aproximado: 35% de nuestro territorio. Precio de cada fotografía: B/1,00 en papel sencillo y B/1,25 en papel grueso.

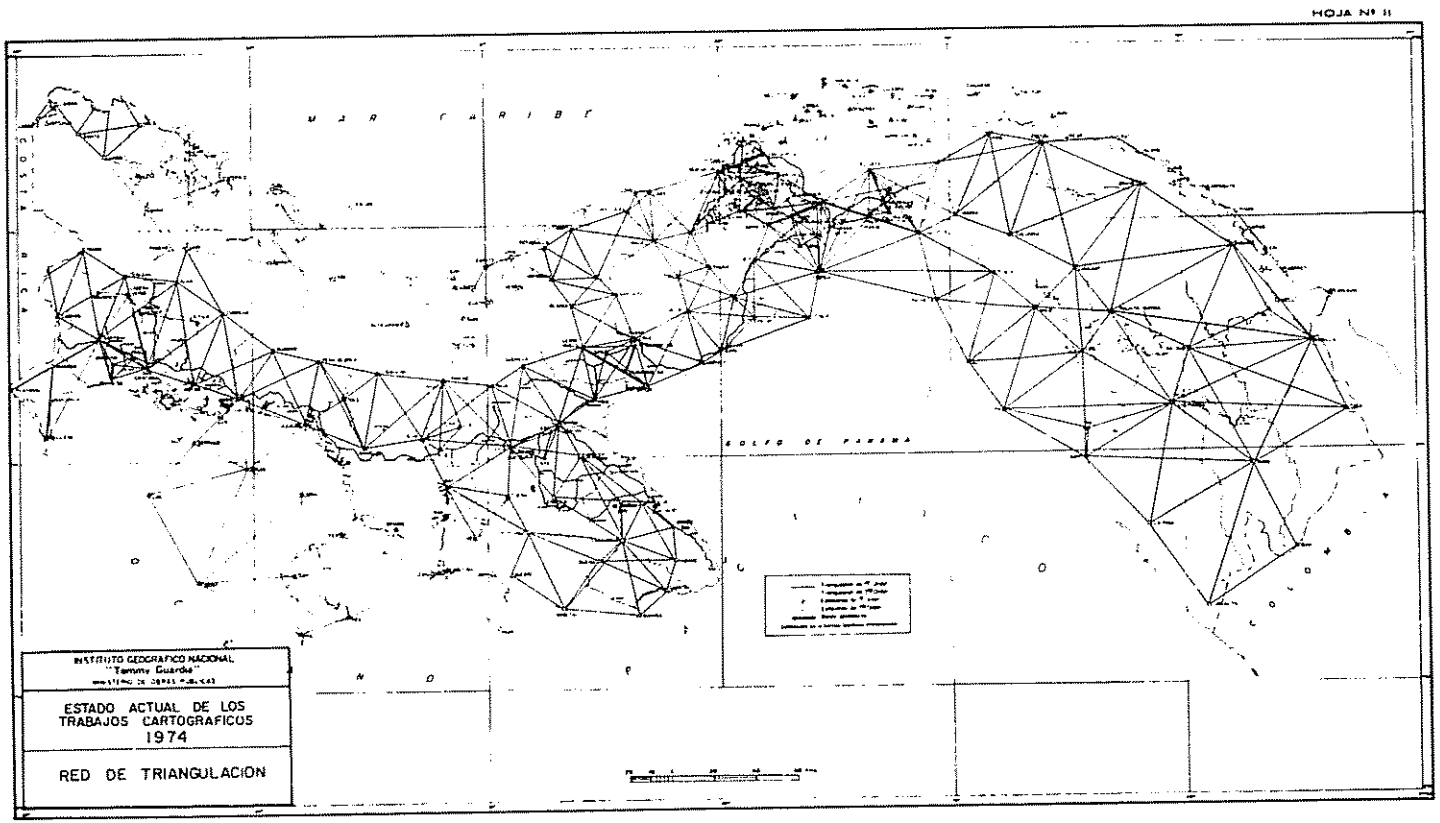
Figura 19. Panamá: fotografías aéreas a escala 1:16.000 — 1:20.000



2982.20x

Tomadas a partir de 1946 por diversas instituciones y compañías extranjeras y por el IGNTG. Cubren alrededor del 75% de nuestro territorio. Precio de cada fotografía: B/1,00 en papel sencillo y B/1,25 en papel grueso.

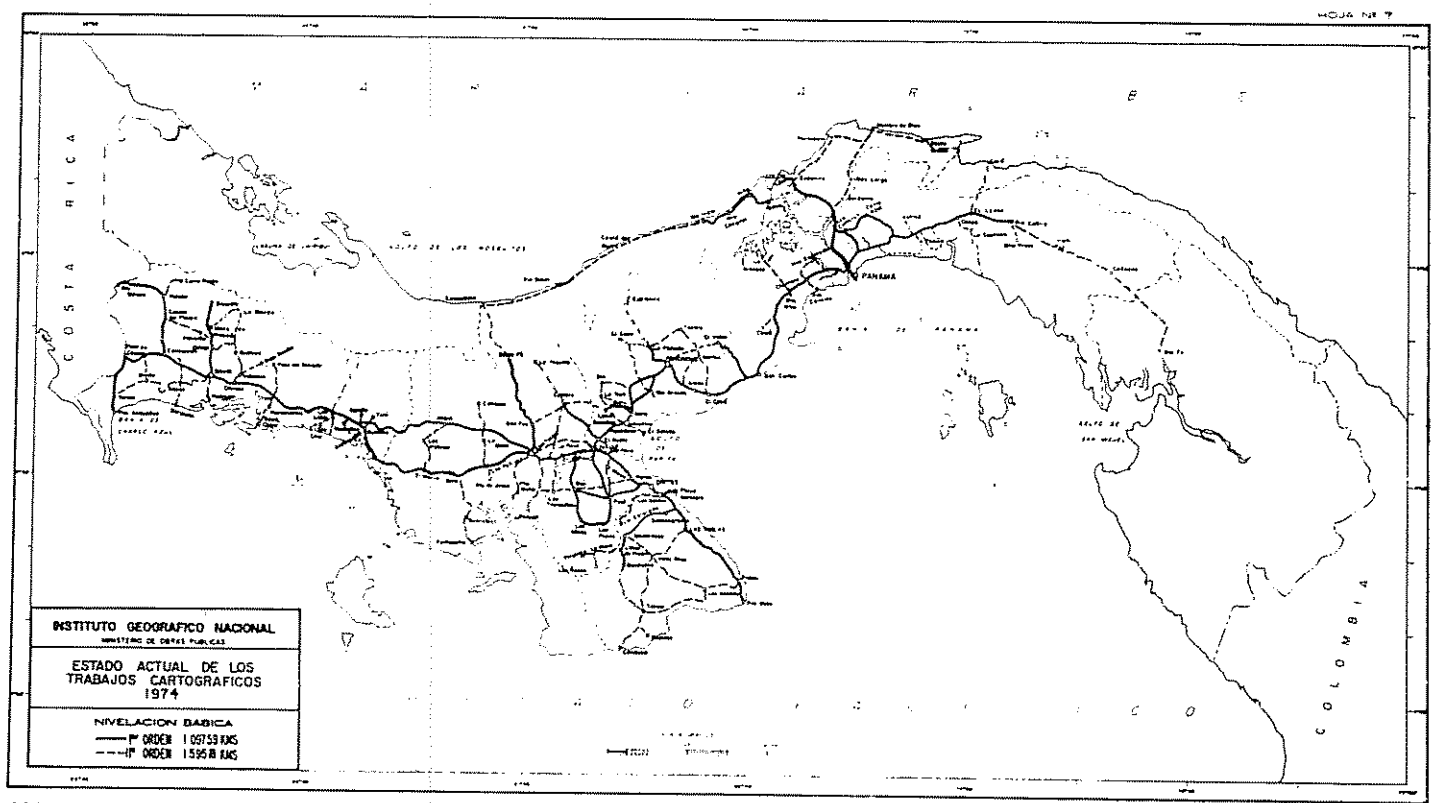
Figura 20. Panamá: fotografías aéreas a escala 1:30.000 — 1:60.000



2982.21x

La red de triangulación se extiende a todo lo largo y ancho del país. Existen 132 estaciones de triangulación de primer orden y más de otro centenar de estaciones de triangulación de segundo orden. Dicha red es esencial para los trabajos geodésicos y de levantamiento de mapas topográficos porque constituye el control horizontal básico. Precio de la descripción de cada estación: B/1,00.

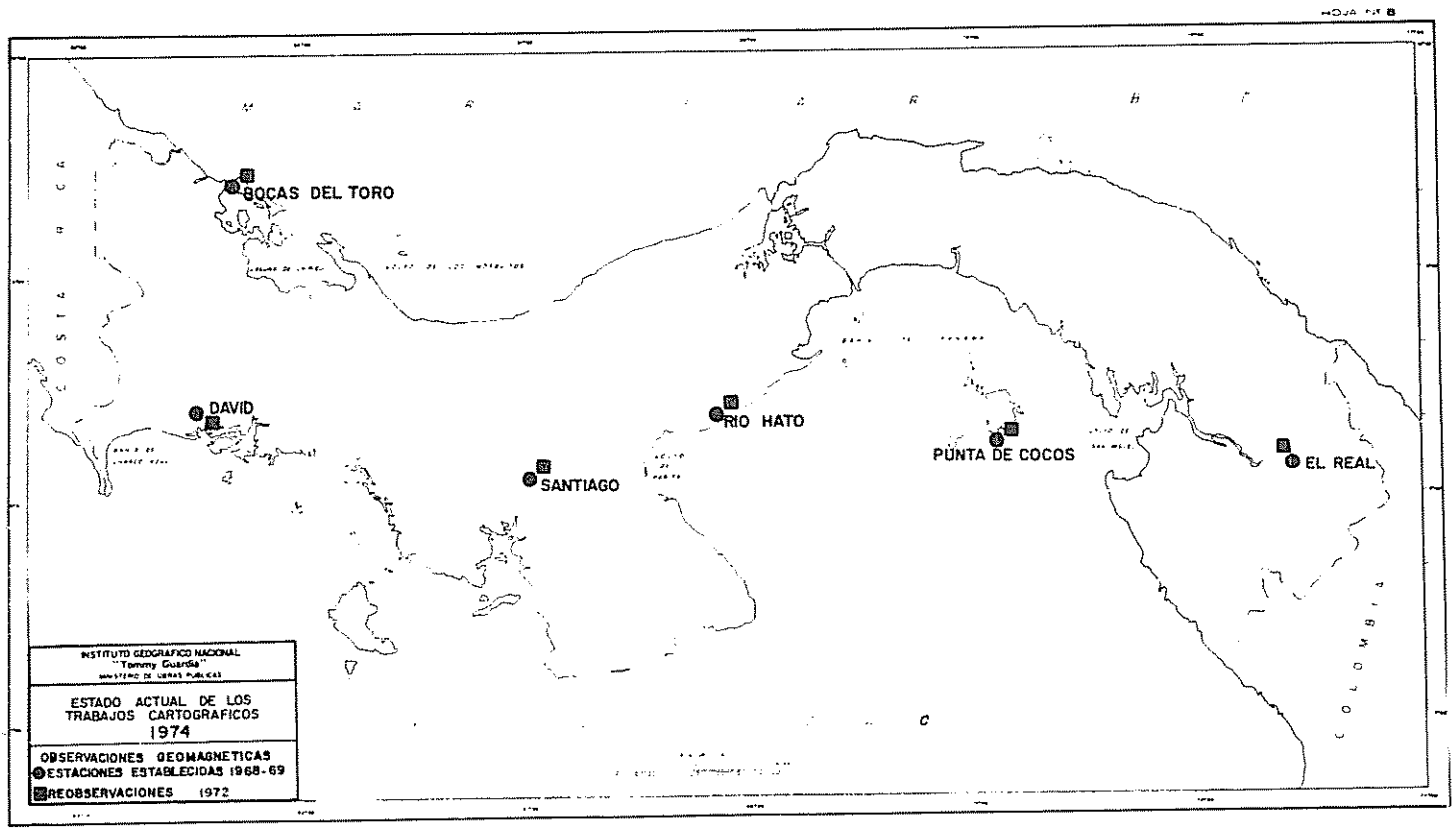
Figura 21. Panamá: red de triangulación



2982.22x

La red de nivelación básica se extiende principalmente a lo largo de las carreteras, caminos y vías férreas de nuestro país. Ella constituye la base para el establecimiento de puntos de cotas fijas que proporcionan el control vertical de nuestros mapas. Hasta la fecha las líneas de nivelación de primer y segundo orden tienen una longitud total de 3.700 km. Precio de la descripción de una cota fija: B/1,00.

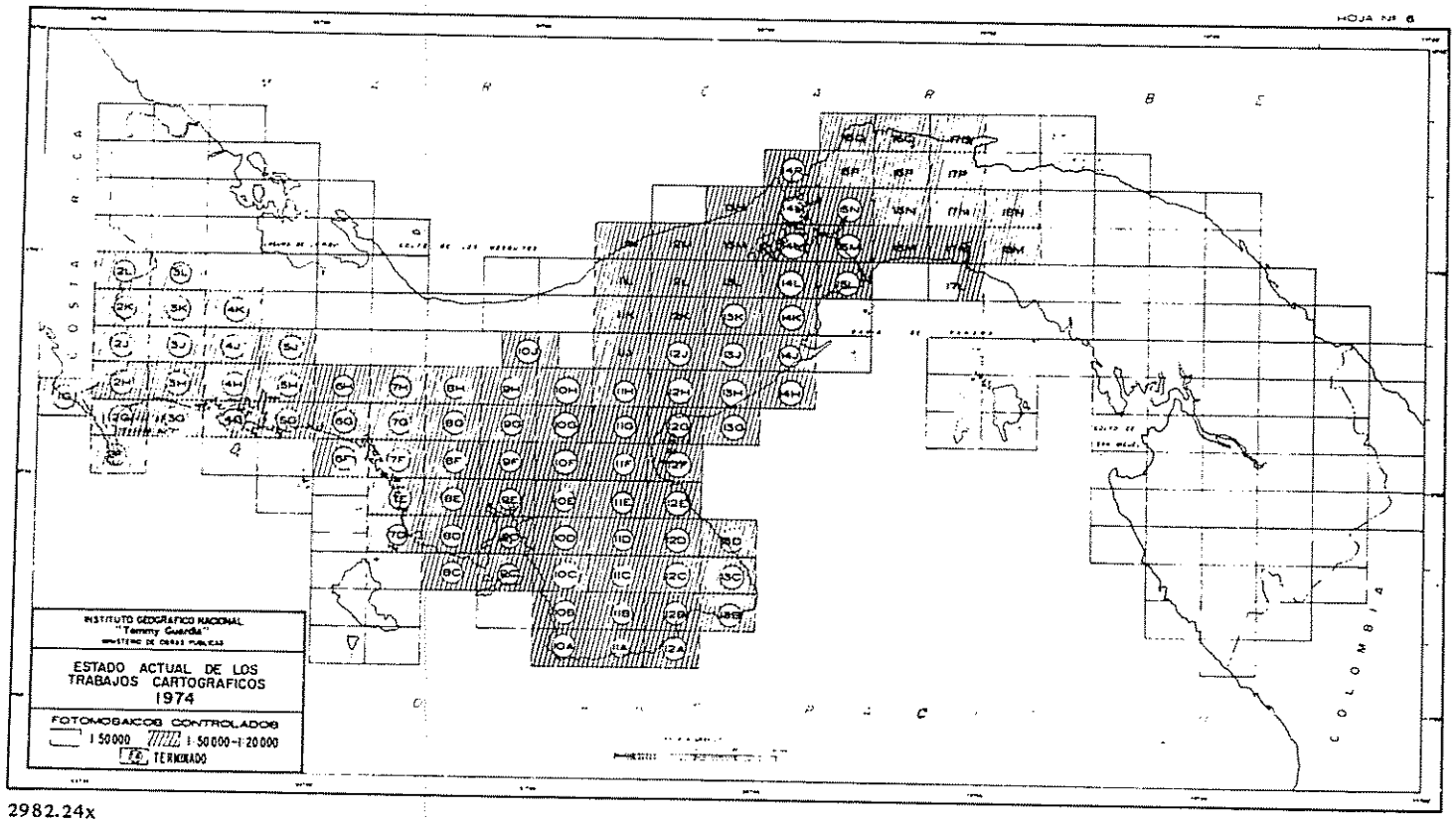
Figura 22. Panamá: nivelación básica



2982.23x

La observación de estaciones geomagnéticas permite el levantamiento de las cartas isogónicas de la República. Estas observaciones se efectuan cada cinco años y hasta el presente se cuenta con 61 estaciones de geomagnetismo en todo el pais.

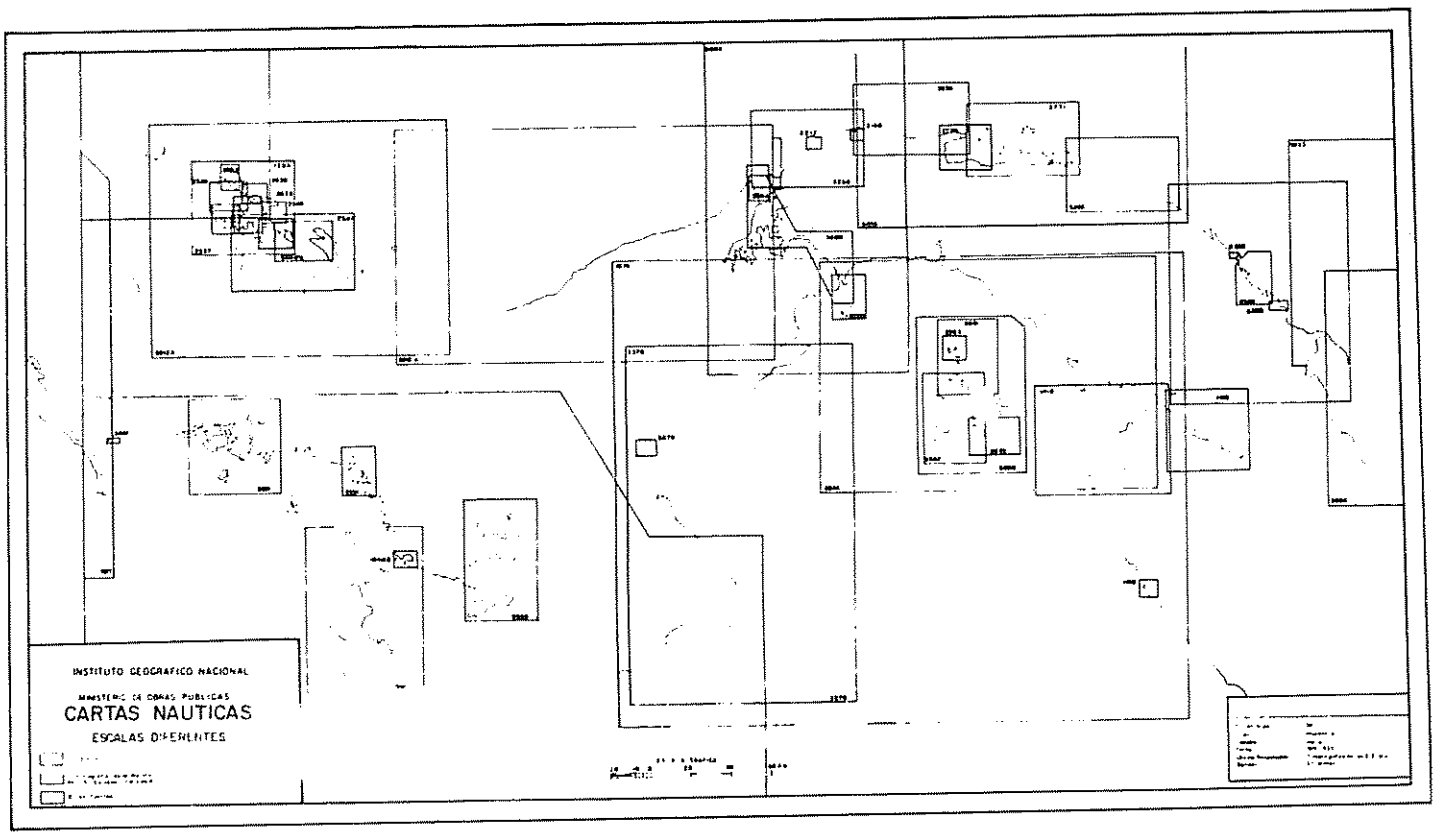
Figura 23. Panamá: observaciones geomagnéticas



2982.24x

Los principales fotomosaicos controlados preparados en Panamá son: el fotomosaico a escala 1:50.000 elaborado en 1965 y que cubre aproximadamente el 37% de nuestro territorio y el fotomosaico de la Ciudad de David, preparado en 1968 y que consta de 106 hojas a escala 1:1.000.

Figura 24. Panamá: fotomosaicos controlados



2982.25x

Preparadas por la US Naval Oceanographic Office (Oficina Naval Oceanográfica de los Estados Unidos de América) hasta 1933. Las escalas y tamaños son variables, así como también son variables sus precios. La primera Carta Náutica elaborada por el IGNTG es la correspondiente a la Bahía de Panamá a escala 1:10.000 entre los años 1973-1976 y que será publicada próximamente.

Figura 25. Panamá: cartas náuticas a escalas diferentes

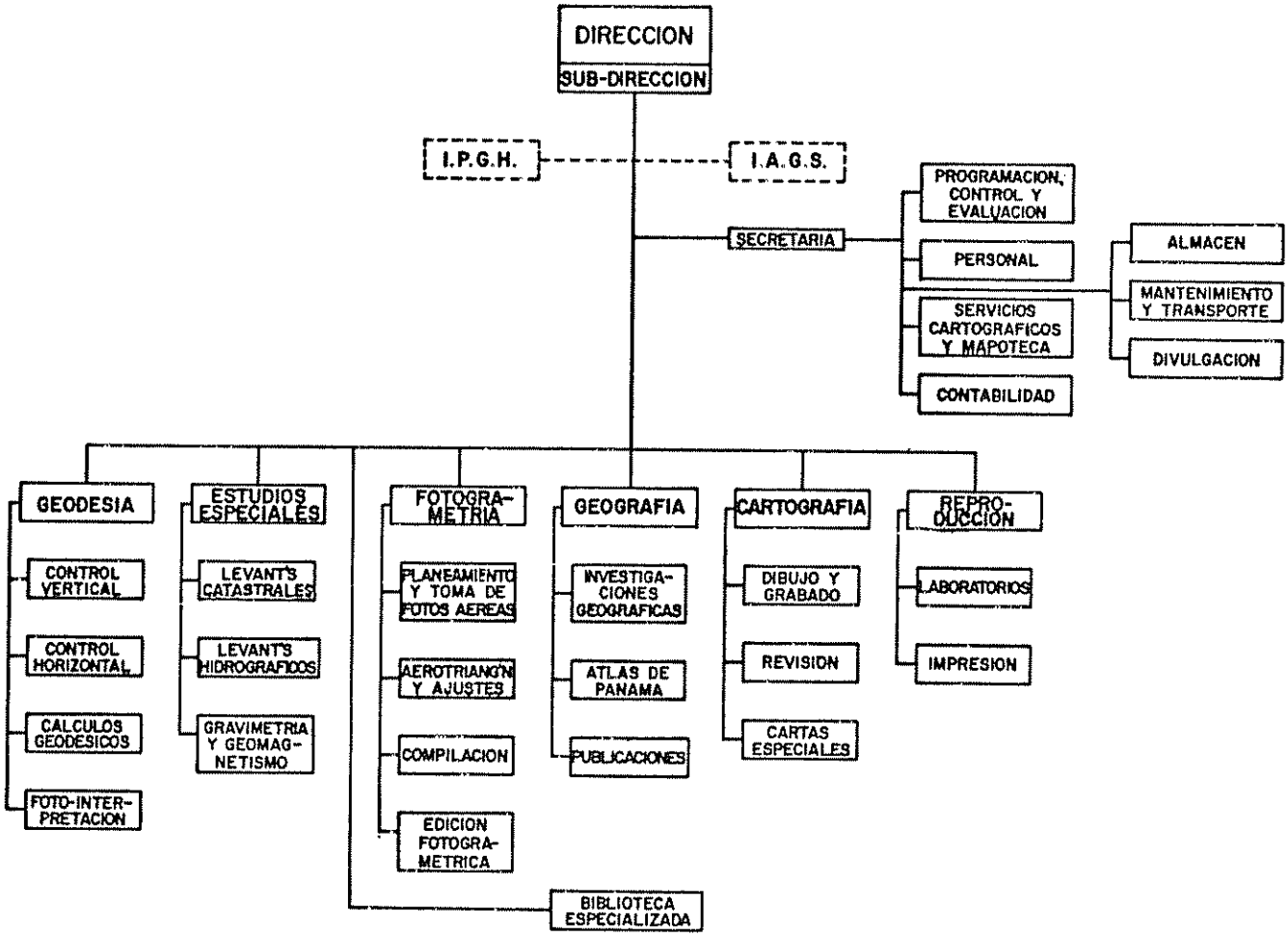


Figura 26. Panamá: estructura del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"

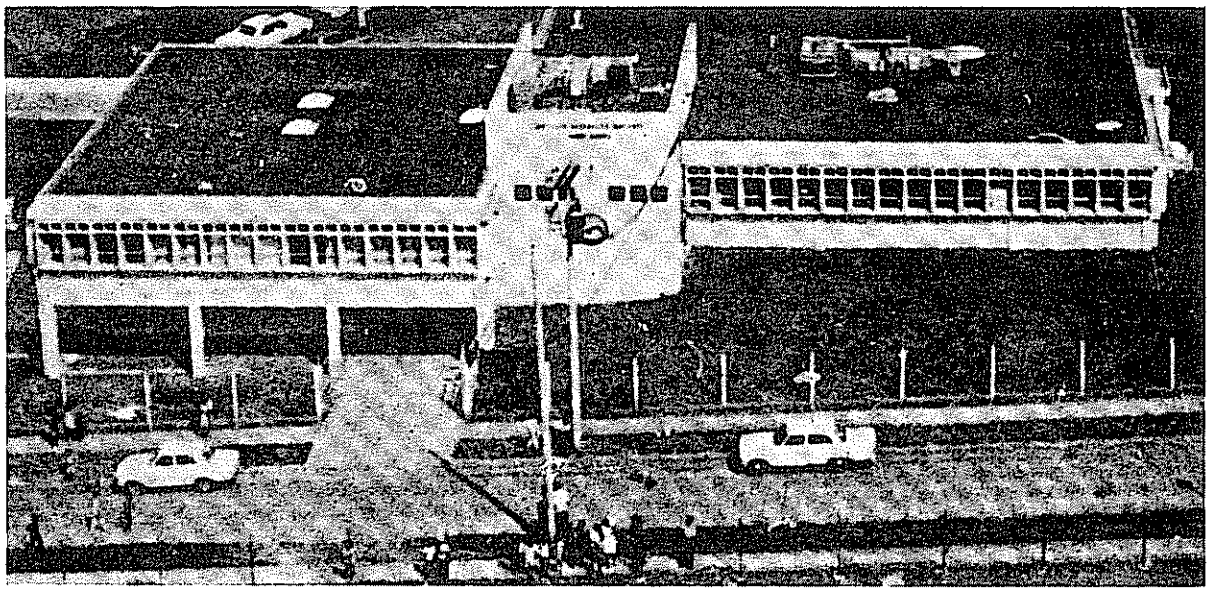


Figura 27. Panamá: edificio del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"

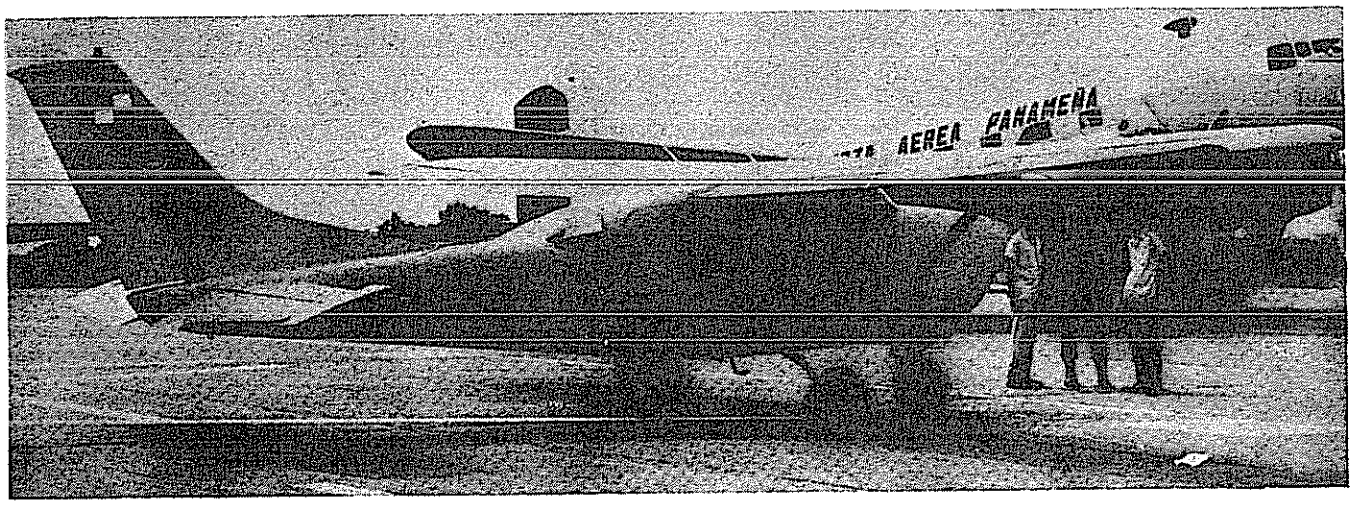


Figura 28. Panamá: avión equipado para la toma de fotografías aéreas

Figura 29. Panamá: lancha para labores hidrográficas

8. *El Ministerio de Vivienda* creado en enero de 1973, antiguo Instituto de Vivienda y Urbanismo creado en enero de 1958 y antecedido por el Banco de Urbanización y Rehabilitación fundado en agosto de 1944. Dicho Ministerio se creó con la finalidad de establecer y asegurar de manera efectiva la ejecución de una política nacional de vivienda y desarrollo urbano, regulando científicamente las urbanizaciones en las ciudades y centros urbanos del país.

A través de su Dirección General de Desarrollo Urbano se efectúan planes, planos y proyectos a nivel regional metropolitano (Panamá, Colón, La Chorrera, Arraiján, Chepo, Capira, Bejuco, Chame, San Carlos), y a nivel de los otros centros urbanos del interior (Chitré, Los Santos, David, Santiago, Aguadulce, Penonomé, Las Tablas, Soná, Puerto Armuelles, La Concepción, Bocas del Toro, Changuinola, Boquete).

A nivel regional metropolitano se han preparado planos a escalas de 1:2.500, 1:10.000 y 1:20.000 para la Ciudad de Panamá y a escala 1:5.000 de sus corregimientos (Santa Ana, Chorrillo, San Felipe, Caliedonia, San Francisco). También se tienen mapas bases en escala de 1:5.000 de la Ciudad de Colón y en escala 1:10.000 para La Chorrera y Arraiján en escala 1:5.000. A nivel de los otros centros urbanos del interior se han confeccionado planos en escala 1:5.000 y 1:10.000, 1:20.000 y 1:40.000 para las áreas urbanas de Chitré, David, Los Santos, Santiago, Aguadulce, etc.

9. *La Dirección de Aeronáutica Civil* fue fundada como entidad autónoma en el año 1969. Anteriormente funcionaba como una dependencia del Ministerio de Gobierno y Justicia. Esta Institución elabora material cartográfico inherente a sus labores a través del Servicio de Información Aeronáutica de su Departamento de Navegación Aérea.

Antes de 1969 colaboró con el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" en la elaboración de la Primera Carta Aérea de la República de Panamá a escala 1:1.000.000, publicada en 1969. Actualmente trabaja en forma conjunta con este mismo Instituto en la elaboración de una nueva Carta Aérea de la República de Panamá, a escala 1:500.000, que será publicada dentro de los próximos dos meses.

Aparte de estas labores, la Dirección de Aeronáutica Civil también prepara otro material cartográfico que demanda la navegación aérea como son: planos de aeródromos, planos de ubicación de aeródromos, cartas de aproximación por instrumentos, cartas de aterrizaje, carta de radionavegación.

10. *El Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación* (IRHE) fue creado como entidad autónoma en el año 1961. Anteriormente funcionaba como Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento Económico (SIFE), que era una dependencia del Instituto de Fomento Económico (IFE) fundado en 1953. El tipo de cartografía que realiza esta entidad es de carácter especializado e inherente a sus labores y dicha información se plasma sobre la cartografía básica que proporciona el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia". Así, vemos que se consigna en forma de mapas, gráficas o diagramas la información relativa a observaciones hidrometeorológicas, a estudios fotogeológicos y aprovechamiento de los recursos hidráulicos y la información relativa a la red de distribución y a la red de transmisión de energía, tanto de áreas rurales, como de los centros urbanos de nuestro país. Finalmente esta institución también hace levantamientos topográficos en áreas de proyectos específicos.

11. *La Empresa Privada INGEO, S.A.*, fundada en 1966, la cual realiza trabajos relativos a la ingeniería, geodesia y fotogrametría. La Empresa atiende la demanda de este tipo de labores por parte del sector privado así como también por parte de algunas instituciones estatales. Cuenta con un moderno equipo para efectuar sus labores.

Entre los trabajos más importantes que ha realizado para instituciones gubernamentales se destacan: Proyecto Hidroeléctrico Estrella de Los Valles (IRHE), Ingenio de Pacora para la Corporación Azucarera "La Victoria", Proyecto Samaria — Distrito de San Miguelito, Proyecto Urbano — Ministerio de Vivienda, Planta Estatal de Cemento "Bayano".

BIBLIOGRAFÍA

Barahona, José, *El Desarrollo de la Cartografía en Panamá*, Tesis de Graduación, Universidad de Panamá, Año 1970, publicación del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", sept. de 1972.

Villarreal, Noé y Lasso, Julio E., *La Fotografía Aérea y sus Aplicaciones*, Tesis de Graduación, Universidad de Panamá, Año 1974. Inédita.

Ministerio de Obras Públicas, Memorias 1970 a 1975

Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Informes Mensuales al Ministerio de Obras Públicas

United Kingdom report on cartographic activities in the Americas*

Paper presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

RÉSUMÉ

Le Royaume-Uni présente un rapport sur les activités menées par différentes organisations en Amérique, notamment dans la région des Antilles, en particulier ces dernières années. Une brève description est donnée des activités d'établissement de levés et de cartes pour des terres émergées et des zones maritimes. Les deux annexes au rapport donnent la liste des cartes topographiques de l'Amérique publiées par le Directorate of Overseas Surveys et des levés hydrographiques exécutés par les navires hydrographiques britanniques depuis 1970.

RESUMEN

El Reino Unido ha presentado un informe sobre las actividades realizadas por diversas organizaciones en América, principalmente en la región del Caribe, y, en particular, sobre las actividades de los últimos años. Tales actividades comprenden levantamientos y el trazado de mapas de zonas terrestres y marinas, que se describen brevemente. En los dos anexos al informe se enumeran los mapas topográficos más recientes de América publicados por la Dirección de Estudios Cartográficos de Ultramar, y los estudios hidrográficos realizados por buques oceanográficos de la Armada británica desde 1970.

* The original text of this paper, edited by the Directorate of Overseas Surveys, appeared as document E/CONF.67/L.15.

Introduction

This report is an account of the contribution to the surveying, mapping and charting of the countries and seas of the Americas, made by United Kingdom Government agencies; a brief historical summary is followed by details of work carried out between 1970 and November 1975.

Land survey has been carried out mainly by the Directorate of Overseas Surveys (DOS), part of the Ministry of Overseas Development, in collaboration with local survey departments, and also in certain areas, on request, by the Directorate of Military Survey. Hydrographic work has been undertaken by the surveying ships of the Royal Navy. Air photography has been flown by the Royal Air Force (RAF) and by commercial firms working under contract to the British Government.

Training in cartography, photogrammetry, photography, printing, field survey, hydrography and allied subjects has been provided in the United Kingdom. It has been provided, under United Kingdom Technical Assistance Schemes, for holders of United Nations Fellowships and for officers nominated by their own Governments. Trainees have come from the Bahamas, Barbados, Belize, Chile, Dominica, Guyana, Jamaica and Trinidad. In addition, practical training in modern survey techniques has been provided for local surveyors by attaching them to DOS field parties working in the area.

A senior DOS Regional Survey Officer is based with the British Development Division in Barbados and he is available to give technical advice, upon request, on all aspects of survey and mapping.

The Ministry of Overseas Development is sponsoring a Caribbean Regional Cadastral Survey and Registration Project; the project was launched in 1970, and its teams have worked in the British Virgin Islands, Antigua, Anguilla and the Cayman Islands.

Historical summary

Topographical surveying and mapping

The Directorate of Overseas (formerly Colonial) Surveys was formed in 1946, and the first work it undertook in the area was the mapping of Antigua (1:25,000), Barbados (1:10,000) and Jamaica (1:50,000), using United States Army Air Force photography and military control. The first air photography it arranged was flown under contract in September 1949 and the first DOS field party started work in Guyana in the same year. Since then the Directorate has, on request, worked continuously in the area, mainly in the countries of the Caribbean.

Between 1949 and 1960 survey parties established framework control for basic contour mapping at scale 1:25,000 in St. Vincent, the British Virgin Islands, Grenada, St. Lucia, St. Kitts-Nevis-Anguilla, Montserrat and the Bahamas; control was also established for 1:10,000 mapping in Barbados and for 1:50,000 mapping in the Falkland Islands. Mapping control was also established in Dominica. During the following decade similar frameworks were observed in the Out Islands of the Bahamas and (for 1:10,000 mapping) in the Turks and Caicos Islands, in Barbuda, in the Cayman Islands, in the Grenadines, in Bermuda and in Trinidad; similar work was also commenced in Belize. Each year, contracts were let to obtain air photography suitable for mapping, but in cloudy areas, such as parts of Guyana and the higher islands, repeated attempts were necessary before complete photographic coverage was obtained; the Royal Air Force had successful photographic seasons in 1961-1963, 1964-1965 and 1965-1966.

As the main control frameworks were completed and the maps published (see annex I), new requests were received for survey assistance in breaking down the frameworks and densifying the control as a basis for large-scale mapping of potential development areas and for local cadastral surveys. Such work was carried out before 1970 in St. Vincent, Dominica, Jamaica, Guyana, Antigua, Barbados, the British Virgin Islands, Belize, Montserrat, the Cayman Islands, the Turks and Caicos Islands and Bermuda. In most countries the selected areas included the capital city and other main settlements, the airport and the more densely cultivated coastal lowlands. To assist water-supply projects in particular, precise levelling schemes were observed in Bermuda (1962-1963) and in Barbados (1965-1966).

The Directorate of Military Survey worked with the DOS in the mapping of Belize at 1:50,000 between 1962 and 1966 and later also produced a 1:250,000 series. It used the 1962-1964 RAF air photography of Guyana to produce town-plan mosaics of certain towns and also to revise some of the early 1:50,000 maps of the coastal area. In 1966 and 1967 military officers worked with BC4 teams in the United States and in Surinam; in 1967 they also worked in a Secor team in the United States. In 1969 they established ground control for a photomapping project in part of Canada.

Hydrographic surveying and charting

The United Kingdom has a long tradition of hydrographic surveying in the Americas, many exploratory coastal surveys having been made by ships of the Royal Navy. In the eighteenth century Captain Cook and Captain Vancouver explored and charted most of the west coast of North America, including Alaska. The nineteenth and early twentieth centuries saw the Navy's Hydrographic Service working over a wider area, from the North-West Passage to the Magellan Straits.

The echo-sounder came into general use for surveying in 1935, but because of the Second World War it was not until the 1950s that the Royal Navy undertook modern surveys in the Americas. Work since then has been confined to those areas for which the United Kingdom has a primary surveying responsibility, specifically (*a*) some Commonwealth or former Commonwealth countries, and (*b*) other areas where British maritime trade has traditionally been of high importance.

These categories embrace Bermuda, the Bahamas, Jamaica, Belize, the Cayman Islands, parts of the Leeward and Windward Islands, Barbados, Trinidad and Tobago and the Falkland Islands. Surveying has been concentrated on the principal ports and their approaches, on the passages between the Caribbean islands that are important for international shipping and on the offshore banks and reported shoals.

Between 1954 and 1966 H.M.S. Vidal worked almost continuously in the above waters, making a very significant contribution to the safety of vessels navigating them. Occasional visits were also made by other surveying ships. In

1969 the hydrographic survey party aboard H.M.S. Endurance, the Royal Navy's ice patrol ship, worked in and around the Falkland Islands.

Some 600 Admiralty charts cover the Americas. This reflects the world-wide policy of providing charts for ocean passage and landfall, to cover the approaches and entry to major ports on a large enough scale to ensure safe navigation. In areas where the United Kingdom is or recently was the primary hydrographic authority, Admiralty charts afford detailed coverage of all waters, ports and harbours. In the Americas there are approximately 100 such charts; these cover the areas of primary surveying responsibility already mentioned, together with the waters of some other countries that have no charting capability or whose capability is not yet fully developed.

Much of the charting, especially of Central and South America, is based on nineteenth-century surveys and on knowledge built up over the years from ships' reports. Approximately one quarter of the existing Admiralty charts of the Americas were originally published in the nineteenth century. However, new surveys and other hydrographic information are received continuously and used to update the charts.

Topographical survey, air photography and mapping by country: details of work undertaken since 1970[1]

Anguilla

A DOS field-survey party spent seven months on the island in 1973 establishing a network of traverses, tied to the existing triangulation, to provide control for cadastral surveys, and also observing photocontrol for mapping at 1:2,500.

A single-sheet map of Anguilla at 1:50,000 was published and photogrammetric plots and rectified enlargements at 1:2,500 were prepared for the Caribbean Regional Cadastral Survey and Registration Project. Some new air photography was flown by the RAF in 1975.

Antigua

A DOS field-survey party worked in Antigua from 1972 to early 1975, using short-range electronic distance measuring (EDM) equipment to establish a dense network of minor stations to provide control for future cadastral surveys. During the final six months a secondary levelling network, tied to a hydrographic datum, was also observed over most of the island.

The contour mapping of St. John's at 1:2,500 was completed in 1970, and 1:5,000 maps covering the whole island were published between 1971 and 1973. A single-sheet tourist/administrative map at 1:50,000 was first published in 1973 and revised in 1975.

The Royal Air Force photographed the whole island at 1:20,000, and photographed St. John's at 1:15,000 in early 1975.

Bahamas

The Directorate of Military Survey undertook gravity and magnetic surveys in the group in 1971 and produced map coverage at 1:250,000 scale. They also participated in satellite Doppler observations in the following year.

DOS also assisted the Bahamas Government throughout the period by monitoring contracts for air photography and mapping let by that Government to British commercial firms.

Barbados

Air photography of the whole island at a scale of 1:40,000 was taken by the RAF during the 1972-1973 season; large-scale cover of part of Bridgetown and of Seawell was obtained under contract.

Large-scale contour mapping of Bridgetown and environs at 1:1,250 and at 1:2,500 commenced in 1972 and, together with that of Seawell Airport Extension and of Speightstown, is continuing. The single-sheet topographic map at 1:50,000 was revised and a new 1:5,000 tourist/administrative map of Bridgetown was published in 1975.

Barbuda

Complete contour-map coverage at 1:10,000 and two derived sheets at 1:25,000 were published in 1970 and 1971.

The RAF obtained photography at 1:50,000, and also some areas of large-scale cover, in early 1975.

Belize

Air photography of the whole country at scale 1:40,000 was flown between 1969 and 1972, together with larger-scale cover of selected areas. In 1975 the RAF flew 1:50,000 cover (both panchromatic and colour infrared) of the cays and coastal areas to assist hydrographic surveys. They also flew larger-scale cover of selected areas and 1:10,000 photography of Belmopan and of Belize City.

A DOS field-survey party worked in the country until mid-1972; its main task was to establish control for the new regular 1:50,000 contour-map series, and also to provide dense control for a pilot land-registration scheme. The first 13 1:50,000 sheets were published in 1974-1975. Rectified enlargements of Corozal (1:2,500) and of Blue Creek (1:10,000) were produced in 1973.

Bermuda

In 1971 the Directorate of Military Survey participated in BC4 observations on the island.

The DOS published a single-sheet tourist map in 1970 and provided assistance to the Bermuda Government by monitoring contracts for air photography and mapping let by that Government to British commercial firms.

British Virgin Islands

Regular large-scale contour mapping at scale 1:2,500 was produced between 1970 and 1973, and special outline sheets at 1:5,000 and at 1:2,500 were prepared for the Caribbean Regional Cadastral Survey and Registration Project. The 1:25,000 map of Tortola was revised in 1974, and work was then taken up on the Anegada sheet.

The RAF flew photography of Tortola at scale 1:15,000 in early 1975.

[1] For list of published maps see annex I

Canada

The Directorate of Military Survey participated in Doppler satellite observations in 1975.

Cayman Islands

Complete air photography at a scale of 1:12,500 was flown in 1970-1971, together with large-scale cover of Georgetown.

The geodetic levelling of the islands was observed in 1970-1971. Further field-work was carried out between 1972 and 1974 to provide a control network to assist the Caribbean Regional Cadastral Survey and Registration Project.

Outline mapping at 1:2,500 and at 1:5,000 and rectified enlargements were also prepared to assist the project.

Chile

The Directorate of Military Survey participated in satellite Doppler observations in 1971.

Dominica

Each year between 1970 and 1973, attempts were made to fly new photography of the island, but poor cloud and weather conditions hindered the project and only part of the area was flown—the lower coastal area by a commercial firm at the beginning of the period, and later some additional coastal cover by the RAF.

Contour 1:2,500 mapping was produced of many potential development areas along the coast, and a 1:5,000 map of Roseau, published in 1972, was revised in 1975.

A DOS field party was established in early 1975 to provide framework control for future cadastral surveys and also to provide data for the revision of the 1:25,000 sheets.

Falkland Islands

The Directorate of Military Survey produced a new map series of the islands at 1:250,000 in 1971.

Grenada

A DOS field-survey party worked on the island in 1972 to establish control for the contour mapping of St. George's and environs at a scale of 1:2,500. Advance copies of the photogrammetric plots were supplied as they were completed to Grenada and to the United Nations Development Project.

Grenadines

Air photography was flown of the St. Vincent Grenadines for cadastral purposes in 1970-71. Photography of Mustique was flown in 1971 and of Ronde and Bequia in 1972 from Royal Navy helicopters. Field survey was carried out in 1972 and the large-scale mapping of Canouan, Bequia and Mayreau is in production at this writing.

Guyana

DOS field-survey parties have been working in Guyana throughout the period. They have been extending the survey framework along the river valleys, establishing control for large-scale township mapping and for rectified mosaics of the coastal area and supervising a precise levelling project in the coastal plain to assist water-control plans.

Air photography for these projects was flown in 1970, 1972 and 1975 and work has commenced on the production of the mosaics and the town plans.

Jamaica

The Directorate of Military Survey undertook some traversing in Jamaica in 1971. DOS did a readjustment of the primary triangulation and tellurometer framework in 1974, and is now working on the adjustment of the secondary network.

The DOS mapped Montego Bay as a pilot area for possible 1:12,500 and 1:25,000 map series. It also published a revised edition of the 1:10,000 series covering Kingston, and partially revised editions of a number of the old 1:50,000 sheets as new information was supplied by Jamaica.

Montserrat

The contour mapping of Plymouth at 1:2,500 was completed by 1972. Field-work for urgent 1:5,000 mapping of the eastern half of the island was carried out in 1973 and the maps themselves were completed early in 1974.

After checking the scale of the earlier triangulation in the field in 1973 and 1974, DOS carried out a complete adjustment in 1975.

St. Kitts-Nevis

DOS field-survey parties established control for the large-scale mapping of Basseterre in 1971 and for Charlestown in 1973 and carried out field revision of the 1:25,000 series. In 1974 tellurometer measurements were made to check the scale of the 1955 triangulation; an adjustment was done in 1975.

1:2,500 contour mapping was completed of Basseterre in 1973 and of Charlestown early in 1975. The two revised 1:25,000 sheets were published in 1975.

The RAF obtained photography at 1:50,000, 1:15,000 and 1:10,000 early in 1975.

St. Lucia

DOS field-survey parties established control for the large-scale mapping of Castries and of the airport area in 1971 and also undertook field revision of the 1:25,000 series. The new 1:25,000 sheets were published in 1972 and all the 1:2,500 contour maps by mid-1974. Scale checks were made on the old triangulation and an adjustment carried out by DOS in 1973.

1:5,000 photography of Castries and also of Soufrière and Vieux Fort was taken from the helicopters of H.M.S. Hecla in 1972.

DOS also provided assistance to the St. Lucia Government in 1974-1975 by monitoring a contract for orthophoto maps that was let to a commercial firm.

St. Vincent

A DOS field-survey party working in the island in 1971-1972 established control for future cadastral work,

observed control for the large-scale mapping of Kingstown and undertook field revision of the 1:25,000 series.

The new 1:25,000 sheets were published in 1973. Advance copies of all the 1:2,500 contoured sheets were sent to St. Vincent; the majority of these have now been published.

Three attempts to obtain air photography between 1970 and 1973 were hindered by bad weather, but some cover was achieved under contract and by the RAF, mainly of the western and of the lower parts of the island.

Trinidad and Tobago

The DOS was requested to map Trinidad at scale 1:25,000. The central part of the island had been mapped previously; the sheets covering the northern third of the island were all published by 1972, and work continues on the 16 sheets covering the south.

Turks and Caicos Islands

The Directorate of Military Survey participated in satellite Doppler observations on Caicos in 1972.

The DOS completed the mapping of this group at 1:25,000 and published a single-sheet map at 1:200,000 in 1971. Mapping of Cockburn Town and Cockburn Harbour was produced at 1:2,500.

United States of America

The Directorate of Military Survey participated in BC4 and satellite Doppler observations in 1970 and in 1975.

HYDROGRAPHIC SURVEYING AND CHARTING : DETAILS OF WORK UNDERTAKEN SINCE 1970

A considerable amount of hydrographic work has been carried out in the Caribbean, partly in pursuance of the Navy's traditional role in maintaining the accuracy of the Admiralty chart, and partly in support of the Co-operative Investigation of the Caribbean and Adjacent Regions (CICAR) programme of geological and oceanographic research. A list of hydrographic surveys carried out by surveying ships in American waters since 1970 may be found in annex II following this report.

In 1970 H.M. coastal surveying vessels *Fawn* and *Fox* surveyed Pedro Bank, south-west of Jamaica, and in the Leeward Islands. H.M. ocean surveying ship *Hecla* visited the Caribbean in both 1971 and 1972, when her main tasks represented part of the British contribution to CICAR. These included a geophysical traverse, which cut a 500-mile swath some 60 miles wide across the arc of the Windward Islands; a survey of about 21,000 square miles of the eastern Caribbean Sea from Aves Ridge to the Windward Islands; and a coarse-grained geophysical survey of Hispaniola Passage. *Hecla* also visited Trinidad to survey a deep-draught-tanker route across the Gulf of Paria, and in both years detached boat parties carried out several in-shore surveys in the Windward Islands.

H.M.S. *Fawn* and H.M.S. *Fox* returned to the area in 1973 and 1974, effecting surveys in the Lesser Antilles and in Belize. During a short visit in 1974 to Vera Cruz in Mexico, they carried out a small survey to demonstrate the Hydrographic Service's surveying techniques and the operation of the modern surveying equipment with which the ships were fitted. In 1975 the other pair of coastal surveying vessels, H.M.S. *Beagle* and H.M.S. *Bulldog*, surveyed in Jamaican waters from March to July, and returned to the Caribbean in October to work in several areas between Trinidad and the Virgin Islands.

The hydrographic survey party aboard H.M.S. *Endurance*, the Royal Navy's ice-patrol ship, carried out work in and around the Falkland Islands every year in addition to surveying in Antarctic waters and investigating reported shoals in the waters between Cape Horn and the Antarctic Peninsula.

Just over a quarter of all the Admiralty charts of the Americas have been revised since 1970 by the publication either of new charts or of new editions.

OTHER MAPPING

Aeronautical charts

The Directorate of Military Survey is responsible for the production of International Civil Aviation Organization (ICAO) charts, at scale 1:500,000, of the Caribbean and of the Falkland Islands.

Specialized (topical) maps

The Directorate of Overseas Surveys has produced geological maps of Jamaica, the Falkland Islands and Peru, and also of parts of Trinidad, Guyana and Belize; most of these were produced in conjunction with the Institute of Geological Sciences. It has also produced a "road-making materials" map of Guyana, soils, forestry and land-use maps of Dominica and banana distribution maps of Dominica, St. Vincent and St. Lucia, as well as maps to illustrate reports on the national parks of Colombia and on the land systems of Bolivia. A large number of specialized maps have been and are being produced to accompany reports on land-resources investigations carried out by the Land Resources Division, another unit of the Ministry of Overseas Development, at the request of overseas countries.

Annex I

CURRENT TOPOGRAPHICAL MAPS OF THE AMERICAS PUBLISHED BY THE DIRECTORATE OF OVERSEAS SURVEYS

Country	*Scale*	*DOS series no*	*Date*	*Remarks*
Anguilla	1:50,000	443	1973	
	1:25,000	343	1961	Single sheet
Antigua	1:50,000	406	1975	Single sheet
	1:25,000	306	1962	
	1:5,000	106	1971-1973	Covers whole island
	1:2,500	006	1970	St Johns and north sector of the island only
Bahamas	DOS maps are being superseded by a new Bahamas (BLS) series			
Barbados	1:50,000	418	1974	Single sheet
	1:5,000	118	1975	Bridgetown
	1:2,500	018	1972	Bridgetown and selected areas only
	1:1,250	0018	1974	

Annex I *(continued)*

Country	Scale	DOS series no	Date	Remarks
Barbuda	1:25,000	357	1970-1971	
	1:10,000	257	1970	
Belize	1:50,000	4409	1974	New series
Bermuda	DOS maps are being superseded by a new Bermuda series			
British Virgin Islands	1:100,000	546	1963	
	1:25,000	346	1959-1960	Two sheets revised in 1973 and 1974
	1:2,500	046	1972-1973	Selected areas only
Cayman islands	1:25,000	328	1965	
	1:2,500	128	1965	Georgetown
Dominica	1:50,000	451	1963	
	1:25,000	351	1958-1960	Being revised
	1:5,000	151	1975	Roseau
	1:2,500	051	1971-	Many coastal areas
Falkland Islands	1:250,000	653	1964	Two sheets
	1:50,000	453	1961-1963	29 sheets
	1:2,500	153	1966	Stanley
Grenada	1:50,000	442	1966	Tourist map
	1:25,000	342	1962	Two sheets
Grenadines	1:25,000	344	1967	
	1:10,000	244	1968	
Guyana	1:500,000	(Misc)17	1972	
	1:50,000	440	1953	Coastal area only; some sheets have been revised
	1:4,800	(Misc)301	1967	Greater Georgetown
Jamaica	1:250,000	602	1966	Single sheet
	1:50,000	410	1952-1959	Whole island; some sheets partially revised
	1:25,000	301/1	1971	Montego Bay
	1:12,500	201/1	1970	Montego Bay
	1:10,000	201	1972	Kingston
Montserrat	1:25,000	359	1967	
	1:5,000	159	1974	Eastern half of island
	1:2,500	059	1970-1972	Western half of island and Plymouth
St Kitts-Nevis	1:25,000	343	1975	
	1:2,500	043	1973-1975	Basseterre and Charlestown
St Lucia	1:50,000	445	1964	
	1:25,000	345	1972	
	1:2,500	045	1974	Castries
St Vincent	1:50,000	417	1968	
	1:25,000	317	1973	
	1:2,500	017	1974	Selected areas only
Trinidad and Tobago	1:25,000	316/1	1970	Trinidad new series
	1:25,000	316	1965-1967	Central Trinidad, old series
	1:25,000	307	1962	Tobago
	1:10,000	216	1962-1966	Central Trinidad, old series
	1:10,000	207	1962	Tobago

Annex I *(continued)*

Country	Scale	DOS series no	Date	Remarks
Turks and Caicos islands	1:200,000	609	1971	Whole group
	1:25,000	309	1968	Whole group
	1:10,000	209	1968	Whole group
	1:2,500	009	1972	Cockburn Town and harbour

Annex II

HYDROGRAPHIC SURVEYS CARRIED OUT BY H.M. SURVEYING SHIPS IN AMERICAN WATERS SINCE 1970

Country and region	Scale	Ship	Date
Bermuda			
Ireland Island	1:1,200	*Bulldog*	1975
Jamaica			
Kingston Harbour-Newport West	1:5,000	*Fox*	1970
Pedro Bank	1:100,000	*Fawn and Fox*	1970
Rocky Point to Parottee Point	1:100,000	*Fox*	1970
Pedro Cays	1:50,000	*Fawn*	1970
Walton Bank to Black River	1:100,000	*Fawn*	1970
Banner Reef to South-West Rock	1:50,000	*Fawn*	1970
Hispaniola Passage	1:150,000	*Hecla*	1972
Pedro Bank to Negril Point	1:200,000	*Beagle and Bulldog*	1975
Starve Gut Bay to Savanna la Mar	1:50,000	*Beagle*	1975
Parottee Point to Whitehouse Point	1:25,000	*Beagle*	1975
Belize			
South Grennels Channel to Colson Point	1:50,000	*Fawn*	1974
Colson Point to Stewart Cay	1:50,000	*Fox*	1974
Leeward Islands			
Antigua to Anguilla	1:75,000	*Fawn and Fox*	1970
Western approaches to Anguilla	1:50,000	*Fox*	1970
Road Bay, Anguilla	1:1,000	*Fox*	1970
Mead Point to Jewel Rock, Anguilla	1:15,000	*Fox*	1970
Road Harbour, Tortola	1:10,000	*Fox*	1973
Montserrat to Guadeloupe	1:75,000	*Fox*	1973
South-western approaches to Antigua	1:75,000	*Fox*	1973
Ariadne Shoal, Antigua	1:5,000	*Fox*	1973
Barbuda to Antigua	1:50,000	*Fawn*	1973
North-western approaches to Antigua	1:25,000	*Fox*	1973
Prince Rupert and Douglas Bays, Dominica	1:25,000	*Fox*	1973
Boeri River to Layou River, Dominica	1:25,000	*Fawn*	1973
Bank south-east of Dominica	1:150,000	*Fawn*	1973
Anguilla Bank to St Barthelemy	1:50,000	*Fox*	1973-1974
North-eastern approaches to the Leeward Islands	1:75,000	*Fawn*	1974
Approaches to St Kitts and Nevis	1:50,000	*Fawn*	1974
Basseterre, St Kitts	1:25,000	*Fawn*	1974
Windward Islands			
Approaches to the Windward Islands—geotraverse	1:200,000	*Hecla*	1971

Annex II *(continued)*

Country and region	*Scale*	*Ship*	*Date*
Northern approaches to Mustique, Grenadines	1:25,000	*Hecla*	1971
Point Saline, Grenada	1:71,500	*Hydra*	1971
Kingstown Bay, St. Vincent	1:12,500	*Hecla*	1971
Port Castries, Sta. Lucia	1:5,000	*Hecla*	1971-1972
Grand Cul-de-Sac and Roseau Bays, Sta. Lucia	1:10,000	*Hecla*	1972
Clifton Harbour, Union Island, Grenadines	1:12,500	*Hecla*	1972
Charlestown Bay, Canouan Island, Grenadines	1:12,500	*Hecla*	1972
"Kick-'em Jenny" Volcano, Grenadines	1:25,000	*Hecla*	1972
Vieux Fort Bay, Sta. Lucia	1:10,000	*Fawn*	1973
Caribbean Sea			
Aves Ridge to Windward Islands	1:200,000	*Hecla*	1972
Aves Sound	1:100,000	*Hecla*	1972
Trinidad and Tobago			
Gulf of Paria	1:100,000	*Hecla*	1971

Annex II *(continued)*

Country and region	*Scale*	*Ship*	*Date*
Mexico			
Anton Lizardo Anchorage and approaches to Vera Cruz	1:25,000	*Fawn and Fox*	1974
Falkland Islands			
Falkland Sound	1:50,000	*Endurance*	1970-1974
Port Salvador	1:25,000	*Endurance*	1970
Bull Roads	1:25,000	*Endurance*	1971
Western approaches to French Passage	1:75,000	*Endurance*	1971
Falkland Shelf and Malvinas Basin	1:150,000	*Endurance*	1973
Sedge Island	1:50,000	*Endurance*	1973
Uranie Rocks	1:25,000	*Endurance*	1973
Eastern approaches to Choiseul Sound	1:50,000	*Endurance*	1973
Bleaker Jump	1:25,000 1:5,000	*Endurance*	1973-1974
Stanley Harbour—Admiralty Camber	1:600	*Endurance*	1974
Hope Harbour	1:25,000	*Endurance*	1975
Jason Islands to Byron Sound	1:75,000	*Endurance*	1975

Report of cartographic activities in the United States of America*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

CARTES TOPOGRAPHIQUES

Le National Mapping Program (Programme cartographique national) des Etats-Unis, qui relève du Geological Survey [USGS] (Service géologique des Etats-Unis), consiste à recueillir, traiter et diffuser des données cartographiques de base sur les Etats-Unis. Le Centre national de documentation cartographique a été établi et sert de centre d'échanges de données cartographiques recueillies par les agences gouvernementales et certains organismes privés. Parmi l'essentiel des documents produits, on peut citer les photographies aériennes, les cartes au trait, les documents orthophotographiques et les données numériques. La recherche cartographique vise essentiellement à automatiser davantage le processus et à employer des techniques perfectionnées, y compris l'utilisation d'images LANDSAT pour l'établissement de certaines cartes à petite échelle, et les résultats obtenus grâce à cette technique ont dépassé les espérances. Il est également intéressant de noter la mise au point d'une nouvelle série de cartes au 1/100 000, entièrement fondée sur le système métrique. Les premiers projets qui seront réalisés dans cette série porteront sur des régions présentant un intérêt particulier, comme les zones de mise en valeur des ressources énergétiques et les zones côtières.

Les Etats-Unis s'occupent activement de la normalisation des noms géographiques, tâche confiée au Bureau interdépartemental des noms géographiques. Des fichiers sur les noms de lieu du territoire des Etats-Unis sont tenus à jour par l'USGS, le Centre topographique de la Defense Mapping Agency (DMA) se chargeant des noms étrangers. Ces noms

* The original text of this paper appeared as document E/CONF 67/L. 6

RESUMEN

MAPAS TOPOGRÁFICOS

El programa cartográfico nacional de los Estados Unidos, administrado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey (USGS)), se encarga de reunir, elaborar y distribuir los datos cartográficos básicos de los Estados Unidos. Se ha creado el Centro Nacional de Información Cartográfica, que permite el rápido intercambio de los datos cartográficos reunidos por organismos gubernamentales y algunas organizaciones privadas. Los principales productos del Centro son fotografías aéreas, mapas planimétricos, productos ortofotográficos y datos digitales. Las investigaciones que se realizan en el marco del programa cartográfico están encaminadas a una mayor automatización y al uso de técnicas avanzadas, incluida la utilización de imágenes LANDSAT para algunos mapas en pequeña escala, que constituyen una fuente de información que ha superado todas las expectativas. Cabe también mencionar la preparación de una nueva serie métrica de mapas en escala de 1:100.000. Los primeros proyectos de esta serie se realizarán en regiones de particular interés, tales como las regiones de explotación de recursos energéticos y las zonas costeras.

Los Estados Unidos participan activamente en la normalización de los nombres geográficos por intermedio de la Junta Interdepartamental de Nombres Geográficos. El USGS mantiene al día los archivos de nombres correspondientes a los Estados Unidos, y el Centro Topográfico del Organismo Cartográfico de Defensa (Defense Mapping Agency) (DMA), de nombres de fuera de los Estados Unidos. Los nombres correspondientes a 30 países o entidades políticas de América se publican en boletines geográficos.

sont publiés dans des nomenclatures distribuées à 30 pays et subdivisions politiques du continent américain.

En 1972, on a lancé un programme spécial de formation à la télédétection avec l'appui de l'USGS. Dans le cadre de ce programme, le Centre d'information et de diffusion de l'Earth Resources Observations Systems (EROS) a été établi au siège de l'IAGS dans la zone du canal de Panama.

Géodésie

La nouvelle opération de compensation du canevas planimétrique nord-américain est actuellement en cours, et, bien que tous les pays intéressés n'aient pas encore donné leur accord officiel, on compte que cette opération permettra d'inclure tous les pays compris dans la zone limitée au nord par le Groenland (Danemark) et au sud par le Panama dans le même système de référence. A l'intérieur des Etats-Unis, le National Geodetic Survey (NGS), qui dépend du National Ocean Survey (NOS), est chargé de l'établissement et de la tenue à jour des réseaux géodésiques. Le Centre d'information du NGS est chargé de la préparation, de la publication et de la diffusion des données géodésiques, altimétriques et planimétriques obtenues par le NGS et d'autres agences fédérales. Ces services peuvent maintenant être fournis rapidement grâce à des techniques modernes telles que le rassemblement de données géodésiques à partir d'observations faites par satellite.

Gravimétrie

La DMA a continué de financer des levés gravimétriques tant aux Etats-Unis qu'en Amérique latine. Le Centre aérospatial de la DMA à St. Louis (Missouri) sert de centre d'échange de données gravimétriques avec d'autres organismes de géophysique et d'exploration. Un nouveau géoïde pour les Etats-Unis a été calculé à partir d'observations de la déviation astrogéodésique faites dans 3 000 stations. Les mesures relatives à quelque 43 000 stations ont été incluses dans la Banque de données gravimétriques terrestres des Etats-Unis, ce qui permet maintenant au public d'accéder aux données concernant un total de 350 000 stations.

Géomagnétisme

Un avion équipé pour le projet MAGNET demeure en service; cet appareil mesure l'intensité et la direction du champ magnétique. En outre, plus de 100 stations géomagnétiques sont faites chaque année en Amérique latine en vue de déterminer les changements séculaires du magnétisme terrestre et d'étendre le réseau de référence géomagnétique. Plusieurs observatoires géomagnétiques permanents sont situés en différents points des Amériques.

Cartes aéronautiques

Un certain nombre de cartes aéronautiques au 1/250 000 ou à une échelle inférieure servent à la planification de la navigation et des vols dans l'ensemble des Etats-Unis. Le NOS élargit son programme de cartes aéronautiques mondiales de façon à y inclure le Mexique, l'Amérique centrale et les Antilles. Une carte expérimentale de radionavigation au 1/100 000 a été dessinée et on prévoit une petite série de 10 cartes pour pilotes d'hélicoptère.

En 1972 se inició un programa especial de capacitación con la asistencia del USGS. En el marco del programa, se estableció el Centro de Información y Distribución del Sistema de Observación de Recursos Terrestres por Satélite (Earth Resources Observation Systems) (EROS) en la sede del Servicio Geodésico Interamericano en la zona del Canal de Panamá.

Geodesia

Ha comenzado el nuevo ajuste de la referencia horizontal de América del Norte. Aunque no se ha obtenido todavía la aceptación oficial de todos los países interesados, el reajuste probablemente pondrá en la misma referencia a todos los países desde Groenlandia (Dinamarca) hasta Panamá. En los Estados Unidos, el Servicio Geodésico Nacional (National Geodetic Survey) (NGS), que depende de la Dirección Nacional de Estudios Oceánicos (National Ocean Survey) (NOS), está encargada de establecer y conservar las redes de control geodésico. El Centro de Información del NGS se encarga de preparar, publicar y distribuir los datos de control horizontal y vertical producidos por el NGS y otros organismos federales. Estos servicios se pueden proporcionar ahora fácilmente utilizando técnicas modernas, como los datos geodésicos obtenidos mediante observaciones con satélites.

Gravimetría

El DMA ha seguido proporcionando asistencia para estudios gravimétricos, tanto en los Estados Unidos como en América Latina. A través de su Centro Aeroespacial de San Luis, Missouri, intercambia datos gravimétricos con otras organizaciones geofísicas y de exploración. Se ha calculado un nuevo geoide para los Estados Unidos mediante observaciones de deflexión astrogeodésica en 3.000 estaciones. Se añadieron al banco de datos gravimétricos terrestres autorizados de los Estados Unidos unas 43.000 estaciones, con lo cual hay datos gravimétricos a disposición del público en un total de 350.000 estaciones.

Geomagnetismo

Actualmente está en servicio solamente un avión del proyecto MAGNET, que mide la intensidad y la dirección del campo magnético. Además, anualmente se realizan observaciones de los componentes del vector geomagnético en más de 100 estaciones de América Latina para determinar los cambios seculares y ampliar el alcance del reconocimiento básico. En el continente americano hay varios observatorios geomagnéticos permanentes.

Cartografía aeronáutica

Se dispone de varias cartas aeronáuticas en escala 1:250.000 y menores, para la navegación y la planificación de vuelos en todos los Estados Unidos. El NOS está ampliando su serie de cartas aeronáuticas mundiales para incluir a México, América Central y el Caribe. Se ha preparado una carta experimental de radionavegación en escala 1:100.000, y se piensa producir una pequeña serie de 10 cartas para helicópteros.

Hydrographie et océanographie

Des données bathymétriques portant sur plus de 320 000 kilomètres (200 000 milles) ont été recueillies chaque année lors de levés des grands fonds par des navires de la marine des Etats-Unis. La participation des Etats-Unis à l'établissement de la Carte bathymétrique générale des océans est assurée par le NOS et le Centre hydrographique de la DMA. Le Bureau océanographique de la marine des Etats-Unis aide les pays d'Amérique latine dans les domaines de l'hydrographie, de l'océanographie et des levés des ports. La DMA participe à des accords internationaux pour l'établissement et la tenue à jour de cartes de navigation. Parmi les publications nautiques des Etats-Unis, on peut citer des publications hebdomadaires comme les *Avis aux navigateurs* et la série *Informations nautiques*, des cartes et des tableaux de navigation aux instruments électroniques et des manuels de navigation radar et de navigation astronomique.

Les Etats-Unis et l'Amérique latine travaillent en coopération étroite à un programme de cartographie. Le Service géodésique interaméricain (IAGS), qui relève de la DMA, est l'agent principal du Gouvernement des Etats-Unis pour la coopération avec l'Amérique latine en matière de topographie, cartographie et géodésie. Grâce à cette coopération, la cartographie a beaucoup avancé dans les Amériques en tirant partie des progrès de l'informatique, de la géodésie par satellite et de la photographie à haute résolution et à haute altitude; le résultat en a été l'établissement de cartes de plus de 15,6 millions de kilomètres carrés (6 millions de milles carrés).

Hidrografía y oceanografía

Los buques de la Marina de los Estados Unidos de América han reunido anualmente en estudios oceánicos datos batimétricos para más de 320 000 kilómetros (200 000 millas). Los Estados Unidos cumplen las obligaciones contraídas con respecto a la carta batimétrica general de los océanos por intermedio del NOS y el Centro Hidrográfico del DMA. La Oficina Oceanográfica Naval de los Estados Unidos ayuda a los países latinoamericanos a realizar estudios hidrográficos, oceanográficos y portuarios. El DMA concluye acuerdos para producir y mantener al día cartas de navegación. Las publicaciones náuticas de los Estados Unidos comprenden la publicación semanal *Notices to Mariners*; la serie *Sailing Directions*; cartas y tablas para navegación electrónica; y manuales para navegación astronómica y por radar.

Los Estados Unidos y América Latina participan en un amplio programa de cooperación para la elaboración de mapas. El Servicio Geodésico Interamericano, dependiente del DMA, es el principal instrumento de trabajo del Gobierno de los Estados Unidos para la cooperación con América Latina en cuestiones de cartografía y geodesia. Gracias a esa cooperación, el progreso de la cartografía en América se ha acelerado gracias a los adelantos de la tecnología de computadoras, la geodesia con satélites y la fotografía de gran definición desde gran altura; en consecuencia, se han podido levantar mapas de más de 15,6 millones de kilómetros cuadrados (6 millones de millas cuadradas).

Introduction

The United States and Latin America are engaged in an extensive collaborative mapping programme. In 1946, President Harry S. Truman, responding to a request from the Pan American Institute of Geography and History (PAIGH), directed the creation of the Inter-American Geodetic Survey (IAGS) to assist Latin America in mapping, charting and geodesy. Since that time, IAGS has become the principal working agent for the United States Government on matters in Latin America relating to mapping, charting and geodesy, by rendering technical and logistical support to Latin American countries for the mapping of over 6 million square miles of territory.

The success of this collaborative mapping effort is indicated by the national cartographic capabilities that have been developed in each of the participating countries and by the resulting annual cartographic production.

The IAGS continues to fulfil its primary mission in Latin America as one of the five major components of the Defense Mapping Agency (DMA) of the United States Department of Defense (DoD). Consequently, any assistance and all mapping, charting and geodesy production for Latin America performed by the DMA production components (the DMA Aerospace Center in St. Louis, Missouri, the DMA Hydrographic Center in Suitland, Maryland, and the DMA Topographic Center in Washington, D.C.) is coordinated with IAGS.

Recent cartographic progress in the Americas has been greatly accelerated by advances in the state of the art, including advances in computer technology, satellite geodesy and high-resolution high-altitude photography, and in the sophistication of surveying instrumentation.

Geodesy

Adjustment of the North American Horizontal Datum

The new adjustment of the North American Horizontal Datum has begun, and although official acceptance has not as yet been obtained from all the countries involved, the adjustment will probably place every country from Greenland (Denmark) to Panama on the same datum.

The bulk of the effort is in converting the historical data into computer-readable form. The National Ocean Survey (NOS) has keypunched all the information necessary for the automated publication of its horizontal control (except the information describing the stations) for about 185,000 points, which represent all the published points in its possession. A subset of this data file includes the geodetic position, elevation and approximate accuracy of these control points, which are used in preliminary adjustments. The astronomic data file of the National Geodetic Survey (NGS), a branch of NOS, includes astronomic latitude, longitude and azimuth. This has been completely keypunched and an associated absolute-error budget for these parameters has been completed. Free and combined adjustments of 45,000 control points have been evaluated by making free and combined adjustments of each field project. For the purposes of strengthening the network, additional base lines and azimuths have been recommended and are being observed.

The first version of the data-base management system, which will be necessary to support the tremendous data

manipulation associated with the adjustment, in scheduled for completion in December 1975. The data-base file is station-oriented, which means that all the associated information (observations, descriptions, recovery notes etc.) is filed with the station's name and position. The data-base management system has been written for the IBM 360-195 and will, eventually, serve the needs of the entire National Geodetic Survey.

The method of adjusting the data has been selected. NOS is planning to solve for the 400,000 unknowns by partitioning the equations into blocks of approximately 1,000 stations (2,000 unknowns). This approach has been agreed to by the Canadians and Danes.

In addition to putting existing classic (triangulation) observational data in computer-readable form, Denmark is charged with the task of extending the geoid from Canada to Greenland. Denmark is also evaluating the HIRAN control, which tied Canada to Denmark. Mexico and the Central American countries have their data in computer-readable form and have agreed to join in the adjustment. "NAD 1983", as the adjusted North American Datum is called, will undoubtedly be earth-centred, presumably on a new reference ellipsoid, which will, it is hoped, be adopted by the IAGS in 1979.

Since the beginning of the project, in July 1974, DMA has been represented in the new adjustment of the North American Datum. This representation is made possible by one member of the DMA being assigned to the National Geodetic Survey, for a six-month period, continuously throughout the adjustment. This liaison has resulted in several decisions on the part of NOS (for instance, the decision to compute certain accuracies) which otherwise would have been made differently. In addition, these DMA personnel have contributed to the over-all quality and usefulness of the new adjustment.

Geodetic surveys

The NGS office is responsible for the geodetic operations of the National Ocean Survey and responsible for co-ordinating federal geodetic activities. Functions include field observations for horizontal and vertical control; astronomic and gravity work and operation of observatories for polar motion; office processing, analysis and computation of results of observations; publication and distribution of data; and special related geodetic activities, including world-wide geodetic studies, research in methods and equipment, miscellaneous observations and mathematical solutions.

DMA field parties surveyed about 1,600 km of precise transcontinental traverse in the western portion of the United States, which have been incorporated into the national control network by NGS. The traverse lines averaged about 30 km in length and generally consisted of distance determinations measured by laser geodimeters on at least two different days (or nights).

Conventional surveying techniques have been augmented by use of man-portable Doppler satellite observing equipment (Geoceivers) in surveys performed over the past few years. Observations using this improved instrumentation, coupled with the precise ephemerides of the Navy navigation satellites (NAVSATS) and related computer programmes for precise data reduction, permit position determinations on an earth-centred reference system which are accurate to ± 1.5 m in latitude, longitude and height.

Satellite Doppler programmes

Doppler-point positioning

During the reporting period, DMA, in co-operation with other United States and foreign agencies, has established approximately 400 Doppler-derived positions in at least 25 countries. These surveys were conducted for assorted requirements, among them to strengthen existing primary geodetic control; to establish mapping control; to position electronic navigation and to monitor stations, optical sensing devices and petroleum wellheads; and to establish positioning for ice-flow studies in the Arctic and Antarctic regions. Approximately 150 Doppler-derived positions will be incorporated into the readjustment of the North American Datum.

Doppler-beacon programme

Doppler observations were continued at either one or two observing periods per year on these low-altitude satellites for the purpose of obtaining dense observational data to support atmospheric model studies for scientific space operations. Data acquired from this programme are used with data acquired from the NAVSATS to refine the definition of the earth's gravity model.

The Latin American Doppler plan

In 1974 IAGS implemented a Doppler plan for Latin America that was primarily designed to share the advanced technology in Doppler satellite geodesy with the collaborating Latin American mapping agencies. This plan involves using Doppler techniques to establish mapping control in unsurveyed areas and for the determination of Doppler positions on existing control to derive datum transformations. The main features of this plan include the training of collaborative personnel in the operation of portable Doppler equipment and the provision to the collaborating agencies of computer programmes for data reduction, together with segments of the precise ephemeris. During the reporting period 50 Doppler positions for datum transformations and 121 Doppler positions for mapping control were established.

GEOS-3

GEOS-3 is a National Aeronautics and Space Administration (NASA) satellite which was launched on 9 April 1975 for the purpose of performing experiments in support of the application of geodetic satellite techniques to the geosciences. The primary experiment on board this satellite is a radar altimeter for the purpose of determining the topography of the ocean surface to an absolute accuracy of ± 5 m. In addition, the altimeter is capable of determining ocean wave heights. Also on board the satellite are various tracking system components, among which are a laser retroreflector, two C-band radar transponders, an S-band range and range-rate transponder with upward- and downward-looking antennas, and a dual-frequency Doppler beacon. An experimental CO_2 laser cube is also on board.

DMA is supporting this project by collecting telemetry data at locations not covered by NASA tracking facilities. DMA-funded laboratories, such as the Naval Surface Weapons Center's Dahlgren Laboratory, are processing the data and performing studies related to geosciences. Since

GEOS-3 has upward-looking antennas, the ATS-6 geosynchronous satellite is used to collect satellite-to-satellite tracking and telemetry data, which DMA is also processing. DMA is processing Doppler tracking data collected by the Tranet Doppler tracking system to determine precisely the orbit of GEOS-3.

Global Positioning System

The success of the TRANSIT satellite navigation system has led the Department of Defense to consider a successor, which will have greater capabilities and wider applications. The new system now under development is called NAVSTAR, or Global Positioning System (GPS). While TRANSIT is optimized for shipboard use, GPS is designed for continuous position readout in three dimensions. This will make GPS useful for aircraft navigation, as well as for shipboard navigation in confined areas such as harbours. Full operation of the system is expected by 1984.

The World Geodetic System of 1972

After an extensive effort extending over a period of approximately three years, the United States Department of Defense World Geodetic System 1972 (WGS 72) was completed. Selected satellite, surface-gravity and astrogeodetic data available through 1972 from DoD and non-DoD sources were used in a unified WGS solution (a large-scale least squares adjustment). The results of the adjustment consist of corrections to initial station co-ordinates and geopotential coefficients. In determining the WGS 72 ellipsoid and associated parameters, the Department of Defense adhered to the thoughts and approach used by the International Union of Geodesy and Geophysics in establishing the Geodetic Reference System 1967. Accordingly, an equipotential ellipsoid of revolution was taken as the form for the WGS 72 ellipsoid, with the four defining parameters of the ellipsoid to be the semimajor axis (a), the earth's gravitational constant (GM) and angular velocity (W) and the second-degree zonal harmonic coefficient of the geopotential ($C_{2,0}$). Other parameters associated with the ellipsoid, such as the semiminor axis (b) and the flattening (f), including the normal gravity formula, are calculated using the defining parameters. The system of reference includes datum-conversion formulas for relating major datums of the world to WGS and an earth-gravitational model. Major influence on development of the system is attributed to the combination of Doppler and surface-gravity data.

The South American Datum of 1969

The South American Datum of 1969 has been officially accepted by the Pan American Institute of Geography and History and recommended to the governments of the South American countries for their use in mapping and engineering. The datum point is Chua, Brazil, located in the centre of the most densely settled regions of the continent. The continental geoid has been computed from the astrogeodetic deflections of the vertical and checked by several satellite-derived three-dimensional transcontinental distances. The geoid separation was utilized to reduce the base lines to the ellipsoid. The chosen reference ellipsoid conforms with the 1967 recommendation of the International Union of Geodesy and Geophysics. The details of the adjustments from the original observations within each country have been furnished to that country.

Vertical network

Levelling by NGS totalled 3,345 km of first-order levelling and 125 km of second-order levelling, on which 1,757 new bench-marks were set.

Levelling by other organizations (state highway departments, state geodetic surveys, local governmental units etc.), totalling 1,966 km of second-order levelling, was computed and adjusted into the National Geodetic Vertical Control Network.

Major conventional projects included first-order relevelling as follows:

(a) 364 km along the Hudson River from Saratoga Springs to New York City;

(b) 135 km from Sandy Hook, N.J., to Philadelphia, Pa.;

(c) 592 km from Charleston, S.C., via Savannah, Ga., to St. Augustine, Fla.;

(d) 568 km in the north-western region of the State of Washington;

(e) 307 km in California, from San Francisco to Oakland and thence, following the California Aqueduct, to San Luis Dam.

Special survey projects included a survey of Oregon Inlet and the adjacent waters of Pamlico Sound, North Carolina, made in support of a coastal mapping project. The Zeiss valley-crossing instrumentation was used to form a network of height differences, which extended out several kilometres over water. The longest water crossing was 1.81 km. Four circuits were formed; the largest misclosure was 7.6 mm.

Special investigations were accomplished as follows:

(a) Plans have been finalized for the creation of the vertical portion of the NGS Data Base. The plan, which defines content and formats, is documented in a report titled "Input Formats and Specifications, National Geodetic Survey Data Base";

(b) A preliminary investigation has been completed of the possibility that a north-south error is affecting levelling. Results indicate a high likelihood that such an error exists, but is not possible to formulate a correction for it on the basis of present information;

(c) Two new mathematical models have been developed for the purpose of generalizing the adjustment of levelling data. The new methods allow combination of old and new measurements in areas affected by crustal movements. For each junction point they yield a height, which corresponds to a particular point in time as well as to a velocity of height change;

(d) Cornell University has engaged in a co-operative effort with the NGS Vertical Network Branch to process crustal-movement profiles for inclusion in the crustal movement profile library. Approximately 133 new profiles have been processed by Cornell and added to the library.

Horizontal network

After more than a decade of continuous effort, the High-Precision Traverses are nearing completion. The remaining

segment of about 700 km in northern Michigan will be observed in fiscal year 1976. This survey, undoubtedly the most accurate attempted to date, is approximately 22,000 km in length and will serve as the base for the National Horizontal Control Network and as a fundamental standard to which other surveying systems will be calibrated. Future reobservations of this framework are certain to provide an abundance of information far beyond the expectations of the original project. A spur line will be completed in 1976 along the United States–Mexico boundary in southern California, established to High-Precision Traverse specifications. If the section to the north, in the vicinity of Santa Barbara, is also observed, a loop of more than 300 km will provide a highly accurate standard for studies in a very active tectonic area.

In support of the new adjustment, the New Datum Sections processed data for about 45,000 stations, comprising 530 surveys. To test the consistency of the procedures, as practised in the New Datum Sections, a block of 18 projects containing about 1,400 stations was adjusted in a simultaneous computation. No difficulties were experienced.

A second evaluation of a network scaled and oriented by Doppler-derived data was made for a multiproject system in North Carolina, South Carolina and Georgia. The results were similar to those obtained earlier, and again indicate that the framework of Doppler-determined positions will significantly strengthen the over-all network.

During this year (1975), data for 4,382 stations, determined from the adjustments of 48 projects, were added to the published files. Among the major surveys completed were urban networks for the metropolitan Washington, D.C. area and for Pinellas County, Florida. A very large multinetwork system in south-western Kansas and north-western Oklahoma was adjusted in a single computation. Several first-order traverses in South Carolina were processed.

A programme has been instituted to observe arcs of triangulation, traverse and trilateration in those parts of the network where the framework required strengthening. This programme also includes provisions for astronomic observations and for the measurement of base lines where evaluations indicate that additional scale and orientation is required. To this end, several first-order traverses have been completed in New Mexico and Texas and a first-order north-south arc of triangulation, extending from Pennsylvania through Maryland to West Virginia and complemented with east-west first-order traverses, is under way.

First-order co-operative surveys are continuing in Connecticut and Georgia. Surveys are in progress in Maine under an arrangement whereby a limited number of NGS field personnel are complemented by a much larger group of Maine Department of Transportation employees. Surveys to replace missing or displaced monuments on the north-south section of the Mason-Dixon Line, which divides Delaware and Maryland, have been completed, and plans are being instituted to locate monuments at one-mile intervals along the east-west boundary (known as the Transpeninsular Line) between Delaware and Maryland. Resurveys were completed to study crustal movement at the Tejon Ranch and Meade sites, which straddle the San Andreas Fault. Trilateration, with horizontal directions observed only at stations where astronomic azimuth observations were made, was utilized for the first time.

Special surveys were carried out for the Department of Defense at Holloman Air Force Base, New Mexico; Dahlgren, Virginia; and Charleston, South Carolina. The survey at Holloman Air Force Base is of particular interest because the accuracy requirements specified that the lengths of individual sections of the high speed track were not to be in error by more than one millimetre. Co-operative surveys are under way in support of the Bureau of Land Management programme in Alaska. New microwave distance-measuring equipment and pole signals specifically designed to elevate the antennae of the instruments are being employed.

The co-operative programme to establish base lines for calibrating electronic distance-measuring equipment continued. Base lines were measured during 1975 in Florida, Kentucky, Louisiana, Maine, Michigan, New York, North Carolina, Utah and Guam.

The policy to adjust accomplished surveys to National Network standards remained unchanged. Surveys that met these standards have been accepted. These include surveys carried out by the United States Geological Survey, the Transportation Departments of the States of Arizona, California, Florida, Georgia, Louisiana, Minnesota, and New Mexico; the North Carolina Geodetic Survey; Erie, Monroe and Saratoga Counties, New York; several counties in the Willamette Valley of Oregon; Salt Lake County, Utah; and King County, Washington.

Satellite and marine applications

Doppler satellite observations were obtained at 71 stations throughout the United States, including 33 stations along the transcontinental traverse. Six stations were located near Cook Inlet, Alaska, in support of the pre- and post-earthquake horizontal-control adjustment. Ten stations were located on off-shore oil platforms in the Gulf of Mexico for the purpose of extending the off-shore horizontal control network.

Observations for 23 Doppler stations in Alaska, established by the Bureau of Land Management, were reduced and transformed to NAD 1927 positions.

Extensive evaluations of the Doppler-point positioning accuracy and error sources associated with Doppler positioning were conducted during fiscal 1975.

Network maintenance

The maintenance of the horizontal and vertical control network is presently being done by 15 full-time field engineers and three geodetic advisers, who regularly recover or reset markers that are in danger of being disturbed and promote assistance from private surveyors and from state and local governments through personal contacts and by attending state conventions of surveyors. Maintenance personnel participate in such special tasks as selecting sites and assisting in establishing calibration base lines for Electronic distance-measuring instruments, establishing control points at colleges, inspecting the controls being established by states and training state personnel in geodetic procedures.

Maintenance personnel visited 1,006 vertical-control marks and 1,295 horizontal-control stations and found them in good condition. A total of 759 markers were preserved or relocated. This total includes 406 vertical-control marks and 353 horizontal-control stations. In addition, 116 vertical-

control marks were reset by private, state and county engineers.

NGS received and processed 13,000 "Report on Condition of Survey Mark" Cards. This total includes 9,000 vertical-control markers, which required 5 per cent maintenance, and 4,000 horizontal-control markers, which required 25 per cent maintenance.

During the period, 6,402 witness signs and 3,847 posts were issued to private surveyors, to be set near our horizontal- and vertical-control points.

Geodetic information

The National Geodetic Survey Information Center (NGSIC) is responsible for the preparation, publication and dissemination of the horizontal- and vertical-control data of the National Ocean Survey and of other federal agencies, state governments and local governments, which have been incorporated into the national networks. To provide pictorial and working references to these networks, various series of control diagrams are also prepared, maintained and disseminated. During fiscal 1975 approximately 15,000 units of data (1.5 million sheets) were mailed in response to requests. As a part of the ongoing project to educate and inform the user community as to the types and availability of data, a project was completed involving the mailing of approximately 37,000 questionnaires and information packets to registered land surveyors in the United States. As a result of this and similar programmes within the National Geodetic Survey, subscribers to the automatic mailing list for data continue to grow, with an increase of 7 per cent during the reporting period. In addition, approximately 13,000 reports on the condition of control points were received from other than NGS sources, providing significant information to the mark preservation programme as well as to all other programmes related to the maintenance of the national networks.

Major advances in applying data-processing techniques and procedures were achieved during the period. Foremost among these was the conversion to machine-readable form of positional data for all horizontal-control stations in the national network. This achievement met the original five-year milestone for the new horizontal adjustment and greatly enhanced the value of these data by making them suitable for use as input to various automated programmes used throughout the surveying and mapping community; by permitting computer reordering of the data to meet specific requirements; and by allowing ongoing products to be produced in a more efficient and cost-effective manner. Work began on putting the descriptive data associated with these positions into machine-readable form.

Chapters involving horizontal and vertical observational, positional and descriptive data were prepared for a publication entitled *Input Formats and Specifications of National Geodetic Survey Data Base*. To provide the fullest possible service to the surveying and mapping community, it is desirable that geodetic holdings of other organizations be furnished to the National Geodetic Survey in an automated form suitable for inclusion in the NGS Data Base. The purpose of this publication is to provide the required formats and keying instructions for standardizing the data from various organizations into the format acceptable as direct input to the NGS system. Since this publication is the first step toward a National Geodetic Data Center, the benefits to the users are immeasurable, as they may then obtain all available data for their area of interest and eliminate the need to contact numerous organizations. The first agreement utilizing this publication is with the United States Geological Survey (USGS). The agreement will result in the submission of USGS data to the National Geodetic Survey.

Throughout the reporting period efforts continued in the Vertical Branch to automate positional and descriptive data. Such data were placed in digital form for approximately 18,000 bench-marks. Working in conjunction with the Vertical Branch, the Cartographic Branch assisted in a study for obtaining the most efficient and accurate method for determining latitudes and longitudes for all vertical-control points in the United States. The Cartographic Branch determined elevations from various map sources for horizontal-control stations being placed in a digital form. In addition to performing manual revisions and preparing various diagrams for reprint, the 30-minute vertical diagrams required for publication with such data were prepared using totally automated techniques. This approach will be pursued in the future and will lead, it is hoped, to a totally automated cartographic operation.

GRAVIMETRY

Gravity surveys in North America

DMA conducted regional land-gravity surveys using LaCoste and Romberg geodetic gravity meters in Idaho, Missouri, Montana, Nevada, New Mexico, North Dakota and Washington. Gravity base networks tied to the United States National Gravity Base Net were established to support the regional surveys in some of the states listed above.

Support to Latin American gravity surveys

DMA continued to support gravity surveys in Latin America through the Inter-American Geodetic Survey by loaning a number of LaCoste and Romberg gravity meters and providing limited gravity data reduction.

Latin American gravity data have been reduced to world standards and scale through the adjustment and publication of the Latin American Primary Gravity Net as an extension of the International Gravity Standardization Net (IGSN-71).

DMA gravity-acquisition activity during this period has resulted in the collection of approximately 40,000 additional selected land-gravity stations within the United States. Navy surveys and collection of offshore gravity data have provided an additional 300,000 stations in surrounding ocean areas.

DoD Gravity Library

The Department of Defense Gravity Library, operated and maintained by the Defense Mapping Agency Aerospace Center in St. Louis, Missouri, provides services as required to all agencies within the Department of Defense. In addition, the DoD Gravity Library exchanges gravity data informally with many private geophysical and exploration organizations. This policy allows the DoD Gravity Library to provide services to non-DoD organizations in exchange for their gravity contributions. Only those organizations contributing data to the library can avail themselves of the many services available.

The Gravity Library's automated holdings for the Americas consist of approximately 1,500,000 individual gravity stations and 2,500 1° × 1° mean gravity anomalies. These data have been used to derive various published cartographic products related to the Americas. They are:

(*a*) *A Bouguer Anomaly Map of South America* (Breville *et al.*, Dec. 1973) TP-73-002;

(*b*) *Geophysical Maps of Greenland* (Wilcox *et al.*, Oct. 1975);

(*c*) *Automated Compilation of Gravity Anomaly Contoured Maps Over the Gulf of Mexico* (Estes, Oct. 1975);

(*d*) *An Analysis of Gravity Prediction Methods for Continental Areas* (Wilcox, 1974);

(*e*) *Bouguer Anomaly Chart of the Conterminous United States*. This chart will be published in the United States National Atlas by the United States Department of the Interior, Geological Survey (USGS);

(*f*) *Fully Automated Compilation of Gravity and Geophysical Maps* (Wilcox *et al.*, 1974) TP-74-002.

Gravity observations

From 1 July 1974 to March 1975, the gravity party observed over level lines in southern California. Most of this work consisted of reobservations to provide information on gravity changes associated with land subsidence. In March 1975, special gravity observations were conducted at the Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, California, in conjunction with very long base line interfermometry (VLBI) measurements. In April 1975, the party began reobserving the United States Gravity Base Network. By 30 June 1975, the eastern portion of this network had been completed; it consisted of lines from Washington, D.C. to Miami, Florida; Washington, D.C. to Bangor, Maine; Washington, D.C. to Atlanta, Georgia and thence to Detroit, Michigan; and Syracuse, New York to Duluth, Minnesota.

Gravity reductions and geoid studies

With the addition of 400 new astrogeodetic deflection stations, a new geoid for the United States has been produced. From the total of 3,000 stations, a map is being drafted with a contour interval of one metre.

Approximately 43,000 stations were added to the automated United States Land Gravity Data Bank, making a total of about 350,000 stations. The entire data bank, or any portion of it, is supplied upon request to the public at a nominal fee.

GEOMAGNETICS

Project MAGNET

Only one Project MAGNET aircraft is now in service. It is a Lockheed Orion RP-3D type, and collects data at the rate of 240,000 track-miles per year. The aircraft is manned by a Navy crew plus two geophysicists and two technicians, and is equipped to measure the intensity and direction of the magnetic field for use in constructing charts that improve geophysical knowledge of the earth and provide more reliable navigational data for ships and aircraft. In addition, special studies under Project MAGNET included detailed surveys to locate precisely the north and south magnetic poles. The Naval Oceanographic Office (NAVOCEANO) magnetic efforts range widely, from producing data for charts to United Nations-sponsored surveys of the Far East to locate potential mineral resources. More recently, the Project MAGNET aircraft participated in the search for the ironclad ship *Monitor*.

Geomagnetism

Between 100 and 150 component-vector geomagnetic stations are observed each year in Latin America for determination of secular change and extension of basic reconnaissance coverage.

Several permanent geomagnetic observatories, located throughout Latin America, continuously record short-term variations for the correction of field data and for several scientific and technical applications.

Calibration of instruments was accomplished during the reporting period by intercomparison with international standards from the USGS Geomagnetism Center in Fredericksburg, Maryland.

AERONAUTICAL CHARTING

Joint Operations Graphic (1501A), 1:250,000 scale

Over 100 series 1401 Air charts have been published, covering selected areas in the conterminous United States. An additional 95 charts are programmed for completion by the end of fiscal 1977. In Alaska, complete coverage (153 charts) is now published. Over 50 charts have been published over selected areas of Central and South America. Approximately 20 charts in the Americas are programmed for completion through fiscal 1977.

Tactical Pilotage Charts (TPC), 1:500,000 scale

Complete coverage has been produced of the conterminous United States and Alaska. The National Ocean Survey (NOS) maintains 54 base charts for both civil and military editions and publishes the civil version (Sectional Chart). In the area of interest there are 23 additional TPC charts required to cover parts of Central America, Cuba, the West Indies and northern South America. Of these 23 charts, 16 have been published, five are to be published during fiscal 1976 and two are to be published during fiscal 1977.

Operational Navigational Charts (ONC), 1:1,000,000 scale

Complete ONC coverage of the Americas has been produced except for island charts J-23, K-23, M-29, P-29, U-17 and U-18. Production and maintenance responsibility for the Americas ONCs is shared by DMA, NOS, DLS/Canada and DMS/United Kingdom. Coverage consists of 77 charts. Full coverage of all the charts in this series is currently programmed for completion by fiscal 1980.

Jet Navigation Charts (JNC), 1:2,000,000 scale

The JNC charts will replace the United States Air Force JN charts and the United States Navy V-30 charts. As the remaining JNC chart are published, the related JN and USN V-30 series will become obsolete and will be removed from

the DoD inventory. There are 25 JNCs covering the area of interest. Of these, 16 have been published; seven are to be published during fiscal 1976 and two will be published during fiscal 1977.

USAF Jet Navigation Chart (JNC-A), 1:3,000,000 scale

Three JNC-A charts covering the area of interest are available. These charts (JNC-A 3, 4 and 5) are similar in design to the JNC but provide expanded coverage because of their smaller scale.

Various LORAN charts are required with coverage in the northern hemisphere:

(*a*) *Continental Entry Charts (CEC), 1:2,000,000 scale.* The three charts required are CEC-1 (covering the eastern United States coast), CEC-2 (the western United States coast), and CEC-3 (United States Gulf Coast). CEC-1 and CEC-2 are published and CEC-3 is scheduled for publication in the third quarter of fiscal 1976. They are revised, as necessary, to update LORAN A, CONSOLAN and aeronautical overprint data;

(*b*) *USAF LORAN Navigation Chart (LJC), 1:2,000,000 scale.* Three charts have been published, covering Alaska, the Arctic Islands of Canada and Greenland. The area of coverage of these charts corresponds to that of JN-6 (JNC-6), JN-7 (JNC-7), and JNC-16. They are revised, as required, to update LORAN A data;

(*c*) *LORAN C Navigation Chart (LCC), 1:3,000,000 scale.* Two charts have been published, covering Canada and Greenland. The area of coverage of these charts corresponds to that of JNC-A3 and JNC-A4. They are revised, as required, to update LORAN C data;

(*d*) *Global Navigation and Planning Charts (GNC), 1:5,000,000 scale.* Complete coverage of the Americas is provided by this series of charts. They are revised, as required, to update base and aeronautical overprint data;

(*e*) *Global LORAN Navigation Charts (GLC), 1:5,000,000 scale.* Six charts in the northern hemisphere have been published. The area of coverage corresponds to that of GNCs 1, 3, 5, 8, 9 and 10. They are revised, as required, to update LORAN A, CONSOLAN and aeronautical overprint data;

(*f*) *Global LORAN C Navigation Charts (GLC), 1:5,000,000 scale.* Same as for the GLC, except that LORAN C data is displayed and maintained in lieu of LORAN A.

World Aeronautical Charts (WAC series) of Mexico and Central America

The National Ocean Survey is expanding their WAC series (1:1,000,000) to include Mexico, Central America and the Caribbean area with the northern tip of South America. These charts will be formatted in accordance with the specifications for the civil version of the United States WACs. The charts contain detailed aeronautical data overprinting the standard aeronautical base chart, and will be revised every two years to provide continuity of information for visual flights from Alaska to South America.

Puerto Rico-Virgin Islands Local Chart

The Puerto Rico Local Chart was reformatted to extend chart coverage to include the Virgin Islands and redesigned to incorporate United States specifications for aeronautical charts at scale 1:250,000. The reverse side of the sheet has a planning chart which includes the area bounded by Baja California on the west, the United States mainland to the north, the Windward Islands on the east and the northern tip of South America to the south.

Experimental VFR Radio Navigation Chart

A prototype chart, scale 1:1,000,000, was produced for operational evaluation. The chart is designed to satisfy the needs of pilots who typically use radio aids to navigation as their primary navigational system in a Visual Flight Rule (VFR) environment. When accepted and approved, this chart will replace the present civil WAC series, which has been in use in the United States without major modification since the 1940s.

Alaska Aeronautical Planning Chart

An Aeronautical Planning Chart for the state of Alaska is being prepared for evaluation. This chart will complete the Planning Chart series for the United States. It will be formatted for compatibility with the Flight Case Planning Chart of the conterminous United States and will contain aeronautical planning data unique to Alaska in tabular form. The chart will be printed on the WAC containing the Aleutian Islands on one side and the Planning Chart on the other.

Instrument Approach Procedure Charts in bound volumes

A full-scale experiment of Instrument Approach Procedure Charts (IAPCs) in bound volumes, in lieu of the loose-leaf format, was conducted from June to October 1975. A bound volume containing charts for the states of Texas and New Mexico was issued every four weeks to subscribers of this area for operational use. Plans are now being formulated to convert all IAPCs of the conterminous United States, Puerto Rico and the Virgin Islands to the bound-volume format.

Alaska terminal publication

A joint-use publication (civil and military) for the state of Alaska was published to contain charts required for terminal aeronautical operations within Alaska. The publication is revised every 56 days and contains instrument approach procedure charts, standard instrument departure charts, standard terminal arrival charts, taxis charts and related information.

Helicopter chart

In June 1973 an experimental helicopter chart of the Los Angeles area was produced for evaluation. The chart, at scale 1:158,489, was subsequently approved. It contains information for helicopter operations, including major landmarks, highway interchanges and specially-designated helicopter routes. The series is plamned to expand to approximately 10 charts.

Flight-case planning chart

An aeronautical planning chart of the conterminous United States was produced to provide a chart that could be carried in the pilot's flight case and provide the necessary flight planning data for air operations within the United States. The chart, at scale 1 in = 60 nautical mi., contains prominent land forms in shaded relief, major cities, airports, airways and mileages along airways. The reverse side contains a mileage table of major terminals, tabulated aeronautical data and a location index.

HYDROGRAPHY AND OCEANOGRAPHY

Deep-ocean surveys

Extensive deep-ocean surveys by United States Navy ships were continued to meet requirements of the United States Department of Defense, other Government agencies, and scientific and commercial institutions. Over 320,000 km (200,000 mi.) of bathymetric data have been collected annually on these surveys.

General Bathymetric Chart of the Oceans

The General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) was first published in 1903 by H.S.H. Prince Albert I of Monaco. His principal objective was to satisfy a demand from members of the scientific community for a chart of the oceans that would portray the most recent bathymetric information. Today, under the sponsorship of the International Hydrographic Organization (IHO) and the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), the GEBCO effort is continued through the co-operation of 18 volunteering hydrographic offices. These offices, acting as area co-ordinators, provide 1:1,000,000 plotting sheets to the IHO, which co-ordinates the production of the 1:10,000,000 world charts. Eighteen of these 1:10,000,000 charts comprise the General Bathymetric Chart of the Oceans.

The United States commitment, being fulfilled for the United States by the National Ocean Survey and the Defense Mapping Agency Hydrographic Center, includes the eastern half of the North Pacific Ocean, part of the Arctic region and the western half of the Atlantic Ocean. The United States has completed 44 bathymetric plotting sheets, which are available for sale to the public.

Coastal surveys

The United States Navy Harbor Survey Assistance Program, started in late 1964, is designed to assist collaborating Latin American countries to develop a hydrographic surveying and charting capability. Under this programme a hydrographic engineer from the Naval Oceanographic Office (NAVOCEANO) is sent to assist and train host country personnel in carrying out hydrographic surveys of their ports and harbors. The countries then produce and maintain their own accurate charts. Equipment and technical assistance have been provided to Colombia, Costa Rica, the Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Honduras, Guatemala, Jamaica, Nicaragua and Panama. Efforts to date have been quite successful, in that several of the countries now have survey capability.

The NAVOCEANO co-ordinator for HARSAP is stationed in the Panama Canal Zone and works closely with the IAGS.

Navigational charts

The Defense Mapping Agency concluded a Bilateral Modified Facsimile Chart Reproduction Agreement with Ecuador. In the western hemisphere, DMA also has agreements with Argentina, Brazil, Canada, Chile, Colombia, El Salvador, Guatemala, Mexico and Nicaragua.

Charts reproduced by the United States under these agreements for Western Hemisphere areas during the reporting period total 74. These reproductions were as follows: 15 of Brazilian nautical charts, 53 of Canadian nautical charts, one of a Chilean nautical chart, one of an El Salvadorean nautical chart, two of Colombian nautical charts, one of a Mexican nautical chart, and one of a Netherlands nautical chart.

During this reporting period, DMA continued to maintain world-wide nautical-chart coverage at a level of approximately 4,600 charts. Of this total, approximately 900 issues involved coverage of the western hemisphere.

Continued effort was directed toward the improvement and maintenance of this body of charts by the production of nearly 2,500 new charts and of new editions of nautical charts presently on issue. Of these, five large-scale harbour charts were produced in Latin America under the Harbor Survey Assistance Program. These five charts, together with 11 others previously published, bring to 16 the number of new charts prepared under this programme.

During the reporting period, 39 nautical charts were published for this area.

International series of charts for the world

In March 1974, DMA published a new edition of International Chart 108, *Southeast Coast of North America*, including the Bahamas and Greater Antilles; in July 1974 it published the new International Chart 504, *Hawaiian Archipelago*. Both charts are at scale 1:3,500,000 and were prepared in accordance with the specifications of the IHO Commission on the International Set of Charts. International 505, *Ellice Islands to Palmyra Island*, and International 401, *Gulf of Mexico*, both at scale 1:2,750,000, are presently in progress and will be completed in the coming year.

Nautical publications

Notices to Mariners

Notices to Mariners is an official document, issued weekly, to advise navigators of corrections to the nautical charts and publications they use. Commencing with issue No. 1 of 1975, the Defense Mapping Agency now publishes *Notices* in a new and improved format, presenting corrective information in clear, concise and direct terms.

Sailing Directions

This series of books is being reformatted into a new style designed for fast, deep-draft ships equipped with modern navigational equipment. During 1975-1976, the present 12

Sailing Directions for the North Atlantic area will be replaced by seven of the new books. When the programme is complete, 60 volumes of world-wide coverage will be condensed into 43 new books.

Electronic navigation

Omega Plotting Charts

A total of 51 Omega Plotting Charts (7500 series) were completed for the northern hemisphere at a scale of approximately 1 inch = 30 nautical mi. When Omega stations in Argentina (F) and La Reunion (E) are on-air, and Station B is shifted from Trinidad to Liberia in 1976, a new world-wide 7600-7700 series of Plotting Charts will be issued to accommodate the new coverage. This new series will consist of 126 charts covering the entire world, of which 23 have been completed.

Omega publications

DMA provides coverage with tables of charting and co-ordinates and predicted propagation correction (PPC) for the world, which for convenience has been divided into 26 areas. Charting co-ordinate tables and PPC tables are under construction for stations not on-air, and will be available when the stations are declared operational.

Publication No. 1310, Radar Navigation Manual

The second edition of publication No. 1310, *Radar Navigation Manual*, published in 1975, was prepared in response to the mariner's need for a practical radar manual, to be used for rapid reference to radar techniques and information needed in the performance of ship-control and navigational duties.

Celestial navigation

Improvements in the area of celestial navigation were made by the publication of several related publications. These include: Publication No. 249, Volume 1, *Sight Reduction Tables for Air Navigation (Selected Stars)*, Publication No. 229, *Sight Reduction Tables for Marine Navigation* and Publication No. 9, *American Practical Navigator (Bowditch)*.

A two-volume edition of this latter treatise on navigation is being prepared. Volume II, which was published in July 1975, contains the familiar Bowditch tables and the formulas, dates and instructions needed by the marine navigator to perform many of the computations associated with dead reckoning, piloting and celestial navigation. Volume I, which will address the modern radionavigation systems in addition to treating the basic art and science of navigation, is expected to be completed by mid-1976.

Training programme

A total of 42 students from the western hemisphere successfully completed the Hydrographic Engineering/Marine Environment or the Marine Environment/Applied Oceanography training programmes conducted by NAVOCEANO. The participating States, with their respective graduates, were: Argentina (1), Brazil (1), Chile (4), Colombia (4), Ecuador (5), Guyana (1), Mexico (5), Peru (1), Uruguay (2), Venezuela (5) and the United States (13). An important benefit of this training has been the increased capability for production of new nautical charts that aid ship navigation in the coastal areas on these member States.

TOPOGRAPHIC MAPPING

Latin America

One of the principal aims of the DMA/IAGS collaborative effort has been to assist the Latin American Collaborating Agencies to produce first-time mapping coverage for their national territories. Throughout Latin America there has been a growing demand for mapping coverage to support development programmes. During the three-year reporting period these agencies have achieved an all-time high in producing topographic map sheets at scales of 1:50,000, 1:100,000 and 1:200,000. The specific progress will be reported by representatives from the co-operating countries. DMA production efforts in Latin America were designed to supplement, rather than to duplicate, the Latin American efforts. Accordingly, the following reflects DMA's topographic production in Latin America for the reporting period:

1:50,000 topographic maps, 522 sheets published;
1:250,000 topographic maps, 35 sheets published;
Large-scale city plans, 58 sheets published.

Military topographic maps

During the reporting period, DMA mapping programmes for the United States primarily involved the revision and reformatting of existing mapping of military installations. A total of 301 1:50,000-scale topographic maps were published.

Cadastre programmes

Since 1962, IAGS has supported cadastre programmes in Latin America as a part of the DMA collaborative mapping programme for development-type large-scale mapping. During the reporting period, the collaborative effort continued on cadastre programmes in Central America and Panama. In addition, a cadastral survey and property-tax improvement project, covering the eastern half (the "Oriente") of Paraguay, was provided with assistance by DMA.

Training

Another principal objective of the IAGS mission has been to assist the Latin American nations to increase their geodetic and cartographic capabilities. The IAGS Cartographic School, in the Canal Zone, was established in January 1952 to provide courses at the technician level for Latin American students. Applicants are selected from national mapping institutes and governmental agencies to attend courses, ranging in length from 8 to 16 weeks, covering all the phases of geodesy and cartography.

IAGS provides instruments, equipment, supplies, classrooms and bilingual instructors from its own resources. When the student load is too high for certain courses, professional alumni of the Cartographic School from Latin American cartographic agencies have assisted in presenting courses as guest instructors.

The Cartographic School operates on a two-semester schedule. During the period extending through fiscal 1975 the Cartographic School graduated over 4,000 Latin American students. When classes are not in session, compilation instruments belonging to the school are utilized by national mapping-agency personnel. In fiscal 1975 Paraguay, Ecuador and Honduras took advantage of this service.

Aerial photography

Between 1954 and mid-1975 the United States acquired over four million square miles of acceptable aerial cartographic photography of Latin America in support of the IAGS collaborative mapping programme. The extremely unfavourable weather conditions prevalent over vast regions of Latin America have frustrated many attempts by the United States to acquire even greater coverage. As resources permit, this programme will continue.

Photogrammetric instruments and techniques

The Semi-Analytical Aerial Triangulation System, as developed and employed by IAGS, has become the standard operating system for most collaborating agencies throughout Latin America. This system is applicable to large- and small-scale mapping and may be easily modified into a fully analytical system. Programmes have been prepared for most of the electronic computer modifications available for use in the collaborating agencies. These include the IBM 1130/32K, IBM 360/32K and IBM 370 series. All programmes are written in Basic FORTRAN IV and can be applied to other computers with the same job capacity. As was the case with the previous Analog/Graphic System, standardization is being maintained in order to facilitate future training needs and in-country assistance.

Analytical Photogrammetric Positioning System (APPS)

The APPS provides a means for rapidly determining the horizontal co-ordinates and elevation of ground points from aerial photos. A modified Zeiss Stereotope, a Bendix Datagrid and a Hewlett-Packard 9810A calculator have been interfaced to provide a self-checking mensuration system which uses a previously prepared data base. The data base consists of cartographic aerial photographs that have been previously marked and triangulated. All numerical data for each stereopair (i.e., camera position, elevation and attitude, camera-calibration data, refraction corrections etc.) are stored on a magnetic tape cassette together with the calculator programme required for data reduction. The Stereotope is used as a stereoviewer and is mounted on the Datagrid, which provides precise determinations of the X, Y position of any point on the photograph that is being viewed through the Stereotope. A shaft-angle encoder, mounted on the Stereotope X-parallax micrometer, provides X measurements, which can be used to determine the elevation of any point being viewed through the Stereotope. The outputs of the Datagrid and shaft encoder are fed automatically into the calculator. All data reduction is performed automatically by the calculator, which prints out the Universal Transversal Mercator (UTM) co-ordinates, the elevation in meters and the identification number for the point being determined.

Automated Cartography System

DMA has a basic Phase I Automated Cartography System (ACS) currently in production at all three DMA Production Centers. The capabilities and components of the DMA Phase I ACS are as follows:

(*a*) *Contour and orthophoto production*. Two products are furnished by the automated photogrammetric equipment in the DMA Centers: contours and orthophotos. The contours go directly into the final digital file, while the orthophotos are used as one of the primary bases from which the digitizing-station operator derives all remaining digital detail;

(*b*) *Digitizing station*. The DMA Centers have in production the Gradicon Bendix and Calma digitizers. A complete digitizing station consists of one ot these digitizers for manual operator tracing and a minicomputer/cathode-ray tube (CRT) display device that furnishes feature identifier information prior to digitizing. The display device is also used to show small portions of the completed digitizing upon operator demand. A total system unit at each DMA Center will contain up to 10 manual digitizing stations;

(*c*) *Formatting*. Each DMA Center has a UNIVAC 1108 computer, which is the heart of the Centers automating capability. Minor U-1108 differences exist at each Center, but the use of what is essentially the same computer throughout the DMA will permit a free exchange of digital data between Centers. This is one of our prime considerations in system development. Each digitizing system unit (consisting of 10 digitizers) feeds to one Digital Equipment Corporation PDP-11 or PDP-15 as an interim data-collecting computer. Major processing is done on the U-1108;

(*d*) *Support software*. The capability of an automated cartographic system is highly dependent on the size and complexity of the computer software support packages that are developed for it. The software library determines the extent of product support that can be provided and also determines the number of symbols that can be plotted automatically from the digitized detail;

(*e*) *Proofing*. Each DMA Center has a high-speed XY netics proofing plotter for use in early checking of the digital data. Each XY netics plotter also has a scribing capability, to permit its limited use as a finishing plotter;

(*f*) *Editing*. Initially, each DMA Center will use manual editing techniques to verify the map and chart output from digital data. However, we are currently installing edit devices as part of each basic system. These will provide a CRT display of the digital data and the capability to interact with the display data to make the necessary corrections on magnetic tape;

(*g*) *Digital data and colour-separation plots*. These two products constitute the primary outputs of the DMA Phase I ACS.

The DMA Phase II automated production method is currenctly in research and development. The potential components and operations of this system are as follows:

(*a*) *Cartographic compilation*. The operator will compile the map or chart detail at a manual work station. This is the equivalent of the digitizing station in the Phase I method. In this concept, the operator need only be supplied with a set of coloured pencils, with which he can compile and key the detail for later automatic separation;

(*b*) *Drum scanner*. This device is currently onsite at one of our laboratories, where it is in the advanced development stage. It has the design capability of separating 16 discrete colours from single multicolour copy; it would be the device to which a large number of compilation stations would feed the detail to be colour-separated;

(*c*) *Map and chart stocks*. DMA currently has approximately 3 million reproduction negatives on the shelf. We anticipate that future demands for digital data will require that many of these analog products be converted to digital form;

(*d*) *Scanner/plotter*. This device is based on the same concept as the drum scanner previously described, but there are differences in its operation, based on differences in the input material. DMA currently has a colour scanner/plotter in engineering development for both digital data-bank and production applications, using colour-separation negatives and coloured maps as input materials;

(*e*) *Formatting*. The capability of the central computers is the heart of the Phase II system. Because of the extremely large volume of data that will result from the Phase II method use of raster capabilities, DMA is investigating follow-on to our present serial computers with parallel processing through the use of associative-array processors;

(*f*) *Editing*. In Phase II, DMA is expanding the capability of the Phase I editing system to make it into what is called a "master compilation station", which will accept digital data from photographic as well as from cartographically-derived digital data for display, correction and combination into final detail;

7. *Digital data, colour-separation plots and off-line orthophotos*. As in Phase I, the basic production output will be digital data and colour-separation negatives. However, we do envision an additional product in the form of off-line orthophotos that have been manipulated to emphasize specific detail.

Remote-sensing activities

During the reporting period the IAGS-Earth Resources Observation System (EROS) programme, with the support of the United States Geological Survey (USGS), began to provide Latin America with collaborative technical assistance in education, information and investigations in the application of remote-sensing techniques.

During 1972, IAGS-EROS presented formal nine-week and 12-week professional-level courses in remote sensing. These courses provided both theory and application to environmental problems through the use of instrumentation and methods derived from ground, airborne and space systems. A third nine-week formal course was presented in September 1973. A total of 92 students representing 17 Latin American countries were provided the opportunity to study remote-sensing technology. A special two-week course on image manipulation of satellite imagery was then presented in May 1974 for 18 students from eight Latin American nations. The course was presented in order to update technical personnel in the latest and most economic means of extracting data for planimetric and thematic map products.

In order to provide a co-ordinated flow of information to the Latin American countries, IAGS established the EROS Information and Distribution Center, located at IAGS headquarters, Panama Canal Zone. This Center is a centralized service point for the dissemination of literature on remote sensing, satellite imagery and indexes to all of the Latin American agencies collaborating in the EROS programme. The IAGS-EROS Distribution Center also serves as a regional application assistance facility by providing a reference and ordering point for satellite imagery for the scientific community and the general public.

There are national EROS Centers in 17 Latin American States, which provide service within their respective countries.

The investigations portion of the IAGS-EROS programme centred around pilot projects that were designed and conducted to study assorted environmental problems in a number of the Latin American countries. This effort produced 22 experimental cartographic products prepared from LANDSAT-1 and SKYLAB imagery.

Geographic names

The United States has been active in programmes to standardize geographic names since 1890, when the United States Board on Geographic Names (BGN) was established. An interdepartmental body with representatives from nine federal agencies, BGN has authority to provide for uniformity in the use of geographic names throughout the federal government.

The work of BGN is carried out by committees that are responsible for approving names of geographic features in the domestic United States, in foreign countries and areas, in Antarctica, on the sea floors and on the other planets of the solar system. Research staffs that support BGN programmes are provided by two of the agencies represented.

BGN programmes to standardize names within the United States involve the maintenance of files of names and the publication of quarterly lists of names approved by the appropriate committees. Names so approved are freely available to the public. The United States Geological Survey, which provides staff support to BGN, is currently investigating ways in which names can be automated, for even more widespread distribution.

The foreign-names programme of BGN is responsible for determining the names of all geographic features outside the domestic United States. The heart of this programme is a file of some 4.5 million names, which is maintained by the Defense Mapping Agency Topographic Center (DMATC). The names in the file, which is corrected and expanded as required, are made available in gazetteers, which are issued by BGN and distributed through the facilities of DMATC.

Thirty countries or political entities in the Americas have been covered by BGN gazetteers. The earliest publication date was 1955 (Canada) and the most recent is 1976, the projected date (as of this writing) for the gazetteer of Guyana. In general, the names in these gazetteers are taken from maps at 1:250,000, and maximum use is made of native sources.

In addition to meeting its own national needs for names, the United States has long engaged in programmes to standardize names at the bi-national level. Particularly noteworthy has been the long-standing and constructive co-operation between BGN and the United Kingdom's Permanent Committee on Geographical Names for Official British Use; acting in close liaison, these bodies have produced important

documents on standardization. The names authorities of Canada and the United States have recently developed stronger ties to assure greater co-operation in working on names problems in areas of mutual interest along or beyond their borders. The United States also has established agreements with other countries whereby names information can be exchanged. Notable among recent co-operative arrangements are those with Guyana, the Dominican Republic and Guatemala.

On the international level, the United States has been active in programmes to encourage standardization of names. Through United Nations conferences and technical meetings, commencing in 1967 and continuing through the sixth session of the United Nations Group of Experts in Geographical Names in March 1975, the United States has played an important role in developing useful principles and philosophies of standardization. These meetings have benefited from the collaboration of representatives of several countries of the Americas.

The Pan American Institute of Geography and History (PAIGH) also has given the United States an opportunity to exchange ideas on name standardization with PAIGH member States. The PAIGH Committee on Geographical Terminology has for several years been a focus of efforts to co-ordinate national and international programmes related to names. At its first regional meeting in San Jose, Costa Rica, in May 1974, the Committee approved several important objectives and programmes; since then, useful work has been accomplished on a number of projects.

The United States National Mapping Program

The United States National Mapping Program (NMP), administered by USGS, provides for gathering, processing and distributing the basic cartographic data of the United States in a variety of forms, including several series of multipurpose line maps. The data are essentially the same as have been gathered for the well-known national topographic map series, though they are made available in additional forms better suited to specific needs or designed for use in computers.

As the agency delegated to co-ordinate federally-funded domestic mapping activities, USGS co-ordinates department-wide geodetic and mapping-control surveys; identifies and evaluates national mapping requirements; fosters co-operative research and development in mapping, charting and geodesy; and operates the National Cartographic Information Center for ready exchange of cartographic data gathered by government agencies and some private organizations.

Products

The major products of the NMP programme are:

(*a*) *Aerial photography*. The aerial photograph is the basic data source for mapping information;

(*b*) *Line maps*. The traditional multipurpose line map is still an important tool, and will continue to be produced. In addition to the 1:24,000-scale standard series now available, new series are being produced at scales 1:50,000 and 1:100,000;

(*c*) *Orthophotoimage products*. Once only a by-product of the mapping process, the orthophoto has become an important product in its own right. Orthophotos are produced quickly and inexpensively and provide a wealth of information not available on line maps;

(*d*) *Graphic data*. The availability of base data in graphic form is being expanded. Individual types of cartographic data will be prepared as separate reproducibles that can be used singly or in any needed combination with both standard and special-purpose maps;

(*e*) *Digital data*. NMP's objective is to supply the base map data in digital form (on magnetic tape) for reasonably-sized areas of the United States.

The programme will deal directly with the common need by supplying the basic data to users. At first, the information will be gathered and processed in 11 categories: (1) reference systems, (2) hypsography, (3) hydrography, (4) surface cover, (5) nonvegetative features, (6) boundaries, (7) transportation systems, (8) cultural features, such as buildings, airports and dams, (9) geodetic control and other survey information, (10) geographic names and (11) orthophotographic imagery. USGS will process the raw data (aerial photographs, field data etc.) to the point of direct usability; the actual content and form of data in these categories will be based on the needs of users.

The National Cartographic Information Center (NCIC) has been established to collect and process information on cartographic data—maps, charts, aerial photos and space imagery, geodetic control and digital data—and to distribute it to any user. The ultimate objective of NCIC is to become the single service centre for all surveying, mapping and charting data and products.

General-purpose topographic map coverage at scales 1:24,000, 1:62,500, 1:63,360 (Alaska) and 1:20,000 (Puerto Rico) is now available for about 93 per cent of the total area of the 50 states, Puerto Rico, United States Virgin Islands, Guam and American Samoa. As maps become out of date, revision is necessary to show changes in terrain and in man-made features. Today more than 900 1:24,000-scale topographic maps are revised in a year. Most revisions are of expanding metropolitan areas. More than half of the maps in the revision programme are updated by photorevision, a low-cost rapid-production method that relies primarily on photointerpretation without a field check.

The conterminous states and Hawaii are completely covered by 473 topographic maps at scale 1:250,000; they are revised on an average eight-year cycle. The topographic contours of the maps of this series for the 48 states were digitized and are now readily available from NCIC in the form of magnetic tapes. Topographic-bathymetric editions of the 1:250,000-scale maps of United States coastal zones are being produced in co-operation with the National Ocean Survey. The 1:250,000-scale series is used by USGS as base copy for preparing the state base map series, the International Map of the World (IMW) series and special maps such as the land-use and land-cover series now in production; it has also been designated as the basic reference for geographic nomenclature in government publications.

Thirty of the 54 IMW 1:1,000,000-scale maps required to cover the conterminous United States and Hawaii have been published. Each year several new maps and revisions are prepared as part of the international programme to attain world-wide coverage at a uniform scale and format.

In addition to the variety of conventional line maps, USGS has introduced a new series of photoimage maps, which can be produced quickly, economically and accurately. The standard product is the 1:24,000-scale orthophotoquad, which consists of either an orthophoto or a mosaic of orthophotos in 7.5-minute quadrangle format with very little cartographic treatment (UTM grid and a few feature labels). There is an increasing demand for the orthophotoquad, either as an interim map for unmapped areas or as a companion product to a published line map. Production now stands at almost 4,000 orthophotoquads per year. Orthophotoquads are in great demand for use as base maps by state planners; for land-use information; for site selection by private industries, utilities and public transportation authorities; for tax assessment; for management of natural resources; for flood-hazard, pollution, agricultural and coastal-wetlands studies; for revision of other maps; and for production of special-purpose maps.

A multicolour cartographically enhanced version of the orthophotoquad is called an orthophoto map, and many of these have been produced for certain areas of the United States where conventional line maps cannot adequately portray featureless terrain. The orthophoto map represents approximately the same production effort as the line map, but the coloured photoimagery accentuates such detail as salt-water encroachment, marshland limits, fault lines and the physical character of prominent geologic features. About 300 orthophoto maps are currently in production.

The need for maps between the 1:24,000-scale series and the 1:250,000-scale series has led to an intermediate-scale mapping programme. The goal is complete national coverage with 1:100,000-scale topographic maps, which will be derived from the 1:24,000-scale series. Specifications for content are currently being decided; metric contours and selected metric equivalents, however, are already considered essential.

A primary objective of USGS research is to automate and link together as many of the mapping phases as possible, in the expectation that only a few of the critical phases in mapping will be done manually. Automatic data-processing equipment is an integral part of the mapping system, including automatic data acquisition, analytical aerotriangulation, computation and adjustment of geodetic-control data and automatic plotting. The USGS library of computer programmes for geodesy, photogrammetry and cartography represents a major developmental effort and a valuable tool available to the mapping community.

In the last decade, the trend in mapping techniques has been towards greater precision and speed. The mechanical and optical techniques of 1965 have given way to the computerized, digital, remote-sensor space-technology systems of 1975. The USGS effort in advancing mapping instrumentation and technology is concentrated on replacing obsolete mapping equipment and increasing productivity; procuring high-resolution orthophoto instrumentation that is also capable of producing digital terrain data; obtaining the hardware and software for developing techniques to extract digital information from stereoimages and available graphics; and developing the capability for automatic theme extraction. Recent developments include the following:

(*a*) *Inertial navigation systems*. Several different inertial navigation systems are being investigated for possible application to USGS map-control surveying operations. The Position and Azimuth Determining System (PADS), developed by the United States Army Engineer Topographic Laboratories, is an inertial platform mounted on a jeep. The system is capable of establishing positions accurate enough for public-land and map-control surveys. Similar applications are intended for the Auto-Surveyor, a civilian helicopter-borne version of PADS.

The Aerial Profiling Terrain System (APTS) is being developed as a means of providing ground profiles and cross-sections by measurement from an aircraft. The system will contain an inertial unit with computer for continuously providing the position of the plane and a laser altimeter for measuring ground clearance. Data for calibrating and updating the system in flight will be provided by a laser instrument that tracks retroreflectors at ground stations.

(*b*) *New orthophoto and digital profile instrumentation*. Recently developed instrumentation now permits higher-quality orthophotos to be produced under the digital control of X, Y co-ordinate data stored on magnetic tape. The co-ordinate data, translated into mechanical motions by a microprocessor or minicomputer, precisely control the sensitive spot-by-spot exposure of the film to produce an accurate and esthetically pleasing orthophoto. In addition, development was undertaken for instrumentation that will produce digital profile information from a steroimage, store the data on magnetic tape and use the data off-line to control the photographic unit that produces the orthophotograph.

(*c*) *Analytical plotters and associated techniques*. USGS has two analytical plotters (AS-11A) and has contracted to purchase three new AS-11A-1 analytical stereoplotters. These are to be applied to standard topographic mapping in an effort to increase mapping capability and reduce production time.

Cartographic products will be tailored to the user's needs and, if possible, to the user's time schedule. An equally important objective, however, is to promote simplicity, clarity and economy in the design, presentation and reproduction of future products. The plan is to produce maps in both analogue and digital form. The analogue version will include not only the conventional printed map but also separations by colour or map feature. This will permit flexibility in colour choice and format when the same base is used for different purposes. The ultimate in flexibility, however, will lie in the digital realm, where, with few exceptions, all map parameters will be variable.

In the face of rising costs, USGS is approaching the economics problem in two ways: by improving current operations and by systematically redesigning the entire effort. In this connexion, the following concepts will be significant:

(*a*) A new trial design for the standard topographic map incorporates a metric format, simplified symbology, feature-separation flexibility and economy in printing;

(*b*) Maps have been reproduced by process printing on scale-stable transparent plastic. Such colour printings are particularly well suited for thematic overlays registered to topographic bases;

(*c*) To maximize and optimize use of the new USGS five-colour press, experiments are under way in combining

colours for printing six-colour interim-revision maps in a single press run;

(*d*) The core of all future cartographic production will be a massive digital file of base data, the Digital Cartographic Data Base (DCDB). Users will be able to extract data from the file interactively and to produce the desired graphic, whether an image on a television screen or hard copy produced by a plotter. The map of the future, in some applications, may not even be displayed at all; it would serve, rather, as a computer model for network analyses or areal correlations. The structure for DCDB has been proposed and made widely available for comment. Meanwhile, cartographic data are being reformatted for future digital storage;

(*e*) Place names and point symbols on the map of the future will be automatically generated, interactively edited for overprinting and automatically positioned;

(*f*) Maps showing areas of critical ranges of slope are particularly useful to land planners. USGS research in analogue approaches to slope mapping has resulted in the development of photomechanical techniques and equipment for semiautomatically deriving slope zones on the basis of distances between adjacent contour lines. Using various techniques, the contour lines are widened by predetermined amounts so that, when they touch each other, specific slope zones are indicated. Then, in a series of line-weight reduction and masking steps, the zones are recorded permanently on film for reproduction. Experimental slope maps have been prepared at several scales, both in colour and in black and white or simply as overlays.

In recent years, great strides have been made in the field of automated cartography, both in hardware and software. USGS is investigating possible applications of gains made in four major areas:

(*a*) New digital data-collection input systems, ranging from simple digitizing tables where line data are hand-traced to extremely sophisticated computer-controlled cathode-ray-tube-and-laser automatic line-following devices;

(*b*) Interactive systems, ranging from simple magnetic tape readers for identifying data errors to complex, multipurpose, $500,000 systems;

(*c*) Digitally driven output systems, ranging from simple Thermofax and other devices for producing fast, inexpensive, unrefined hard copy to high-precision automated drafting systems such as the Gerber 1232; and

(*d*) Cartographic software packages, which offer the user an impressive array of programmes for scaling, windowing, skewing, generating and positioning symbols, deleting lines, inserting data and other related operations.

Nearly every government agency that generates cartographic data is now in the process of developing at least one digital map and/or image-processing system.

The broad extent of the USGS orthophoto products programme is reflected in applications in forest management, soil surveys, geological studies, land-use inventories, urban mapping and coastal-wetlands management. Orthophoto product design and preparation represents a major research and development effort, requiring expertise in new technologies;

(*a*) Because the user must interpret the photoimagery, image quality is all-important in the production of orthophoto products. Metric accuracy is readily achieved, except for areas with extremely steep terrain; some of the newer instruments on the market, and some now being designed, are better able to prevent the occasional image discontinuities that have so far plagued the orthophoto process. In two important measures intended to foster improved quality control, ortophoto-mapping projects have now been made subject to tight controls in every phase of production and a specialized laboratory has been established for image-technology research.

(*b*) To determine what type of orthophoto product would be most useful to decision-makers for urban areas, four cities were selected for experimental mapping. Large-scale orthophotographic maps, tailored to each city's requirements, were produced under contract to private mapping firms. These are now in the hands of users for evaluation.

(*c*) Six 1:10,000-scale orthophotoquads of Sapelo Island, Georgia, were prepared as a first step in the USGS effort to formulate and recommend a coastal mapping policy for all concerned states. The upper wetland boundary was interpreted from 1:80,000-scale colour infrared photographs and classified according to major plant-species associations.

Cartographic applications of LANDSAT

With LANDSAT-1 and LANDSAT-2 operational and LANDSAT-C scheduled for launch in late 1977, eight continuous years of LANDSAT data are possible. From the mapping viewpoint, LANDSAT has exceeded expectations; it gives map-makers a new source from which image maps of small scale can be produced efficiently and accurately. Some significant applications that are considered feasible from LANDSAT-type imagery are:

(*a*) Use as an image base for photo mapping at 1:250,000 and smaller scales and in a variety of formats;

(*b*) Aeronautical charting, for line-chart revision of gross features or as an image base;

(*c*) Mapping of shallow-sea areas;

(*d*) Extending and bridging control from mapped into unmapped areas;

(*e*) Providing a means of automated correlation to the figure of the earth;

(*f*) Mapping such themes as water, infrared-reflective vegetation, snow and ice and massed works of man, and mapping spatial changes related to these themes;

(*g*) In Antarctica, revising small-scale maps; detecting and monitoring gross changes in coastal glaciological features, wandering icebergs and the pack ice that rings Antarctica; and discovering geographic and geological features.

Future evaluations will be based on the development of a variety of LANDSAT cartographic products and applications of various scales, waveband treatments, formats and processing techniques. The continuing development and improvement of sensor and spacecraft technologies point the way toward a revolutionary concept—automated mapping of the earth.

La cartografía en Venezuela*

Documento presentado por Venezuela

SUMMARY

The present report describes the progress achieved by Venezuela in the field of cartography from 1935 through 1976. This report has been prepared at the Dirección de Cartografía Nacional, Ministerio de Obras Públicas, which is the official agency authorized to prepare and publish the basic maps of the country, including geodetic and geographic information. This agency has been enlarged to meet the cartographic needs arising from the economic development of the country, adopting and creating new techniques as they are needed.

The report describes the progress that has been made in the following areas: historical cartography; aerial photography; photogrammetry and related activities; geodesy; surveying; topographic mapping; aeronautical charts; remote sensing; standardization of geographical names; and preparation of thematic maps and atlases.

RÉSUMÉ

Le présent rapport décrit les progrès accomplis par le Venezuela dans le domaine de la cartographie entre 1935 et 1976. Il a été établi par la Direction de la cartographie nationale du Ministère des travaux publics, qui est l'organisme officiel habilité à établir et publier les cartes de base du pays et des documents géodésiques et géographiques. Cet organisme a été élargi pour qu'il puisse répondre aux besoins en matière de cartographie liés au développement économique du pays, en adaptant des techniques existantes ou en élaborant des techniques nouvelles le cas échéant.

Le rapport fait le point des connaissances dans les domaines suivants : histoire de la cartographie au Venezuela, photographie aérienne, photogrammétrie et activités connexes, géodésie, levés, cartographie topographique, cartes aéronautiques, télédétection, normalisation des noms géographiques, et établissement de cartes et atlas thématiques.

Introducción

El Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección de Cartografía Nacional, con motivo de efectuarse la Primera Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para América, experimenta particular satisfacción en presentar a la comunidad americana este folleto contentivo de los aspectos más resaltantes del quehacer cartográfico venezolano a lo largo de cuarenta años de existencia.

La paradoja de este siglo consiste en la formulación de programas de desarrollo regional, teniendo como objetivo principal identificar las áreas que tengan potencial para el desarrollo. Paralelamente a esta formulación, el proceso cartográfico se convierte en elemento indispensable para los entes planificadores, y es por esta razón que el principal objetivo de la Dirección de Cartografía Nacional es el de proveer a las distintas dependencias gubernamentales todo el material cartográfico necesario a sus actividades, coadyuvando con su esfuerzo al conocimiento y desarrollo del país.

El presente trabajo ha sido dividido en nueve capítulos donde se contemplan aspectos fundamentales de la aplicación de la ciencia cartográfica en Venezuela. Se inicia el mismo con una reseña del legado histórico dejado por nuestros pioneros que, sin estar sometidos a la rigurosidad de carácter científico como tal, dejaron su huella plasmada en verdaderas joyas de arte, donde la creatividad y la habilidad del artista se pusieron de manifiesto, como lo muestran los primeros mapas. Documentos cartográficos éstos que, indiscutiblemente, fueron la base de los descubrimientos, conquistas y colonización del continente americano. Se continúa con un bosquejo de lo realizado por quienes fueron los forjadores y semilleros de lo que culminaría con la creación de esta organización el 25 de julio de 1935. Los posteriores capítulos darán a conocer al lector los logros obtenidos en el campo de la cartografía donde la medición conjuntamente con las distintas facetas del proceso cartográfico han permitido la elaboración de nuestro mapa base.

El progreso alcanzado por la aplicación de nuevos métodos y equipos de alta precisión nos ha permitido el conocimiento cabal del territorio nacional, ya que, al igual que otras naciones del continente, existe una dualidad en la actividad cartográfica: la necesidad apremiante de cartografiar, por un lado, la áreas de mayor densidad poblacional y, por otro, las de potencial futuro, generalmente selváticas, en las cuales las técnicas tradicionales son inoperantes y que gracias a los adelantos de la percepción remota ha permitido integrarlas al resto del país.

Venezuela hace llegar a la Organización de las Naciones Unidas su complacencia al auspiciar este tipo de evento, el cual permitirá a las naciones en vías de desarrollo asimilar las experiencias de otros miembros de la comunidad internacional de madurez comprobada en el campo cartográfico, que finalmente redundará en beneficio propio y por ende de todo el Continente Americano.

I. Evolución histórica de la cartografía venezolana

A. *Generalidades*

La cartografía en Venezuela es tan vieja como lo es el nombre de Venezuela, porque ella nace con la llegada de Cristóbal Colón a las costas orientales de nuestro territorio. Toma carta de nacionalidad al año siguiente con Juan de la Cosa en el Lago de Maracaibo, germina, crece y se desarrolla durante la colonia, da sus frutos más hermosos con Joaquín Francisco Fidalgo, se ensancha con Humboldt y Codazzi y se torna científica con la Dirección de Cartografía Nacional. Por eso, las etapas del desarrollo de la cartografía venezolana están bien definidas a través de esos 478 años de existencia donde el cartógrafo ha venido moldeando la arcilla con espíritu científico y manos de artista; donde ciencia y arte se han conjugado para darnos hoy, con forma auténtica y fisonomía

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF 67/L. 34.

propia, un territorio que sólo era parte del globo terráqueo, pero que tomó forma con la Real Cédula de Carlos III, fechada en San Ildefonso el día 8 de septiembre de 1777, y hoy se presenta radiante para todos los venezolanos y todos aquellos que de una forma u otra lo hacen suyo.

Este conocimiento de la geografía se lo debemos a esos hombres de diferentes nacionalidades, que se internaron en nuestras tierras desde el momento mismo del descubrimiento de América. De ellos podemos nombrar un centenar, porque dejaron su firma en los numerosos mapas que le hicieron; también existen verdaderas joyas cartográficas que son anónimas y cuya razón desconocemos, pero que igualmente forman parte del acervo histórico de archivos y museos europeos, encontrándose la mayor parte en España, en el Archivo General de Indias, Sevilla, el Museo Naval de Madrid, Ministerio del Ejército, Madrid, el Archivo Histórico Nacional de Madrid, el Servicio Histórico Militar de Madrid, el Archivo General de la Nación, Simancas, Valladolid y la Biblioteca del Príncipe Francisco Waldburg, Wurtemberg, Alemania.

De los cartógrafos que se dedicaron a la cartografía en Venezuela nombraremos a unos cuantos, en order cronológico, no porque éstos sean los más importantes o representativos, sino porque el espacio que hemos dedicado a esta pequeña reseña histórica de la cartografía en Venezuela no lo permite. Así tenemos para el siglo XVI a Juan de la Cosa y Diego de Henares; para el siglo XVII a Juan de Esquivel y Juan Bautista Antonelli; para el siglo XVIII a José Gumilla y Francisco Fidalgo; para el siglo XIX Alejandro de Humboldt y Agustín Codazzi; y para el siglo XX a Don Vicente Lecuna y la Dirección de Cartografía Nacional.

B *Cartografía colonial*

La cartografía colonial tiene sus raíces muy bien definidas; todos sabemos de los rasgos trazados por Cristóbal Colón, a su llegada a las costas orientales de Venezuela el día 31 de julio de 1498. Esas primeras líneas dejaron impresa en el papel a la que fue la primera isla venezolana y que él denominó "La Trinidad", para navegar de inmediato por la desembocadura del río Orinoco, al golfo de Lariab (Paria) y la isla de Margarita.

> "Al Pasar Colón por las costas de Paria — apunta el historiador Rafael María Baralt — divisóla en efecto el día 1° de agosto por el lado Sur, mas ¡cosa rara!, Colón, que muchas veces había tomado las islas por tierra firme, consideró ahora la tierra firme como una isla y la llamó isla Santa. Había navegado sobre la costa meridional de Trinidad, la vía de Occidente, hasta la punta más suroeste de la isla, que él llamó entonces del Arenal, y hoy es la de Icacos, la cual forma con la costa de tierra firme un canal de tres leguas"

Con este recorrido de Colón, se inicia la cartografía venezolana y de toda la Tierra Firme; ya que era obligación, como veremos más adelante, de todo navegante trazar los mapas de las tierras e islas descubiertas e igualmente darles nombre para su identificación. Los mapas de Colón fueron utilizados al año siguiente por Alonso de Ojeda para su viaje a la isla de Trinidad, así como también para navegar por las costas venezolanas hasta el Cabo de la Vela, con Juan de la Cosa como piloto y consumado cartógrafo, quien a su vez trazó los mapas de las tierras que iban descubriendo. Por lo que podemos asegurar, sin lugar a dudas, que el Descubridor de América y Juan de la Cosa son los pilares donde se sostienen las primeras líneas cartográficas de Venezuela, así como también se encuentra en ellos el inicio de la toponimia venezolana, donde las voces castellanas se conjugan con las indígenas para surgir los primeros nombres geográficos de América continental; ellas son: Venezuela, la Trinidad, la Margarita, Paria y Bocas del Drago.

El origen de nuestro gentilicio se encuentra muy ligado con el hábil piloto Juan de la Cosa, de quien se cree nació en Santoña (Santander) y murió en Tabasco para el año 1510. Había navegado por las costas de Africa antes de acompañar a Cristóbal Colón en su primer viaje, para el cual cooperó con el barco Santa María que era de su propiedad, nombre que le fue puesto a la nave en sustitución del anterior que tenía de "La Gallega". También acompañó a Colón en su segunda expedición, donde desempeñó las funciones de hidrógrafo (maestro de hacer cartas). Y el 20 de mayo de 1499 viaja como pilotó en la expedición que partió del Puerto de Santa María, bajo el mando de Alonso de Ojeda, y donde Américo Vespucio, se cree, era el astrónomo de la flota. En testimonio de la gran habilidad de Juan de la Cosa como cartógrafo, existen dos mapas muy curiosos; en uno registra toda su experiencia adquirida durante sus viajes por las costas africanas, es un mapa policromo y de excepcional belleza; el segundo, fechado en 1500, fue el producto de su viaje con Alonso de Ojeda a la parte septentrional de Sudamérica, donde fue diseñando las costas recorridas. "Al llegar a España — nos dicen sus biógrafos — dibujó el primer mapa que trata de América y en especial de Venezuela, cuyo nombre aparece por primera vez: Veneciuela".

Como ya lo hemos visto, los primeros trazos de nuestras costas se deben a Colón y luego a Juan de la Cosa, pero ellas se ven por primera vez delineadas con mayor exactitud en un mapa grabado en madera, de la década de Pedro Mártir de Anglería (Sevilla 1511). Es una carta anónima del "Seno Mexicano", tiene todo el aspecto de los portulanos, y "Es muy probable — dice el reverso — que esta carta sea de Andrés de Morales, que tanta amistad tuvo con Pedro Mártir y al que cita algunas veces en sus Décadas, reputándolo como piloto de los más hábiles y conocedor del Mar de las Antillas, según se dijo al tratar de la carta de la Española (1509)". Puede afirmarse en cambio que supera este grabado en boj, en cuanto a bojeo o perfiles, a cuantas cartas de las Antillas se conocen de los años anteriores y, por la difusión que tuvo, podemos considerarla como prototipo.

En esta "Carta del Seno Mexicano", que se encuentra en el Museo Británico, podemos observar que se destacan con bastante claridad las costas del Estado Sucre, la isla de Trinidad, la isla de Margarita, el delta del Orinoco, las islas situadas frente al Estado Anzoátegui, el golfo de Venezuela y la península de la Guajira. La toponimia es escasa e inferior a la indicada por Juan de la Cosa.

1 *Alonso de Santa Cruz — 1536*

Carta del Seno Mexicano, Tierra Firme y América del Norte sobre el Atlántico, hasta los 44° N. Es una carta de formato cuadrado, delineado a pluma, sin colores, en papel de marca; rosa de los vientos, flor de lis y cruz con rumbos sobre el Trópico de Cáncer. Es bastante explícita porque guarda gran semejanza con la toponimia conocida para entonces. Ante todo, es una carta donde se hace alarde de una profusa nomenclatura que llena casi toda la costa, desde la

península de Paria hasta América del Norte y las islas antillanas. De Venezuela se destacan las Penínsulas de Paria y Araya, el golfo Triste, el golfo de Venezuela, el lago de Maracaibo, la península de la Guajira y algunas de nuestras islas.

Alonso de Santa Cruz es un personaje de gran valía para la historia de nuestros nombres geográficos, porque a sólo escasos años del descubrimiento ya nos presenta una rica toponimia que nos indica su fecha de nacimiento, lo cual es de incalculable valor para los estudiosos de esta materia, ya que la mayoría de los nombres geográficos se conservan iguales, mientras que la variación observada es poca. De este mapa damos la nomenclatura que figura en las costas venezolanas; "c: de ca y bacoa, buenezola, lagona de maracayba; pa: seca, ya: de tucaq, la gorgonada, p: flechiado, p: muerto, c: de lo y blanco, c: lanesueya, R. de unar, ya: de perito, macarapana, checheribeche, S: fe, R. de bordone, R: de cumaná, g: de cariaco, c: de anaya, c: de trespontas, C: de gurinay y la margarita, mejes, coquibaco, c: de S. rroma, c: de la codera, R. oynare", y las islas que aparecen con los nombres de "orchila, tortuga, aibagua, yablanca y testigos". Esta carta se encuentra en el Archivo Histórico Nacional de Madrid.

2. *Autor anónimo*

La cartografía colonial de Venezuela, que hemos venido presentando según su importancia y el mayor conocimiento que nos da nuestro territorio, se ve enriquecida con un mapa de la primera mitad del siglo XVI. Es un mapa bastante rústico, pero de gran valor porque nos indica cuál fue el territorio que estuvo gobernado y administrado por los Belzares y, en segundo lugar, por ser el primero que nos presenta a Venezuela en su mitad Norte, a diferencia de las anteriores que sólo se concretaron a las costas.

Este mapa, que merecidamente pudiéramos llamar el primer mapa de Venezuela por las consideraciones ya indicadas, está comprendido entre los paralelos de 6 y 14 grados Norte y se extiende desde la costa oriental de la isla de Trinidad hasta la isla de los Monjes. Se encuentra orientado con la flor de lis hacia el Norte; pero su nomenclatura es caprichosa, por lo que muchas de ellas se incluyen en sentido inverso y así se presenta en caracteres más grandes, la de: "La Trinidad", "Gobernación de los Belzares" y "Gover de Paria". También nos encontramos con la carencia de fecha y de autor, pero la misma nomenclatura que nos indica, en forma invertida, en la parte Sur a la izquierda: "Gobernación de los Belzares" nos dan idea de que debe haber sido trazada entre 1527 y 1555, época en que Carlos V concedió el monopolio, para la explotación de estas tierras, a los banqueros augsburgueses (Welser).

Este mapa, además de mostrar toda la costa y gran parte de las islas, tiene la virtud de ser el más pródigo, hasta su fecha, en nombres geográficos, ya que en sus costas se dan nombres a 40 accidentes geográficos y se denomina a una decena de islas. Al igual que en los anteriores, mostramos esta nomenclatura, por ser ella la que vino a sentar las bases de nuestros nombres geográficos; ella es la siguiente: "Golfo de Venezuela, Venecuela, Po. del Pico, go: triste, ysla de aol, po: flechado, p. muerto, c. del islo blanco, c. de la codera, higueron, R. Oinare y Sa de piritu, macarapana, bengumar, chichiribicha, santa fee, R. de cumana, go. de cumana, pa. de araya, c. de 3 puntos, parjona, pa. de paria, boca del drago, go. de paria, caraibes, aldea, camari, R. de huapari, p. anegada, testigos, C. raso, R. salado, R. de canoas, monte espeso, y R. dulce". Las islas se denominan: "los monjes, aruba, curacao, bonaire, ya de aves, rocas de los isleos, orchila, tortuga, cubagua, margarita, coche, frailes, la sola, testigos y trinidad".

3. *Guiljelemus Blaeuw — Segunda mitad del siglo XVI*

A los cartógrafos ya nombrados se unen otros de gran importancia para nosotros porque, al igual que los anteriores, ellos forman parte de ese fructífero siglo XVI, el cual con justicia pudiéramos llamar el Siglo de las Verdades Cartográficas porque sus hombres nos demostraron que sí había algo mas allá para confirmar la existencia de un globo terráqueo y, en nuestro caso, un territorio venezolano que se inicia como lo primero conocido y mencionado en el Continente Americano. Por todo esto no podemos dejar a un lado al holandés Guiljelemus Blaeuw, con su hermoso "Mapa de Venezuela con parte Australi Nueva Andalucia". Este mapa fue impreso en Amsterdam (Holanda), a fines del siglo XVI, a todo color. En él se ven los sistemas montañosos, la ciudad de Trujillo, que fue fundada en 1557, pero falta la de Maracaibo, fundada en 1569 por Alonso Pacheco; igualmente figuran todas las anteriores a esta fecha, de lo cual se deduce la época en que fue elaborado.

El cronista del Museo Naval de Madrid nos advierte que este plano sirvió de modelo para la ejecución del de Francisco de Ruesta en 1634, así como también al de Joannes Yanbonius.

4. *Juan Betin — 1661*

Juan Betin nos presenta un mapa de la isla de Margarita: está dibujado en colores, tiene una rosa de los vientos y una dimensión de 31,5 por 53,3 centímetros, y en él se muestran sus puertas, puntas, ensenadas, rallas, cerros, camisas, lagunas de agua salada y trincheras para su defensa.

Este mapa de Margarita, hecho en 1661, es uno de los primeros que se hicieron de la isla con algunos detalles, ya que otros levantados anteriormente sólo muestran su silueta. En la parte siguiente de este mapa hay una leyenda bastante extensa y a su pie la planta del Castillo de Pampatar, obra también del mismo autor, Juan Betin. La nomenclatura que se indica es profusa e importante y está indicada por letras y números.

5. *Siglo XVIII*

La cartografía colonial se engrandece y se reproduce durante el siglo XVIII. Es toda una era política de autores ilustres y de otros no menos importantes, pero que su modestia les impidió legar sus nombres; todos ellos llenan cien años de cartografía venezolana, porque dejaron trazos, líneas y figuras del territorio nacional, o parte de él, describiéndolo simplemente o indicando sus accidentes con ese rico sonido que brota de su toponimia, unas veces castellanas, otras veces indígenas, pero que nació espontánea, sin alardes de grandeza ni la intención de inmortalizar a sus autores. Otras veces, haciendo destacar sus mates y sus montañas, sus islas y sus ríos, es toda una gama de líneas y colores que despiertan nuestra imaginación y nos trasladan a épocas remotas, más tranquilas, más soñadoras y menos exigentes, donde el vuelo de las campanas llenan todo el ambiente de las pequeñas

ciudades y en los puertos se otean las velas del barco que trae las noticias de la madre patria o la carta de un ser querido. Para resguardar toda esta tranquilidad, se nos presentan, igualmente, planos de fuertes y castillos, los guardianes de la quietud y el símbolo de la fortaleza de España; pero que más tarde engendrarán las ideas de libertad y el ingenio de sus libertadores. A estos constructores de fuertes y castillos, también los nombraremos en lo posible, porque sus planos igualmente son parte de la formación de la territorialidad venezolana.

De toda esta riqueza gráfica que nos legaron los cartógrafos del siglo XVIII haremos un pequeño comentario, como ya lo hemos venido haciendo, de aquellos mapas más significativos; no por eso vamos a quitarles el mérito que tienen los otros, pero la brevedad de estas crónicas no permite hacerlo de forma exhaustiva.

Entre los primeros planos del siglo XVIII, tenemos una vista de la Guaira desde el mar; esta vista fue elaborada en 1700, es hecha a pluma y lápiz, tiene una dimensión de 27× 44,2 centímetros y es de autor desconocido. A este plano le siguen otros que son: una planta del Castillo de Santa Rosa (1701); las fortificaciones de la entrada de Maracaibo; otra de San Juan de Macarapana; un plano de Margarita de 1703 y otro de repartimientos de tierra, de la misma fecha. Pero el primer mapa autografiado de este siglo es de Lorenzo Palacio, quien en 1707 hace un mapa del río Orinoco; es un mapa bastante curioso e ideal, donde se indican las fortalezas, algunos afluentes y las "sesenta vacas que salen al mar del Norte", como lo indica el autor.

6. *José Gumilla*

José Gumilla, misionero y explorador español, nació en Janavas en 1686 y murió en 1750. A los dieciséis años recibió el noviciado de la Compañía de Jesús; más tarde fue destinado a la misión de América. Al mismo tiempo que trabajaba en su sagrado ministerio, iba acaudalando datos y noticias del territorio, que luego le serviría de base para su apreciable obra sobre aquellas misiones del Orinoco, de las cuales fue superior general. En 1738 era rector del Colegio de Cartagena de Indias, cuando pasó a España, donde escribió varias obras, entre ellas *El Orinoco Ilustrado y Defendido*. Historia natural, civil y geográfica de este gran río y de sus caudalosas vertientes, fue publicado en 1741.

José Gumilla, para el día 26 de julio de 1733, recibió la orden de Don José Arredondo, Gobernador de Trinidad (en esa época la isla era territorio venezolano), de hacer un levantamiento topográfico del río Orinoco, donde se demostrasen sus raudales, islas, ríos y caños que recibe. Gumilla hizo el mapa y él mismo lo dibujó; luego fue grabado por P. Minguet.

7. *Joaquín Francisco Fidalgo*

Como ya lo comunicamos anteriormente, hemos dejado para cerrar este siglo XVIII a Don Joaquín Francisco Fidalgo, ilustre marino y hábil cartógrafo español; pero también abrimos con él la cartografía del siglo XIX. Así, Fidalgo coronó ese siglo XVIII y a su vez inicia el XIX con sus mapas inigualables, llenos de pulcritud y de una diáfana belleza; de tener una mayor precisión para su época, donde empleó toda la experiencia y la técnica conocida para entonces, a esto se une una gran voluntad y dedicación al trabajo, todo lo cual nos lo demuestra el corto tiempo y los medios existentes de que disponía para la ejucución de la tarea encomendada.

La obra de Fidalgo es enorme; él solo llena un espacio vasto de la territorialidad patria, gracias a sus cualidades ya indicadas de conocimiento y de incansable trabajador, que lo llevaron a terminar en un tiempo corto una obra grande. A continuación enumeramos los mapas venezolanos de Fidalgo y algunas observaciones sobre los más representativos.

Plano de la Ensenada de Barcelona y del Fondeadero de la Guaira (1793). Plano de los Fondeaderos de la parte occidental de la Isla Tortuga, de Corsarios y Cabo Codera, de la Isla Orchila y del bajo de Chuspa (1794). Plano de la Plaza y Fondeadero de la Guaira (1794). Plano de las Ensenadas de Cata y Ocumare, Ciénaga de Ocumare y Costas adyacentes en la Provincia de Caracas (1794). Carta Esférica que comprende la Costa de Tierra Firme, desde el final del Golfo de Cariaco hasta el Frontón de Piritu con sus islas, islotes y bajos; además se muestran los placeres y sondas (1793). Carta Esférica de la Isla Tortuga (1794). Vistas de las Costas de Tierra Firme de la América Septentrional, desde cabo Tres Puntas hasta el Golfo de Maracaibo (1793). Esta plancha consta de 16 dibujos a pluma, de diferentes vistas de las referidas costas, recorridas por la Segunda División de los Bergantines *Empresa* y *Alerta* al mando de Fidalgo. Don Manuel del Castillo y Armenta contribuyó a la elaboración de estos dibujos y fueron copiados por Peña. Plano de la Costa de la Nueva Andalucía, desde Cumaná hasta la Punta del Campanario, al Oeste de la Punta Tigrillos; con el plano detallado de la Ensenada de Mochima (1793). Planos de la Costa y Bajos de Araya, de los puertos nombrados Laguna Grande del Obispo y Laguna Chica del Obispo (1893). Estos mapas tienen firmas autógrafas; está representada la orografía sombreada en sus costas, con árboles y numerosísimas sondas; en el de Araya se destaca con muchos detalles las Salinas de Araya. Plano que incluye las Ensenadas y Fondeaderos de Puerto Santo, Hernández Vásquez y Carúpano; esta plancha comprende cinco planos levantados en 1793 y, además del ya indicado, se muestra al de la Ensenada de Unare y por último un plano de la Ensenada y Fondeadero de Pampatar, así como también a Puerto Moreno, estos últimos al Sur de la isla de Margarita. Los cinco mapas que forman la indicada plancha tienen las costas sombreadas, leyendas explicativas, escala en millas marítimas y número de sonda.

De Oriente pasa Fidalgo a Occidente y nos deja un mapa del Golfo o Saco de Maracaibo, Paraguaná, Guajira y Barras de la entrada del Lago de Maracaibo. Este mapa tiene una línea de sondas, desde la Punta de Espada hasta la vuelta de Paraguaná.

Plano de la Ensenada de San Juan, de sus Cayos y Fondeaderos; en la misma plancha también están contenidos los planos de la Ensenada de la Vela de Coro y el plano de la Ensenada de Sauca, la cual se aprecia por su gran salida. Al igual que las otras fueron levantadas por la División de Bergantines del Rey *Empresa* y *Alerta* y están fechados en 1794.

Plano de la Punta de Tucacas, el Golfo Triste con sus Cayos, el Fondeadero de éstos y Puerto Chichirivichi. En el mapa se ve la calidad del fondo, está sondeado y tiene indicada la toponimia de algunos cayos (1794). Otra plancha del mismo año es la que nos presenta a los dos Monjes del Sur, la Ensenada de Guaranao Chico, el plano de la Ensenada de "Aricula" en la Costa Oriental de Paraguaná, con sus

arrecifes y costas adyacentes, y por último un plano de la Ensenada del Cabo de la Vela, en la costa de la Guajira, con las mismas características de las anteriores. Plano de Puerto Cabello, con su Rada, Costa y Puerto de Borburata; también se muestran las islas adyacentes (1794). Carta Esférica de la Isla de Margarita y sus canales. Isla de Coche y Cubagua, Península de Araya y Golfo de Cariaco, la cual se destaca por sus innumerables sondas (1793). Carta Esférica que comprende la Isla de Trinidad y parte de Tierra Firme; lleva muchas sondas y en la parte superior cinco dibujos de costas de la Isla de Trinidad y una de Tabago. Tiene indicada la toponimia importante de Trinidad y de Venezuela. Para terminar, citamos el plano particular del Puerto de Mochima, fechado en 1793. Los mapas de Joaquín Francisco Fidalgo están llenos de esa tranquilidad que tienen las obras de arte, y es así porque en sus obras hay, además de conocimiento, criterio; arte en la expresión, arte en la figura, arte en la escritura y arte en el paisaje de sus vistas al mostrarnos el perfil de las islas, tal cual él vio y plasmó, para deleite de aquellos que no tenían la dicha de contemplar tanta belleza.

8. *Siglo XIX*

El siglo XIX ha sido llamado, con propiedad, el "Siglo de las Luces". Nosotros, los venezolanos, pudiéramos llamarlo el Siglo de la Libertad, porque fue en él cuando se rompieron los lazos que unieron, incondicionalmente, a España durante esos tres siglos de coloniaje. Hoy, sin embargo, seguimos unidos, pero en condiciones distintas; nos une una lengua común y una herencia topónima, rica en vocablos castizos que nos recuerdan, a cada instante, la existencia de una comunión de nombres geográficos autóctonos y castellanos, en toda la geografía venezolana. Es el siglo de los libertadores y de Alejandro de Humboldt, de Agustín Codazzi, de Rafael María Baralt y de Juan Manuel Cajigal; todos ellos vinieron a dar un nuevo impulso a los conocimientos del territorio nacional, que se había determinado mediante la Real Cédula de Carlos III, de fecha 8 de septiembre de 1777, por la cual se creó la Capitanía General de Venezuela.

a) *Alejandro de Humboldt*

Con Humboldt, cuyo nombre completo es el de Federico Enrique Alejandro de Humboldt, iniciamos la relación histórica de la cartografía venezolana del siglo XIX, y podemos asegurar que él vino a ser la piedra angular de la cartografía científica de América. Los pasos y la obra de Humboldt son bastante conocidos y han sido difundidos por insignes escritores patrios y extranjeros.

Este hombre sencillo dedicó un año de su vida a Venezuela desde el 10 de julio de 1799 cuando llegó a Cumaná acompañado de Bonpland. Como geodesta — apunta el Ingeniero Adolfo C. Romero —, la primera astronómica la realiza en Cumaná el 28 de julio, doce días después de pisar su anhelada tierra tropical; la última en la América Hispana la efectuó en Toluca, en la Nueva España el 29 de septiembre de 1803. La campaña de posiciones astronómicas de Humboldt y Bonpland comprendió todo el recorrido de su viaje. En Venezuela comenzó por levantar una base en Araya y por medidas de triángulos obtuvo la posición relativa de Macanao en Margarita, Punta de Araya, Cabo del Este, en la Isla de Coche, Cabo Tres Puntas y Boca de Dragos. Con esta determinación compara los resultados de Fidalgo en 1792 y analiza los errores de la cartografía naval de esa época respecto a Trinidad, Tabago y la costa oriental de Venezuela.

En el año de 1909 — continúa diciendo el Doctor Adolfo C. Romero, a quien seguimos en esta parte — nuestro Ingeniero Felipe Aguerrevere estudió comparativamente las posiciones astronómicas de Humboldt con las efectuadas por la Comisión del Plano Militar de ese año, en ese estudio demostró diferencias en Caracas, de 10' para la longitud y esas discrepancias van en aumento hasta 32' en San Fernando de Apure, con lo cual se presume un compartamiento errático en su cronómetro de longitudes Luis Berthoud, que perteneció al célebre Borda, por los golpes recibidos en la marcha de los llanos sobre las mulas. En el actual Territorio Amazonas, Humboldt obtuvo mejores resultados con el transporte de su equipo de canoas, dando las comparaciones de Aguerrevere con las determinaciones del Mapa Militar de 1909 diferencias menores de 10' para la Boca del Meta, Atures, Maipures, San Fernando de Atabapo, Yavita y San Carlos del Río Negro valiéndose de estas posiciones e itinerarios. Humboldt preparó un plano de los raudales de Maipures y un mapa del Territorio Amazonas.

Pero esto no es todo; más tarde, a consecuencia de la recesión económica motivada por la primera guerra mundial, se suspenden todos los trabajos cartográficos en el país, suspensión que duró hasta el día 1º de julio de 1916, y así, la Cartografía Nacional, que había nacido como una Institución y bien sabemos que las instituciones son creadas para subsistir a sus propios creadores, renace de sus propias cenizas por Decreto de la Presidencia de la República según *Gaceta Oficial* No. 12.882 de fecha 1º de julio de 1916; con el nombre oficial de Cartografía Nacional "en el cual serán calculados y dibujados — dice el Decreto en su artículo 1° — los trabajos de las Comisiones del Mapa Físico y Político de la República". Por disposición del mismo Decreto se estableció la Oficina de Cartografía Nacional, en la Escuela de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, dependiente del Ministerio de Instrucción Pública.

Durante el lapso de existencia de la Oficina de Cartografía Nacional, Don Vicente Lecuna preparó el Atlas de Venezuela; éste incluyó un Mapa General de Venezuela a escala 1:1.566.242; Mapas de los Estados Aragua, Miranda, Nueva Esparta, Carabobo, Trujillo, Táchira y Distrito Federal a escala de 1:250.000; Mapas de los Estados Anzoátegui, Apure, Cojedes, Falcón, Portuguesa, Guárico, Lara, Yaracuy, Monagas, Zamora, Sucre y Zulia a escala de 1:300.000 y un Mapa del Estado Bolívar a escala 1:100.000. Don Vicente Lecuna, según dice en el Prólogo de su Atlas, empleó todos los datos del Mapa Físico y Político de Venezuela y los trabajos ejecutados por la Oficina de Cartografía Nacional. Estos mapas fueron grabados y litografiados en la Escuela Nacional de Artes y Oficios, desde 1915 hasta 1918, por Luis Muñoz Tébar, a quien siguió su hijo Antonio Muñoz Tébar a la muerte del primero, acaecida en 1918, por lo que hemos podido observar que este Atlas fue dibujado grabado e impreso en Venezuela, siendo el primero con estas características.

Pero siguiendo con la Cartografía Nacional, vemos que en 1916 no terminaron sus condiciones migratorias y, para el día 4 de abril de 1925, por Decreto Presidencial, *Gaceta* No. 15.554, "se adscribe al Ministerio de Relaciones Interiores, bajo cuya dependencia seguirá funcionando", con la misma denominación de "Cartografía Nacional". Del artículo 3º del mismo Decreto se desprende que la "Oficina de

Cartografía Nacional tendrá a su cargo el Archivo de la extinguida Oficina del Mapa Físico y Político, despachará los trabajos que le ordene el Ministerio de Relaciones Interiores y cumplirá las instrucciones que éste le transmita". Esta Oficina permaneció en dicho Ministerio hasta 1937 y durante todos estos años sus funciones se redujeron a suministrar material o dar informaciones en materia cartográfica, pero no siguió funcionando en las labores para lo cual había sido creada.

Paralelamente a la ya errante Oficina de Cartografía Nacional, creada en 1916 y adscrita al Ministerio de Instrucción Pública y luego transferida al Ministerio de Relaciones Interiores en 1925, se creó en el Ministerio de Obras Públicas el "Servicio Aerofotográfico", por Decreto Presidencial, según se evidencia de la *Gaceta Oficial* No. 18.707 del 25 de julio de 1935.

De la estada de Humboldt en Venezuela, además de lo ya indicado y otros estudios ajenos a la cartografía, podemos citar: un mapa de donde se indican los motivos de las nivelaciones basométricas; otro mapa arreglado según los datos de Humboldt, que comprende dos planos en la misma hoja: uno grande que abarca todo y uno pequeño en el recuadro del ángulo inferior derecho. En la parte superior a la derecha, dice: "Carta de la parte oriental de la Provincia de Barinas, comprendida entre el Orinoco y el Apure y el Río Meta. Grabado por las observaciones anteriores y materiales recogidos sobre el terreno en 1800 por Alexandro de Humboldt". En ángulo inferior izquierdo del Plano pequeño dice: "Estado de la Geografía después de las grandes Cartas de la Cruz Olmedilla (1775), de Arcy de la Rochette (1807) y de Arrowsmith (1810)". Mapa itinerario del Curso del Orinoco, del Atabapo, de Casiquiare y del Río Negro, que ofrece la ramificación del Orinoco y su comunicación con el Río de las Amazonas. Levantado en los mismos sitios en 1800, según las observaciones astronómicas hechas por Alejandro de Humboldt, y un Mapa General de Colombia, firmado según las observaciones e indagaciones astronómicas de Alejandro de Humboldt.

b) *Agustín Codazzi*

Codazzi es el cartógrafo por excelencia que va a llenar la segunda mitad del siglo XIX en la geografía patria. Nace en Lugo (Italia) en 1772 y muere en Espíritu Santo (Colombia), en el año 1859. Ingresó este ingeniero y explorador como voluntario en un regimiento francés de artillería en 1812 y asistió a las batallas de Lutzen, Bautzen, Leipzig y otras hasta la abdicación de Napoleón I, después de la cual se retiró del servicio para dedicarse al comercio en Constantinopla. Emprendió una larga serie de viajes en los que recorrió casi toda Europa y, en 1817, se embarcó para Colombia con el propósito de ofrecer sus servicios a Bolívar, pero el barco en que viajaba naufragó en Florida; sirvió entonces durante algunos años a la orden de un caudillo mexicano hasta que pudo llegar a Colombia, donde se le reconoció el grado de teniente coronel de artillería en 1826. Por orden del General José María Carrero, jefe superior militar del departamento del Zulia, formó el itinerario de los caminos de ese territorio para enviarlo al gobierno de Colombia; al mismo tiempo hizo un mapa del Departamento. En 1830, el General José Antonio Páez presentó al Congreso Constituyente la carta corográfica de las provincias de Maracaibo, Mérida y Trujillo, lo que dio origen al decreto de ese Congreso, de fecha 14 de octubre de 1830, ordenando el levantamiento de los mapas de las provincias, con las nociones convenientes de geografía, física y estadística. De acuerdo con el plan trazado, Codazzi dividió su obra en tres partes: Geografía Física, Geografía Política y Geografía de las Provincias, labor que terminó el 23 de noviembre de 1839, cuando pasó un informe al Secretario de Guerra y Marina para decirle que los trabajos estaban concluidos. El atlas fue trazado por el dibujante venezolano Carmelo Fernández e impreso en el Perú para el año 1840.

La Oficina de Cartografía Nacional que había quedado rezagada, como vimos anteriormente, en los más obscuro del Ministerio de Relaciones Interiores, se revitaliza al ser fusionada por disposición del Ejecutivo Nacional, mediante el Decreto publicado en la *Gaceta Oficial* No. 19.322 de fecha 26 de julio de 1937, al "Servicio Aerofotográfico" del Ministerio de Obras Públicas. Pero esta fusión no vino a significar, como se pudiera suponer, la creación de la "Dirección de Cartografía Nacional"; ya hemos visto que la Oficina había permanecido inerte hasta 1937 y al ser transferida al Ministerio de Obras Públicas sólo vino a dar su apoyo al Servicio Aerofotográfico, que sí había sido creado con rango de Institución Cartográfica, como se desprende de su Acta Constitutiva, o sea, el Decreto del 25 de julio de 1935. Prueba de ello, es que para la fecha de la fusión, ya el Servicio Aerofotográfico había emprendido sus funciones cartográficas desde el año 1936, fecha en que se publicaron el Plano de Caracas a escala 1:5.000, el Plano de Maracaibo a la misma escala, el Plano de Ocumare del Tuy y Cúa a escala 1:10.000, la zona del Este del Lago de Valencia a escala 1:5.000, para estudios de riego, y el plano de la Guaira, que fue la primera publicación de la Dirección de Cartografía Nacional. Este mapas a colores se hizo bajo la dirección del primer Director de la Dirección de Cartografía Nacional, Ingeniero Eduardo Tamayo; sus puntos de referencia fueron medidos por el Ingeniero Luis Calcaño; calculado por Armando Alicandu; sus operadores fueron Santiago Briceño Ecker, Carlos L. Delgado Sarmiento y José Henrique Pérez; el original fue dibujado por Miguel Ortíz y fue impreso el día 13 de octubre de 1936 en Europa.

Ya hemos visto, a grandes rasgos, cómo se inició y se desarrolló la cartografía en Venezuela durante cuatro siglos, y hemos apreciado sus cultores y sus figuras más descollantes, e igualmente sus aportes y sus inquietudes para levantar, pedazo a pedazo, ese mapa de un territorio que se lo presentaba ancho y escabroso por su naturaleza misma; pero cuyos obstáculos imprimían nuevos ánimos y los hacían más tenaces en la obra empeñada. Esos hombres en una tierra desconocida y con un instrumental pobre y una voluntad rica, se pusieron por encima de todas las contingencias y cada uno, sin egoísmo, reconoció la obra de su antecesor y, como es lógico, trató de superarlo. De allí el que muchos mapas son el producto de un mosaico de diferentes cartógrafos o la ampliación de otro. Muchos de sus autores no vinieron nunca a Venezuela, ni los mapas fueron impresos en el país por razones obvias; pero sus originales fueron levantados y dibujados aquí y aceptados por la Casa de Contratación de Sevilla para confeccionar mapas más completos, como documentos valiosos y fehacientes. En muchos de ellos encontraremos diferencias notables entre la fecha del levantamiento topográfico y su impresión; por lo que es más valedera la del levantamiento, aun cuando no se desmerita la labor del artista litográfico.

Todo este caudal del conocimiento de nuestra tierra, acumulado durante cuatro siglos, llegó enriquecido al día 27 de junio de 1904 cuando se creó por decreto la Comisión del Plano Militar, iniciándose con ello las actividades cartográficas del siglo XX. En el programa por cumplir quedó establecido la preparación de un mapa general del país a escala 1:1.000.000; mapas de diferentes secciones a escala 1:250.000 y mapas militares a la escala de 1:25.000. Para llevar a efecto este programa se creó la "Oficina del Plano Militar". Dicha oficina se dio a la tarea de recobrar todo el material cartográfico existente e igualmente se crearon las Comisiones Astronómicas y Topográficas, que se dedicaron a determinar coordenadas geográficas y puntos de altitud, así como también algunos levantamientos topográficos. La Oficina del Plano Militar funcionó hasta el año de 1908, es decir, cuatro años; al terminar sus funciones, entregó un total de sesenta mapas a escala 1:25.000, veinte mapas a escala 2:50.000 (algunos incompletos), y distintos documentos contentivos de información sobre altitudes, observaciones meteorológicas, distancias y valores de declinaciones magnéticas. Esto consta en las Memorias del Ministerio de Guerra y Marina de los años 1907 y 1908.

Una vez eliminada la Oficina del Plano Militar, la Presidencia de la República, con fecha 14 de junio de 1909, publica en la *Gaceta Oficial* No. 10.720 el Decreto siguiente: "Considerando: Que no existe un Mapa exacto de la República y que una obra de tal importancia es digna ofrenda del Gobierno Nacional en el Centenario de la Independencia, Decreto: *Artículo 1°*. Procédase a levantar el Mapa Físico y Político de los Estados Unidos de Venezuela, aprovechando para ello todos los trabajos que se han realizado hasta ahora en el Plano Militar de la República. *Artículo 2°*. Se deroga el Decreto Ejecutivo del 27 de junio de 1904 que dispuso el levantamiento del Plano Militar. *Artículo 4°*. Los Ministros de Relaciones Interiores y de Guerra y Marina quedan encargados de la ejecución del presente Decreto." A consecuencia de este Decreto se creó la Oficina del Mapa Físico y Político de Venezuela; esta Oficina, "aprovechando" todo el trabajo efectuado por la anterior Oficina del Plano Militar, inició sus labores organizándose de conformidad con el Resuelto del Ministerio de Relaciones Interiores de fecha 30 de junio del mismo año, *Gaceta Oficial* No. 10.734.

Para 1912, según Don Vicente Lecuna, ya la red contaba con un centenar de vértices y acababa en el sentido de la longitud geográfica, un arco de 03° 37', así como también una lista de sitios determinados por coordenadas geográficas.

Como hemos podido observar, tanto la Comisión del Plano Militar como también la Oficina del Mapa Físico y Político de Venezuela fueron dos aportaciones de incalculable valor que contribuyeron al progreso de la Cartografía en Venezuela; pero el día 31 de enero de 1911, por Decreto de la Presidencia de la República, *Gaceta* No. 11.222, se reduce el presupuesto para los trabajos del Mapa Físico y Político de Venezuela, de 21.200 bolívares mensuales a la irrisoria suma de 14.200 bolívares, lo que vino a dificultar y limitar el trabajo ya bastante adelantado.

Para el año 1946, la Cartografía Nacional tuvo la imperiosa necesidad de organizar los levantamientos y la confección de cartas geográficas y aeronáuticas del país. Esta inquietud contribuyó para que el Ejecutivo Nacional aceptara la asesoría técnica del Inter-American Geodetic Survey, asesoría que dio buenos resultados y que aún seguimos recibiendo después de 30 años. Lo que es actualmente y lo que representa la Dirección de Cartografía Nacional para Venezuela se podrá apreciar en las páginas subsiguientes.

II. Sistema Geodésico Nacional

A. *Triangulación geodésica*

La red de triangulación geodésica de primer orden está formada por tramos de cuadriláteros con una longitud aproximada, entre bases, de 160 km. Esta red de triangulación básica cubre el 60% del territorio nacional (figura 30) y sirve de apoyo a los levantamientos aerofotogramétricos necesarios para la cartografía del país.

Se han medido 46 tramos de triangulación, estableciéndose 809 vértices de primer orden (tabla 1). Estos vértices están materializados en el terreno mediante monumentos de concreto con marcación subterránea. También se ha establecido el control geodésico de las ciudades de Caracas y Maracaibo por medio de redes geodésicas (tabla 2) que cubren un área de 997 km^2. Para la orientación geodésica de los tramos de triangulación se han establecido 89 posiciones astronómicas de primer orden (Laplace) (tabla 3).

B. *Poligonación geodésica*

Con el desarrollo de los instrumentos electrónicos de medición de distancias ha sido posible iniciar el relleno de las Redes de Control Geodésico Horizontal, utilizando poligonales de precisión, apoyadas en los arcos de triangulación ya existentes. Estas poligonales forman una malla lo suficientemente rígida como para alcanzar precisiones de orden superior.

De esta manera se han medido 18 tramos de poligonal (tabla 4) de una longitud media de 150 km, que cubren una extensión de 110.000 km^2 (figura 31)

C. *Geodesia de satélites*

La determinación de posiciones geodésicas a través de satélites artificales se inició en Venezuela a finales del año 1973. Esta nueva técnica ha permitido establecer un control geodésico en la Región Sur del país, hasta ahora no controlada geodésicamente.

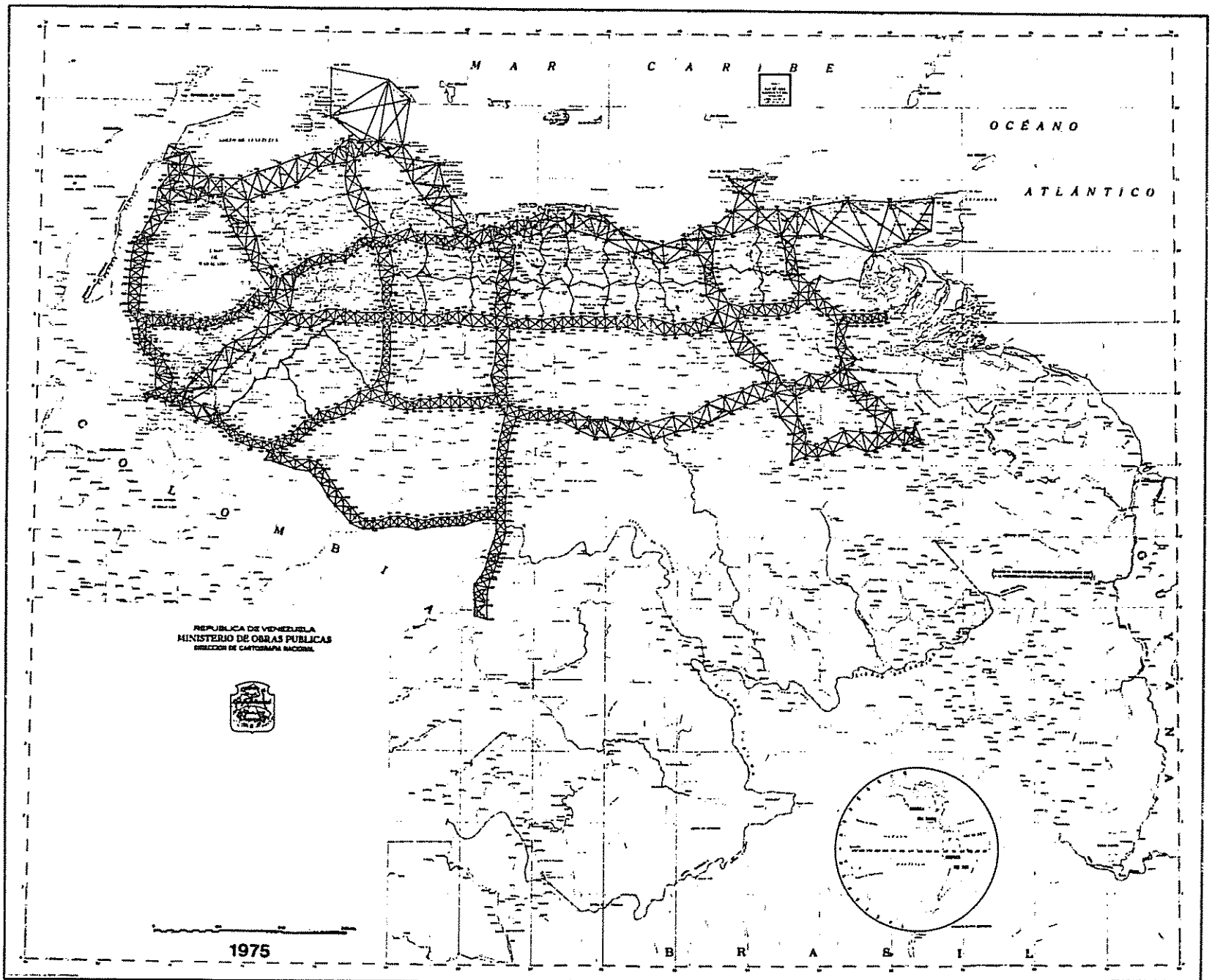
Hasta la fecha se han establecido 51 vértices (figura 32), 5 de ellos en puntos de la triangulación básica.

D. *Nivelación geodésica*

Los trabajos de nivelación geodésica se empezaron en 1947, habiéndose cubierto hasta la fecha 28.014,5 kilómetros de nivelación (figura 33), estableciéndose así 14.876 BM en 26 circuitos de nivelación (tabla 5).

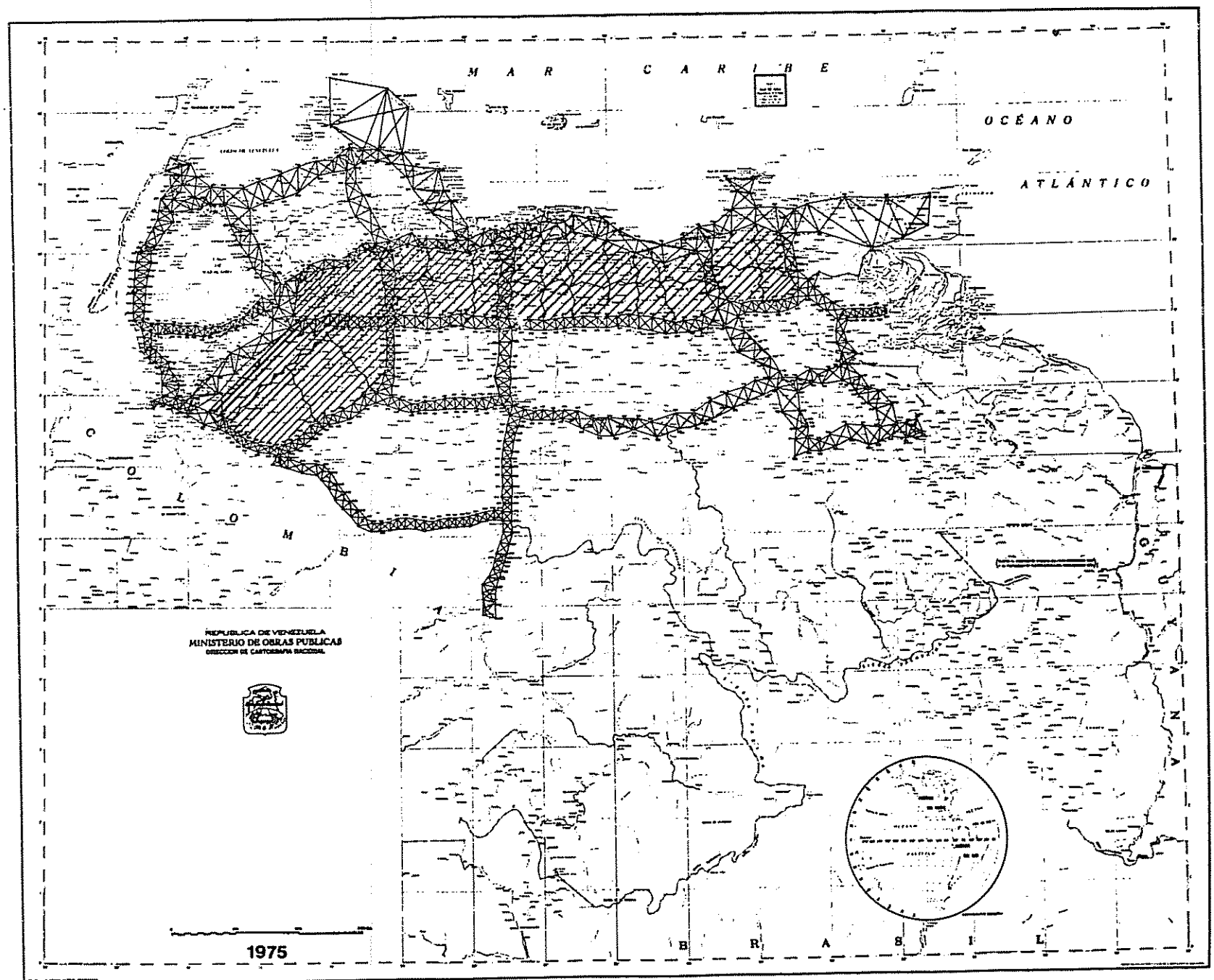
Tabla 1. Triangulación geodésica de primer orden

Proyecto	*Nombre del tramo*	*Vértices establecidos*	*Longitud (km)*
TG1-1	Higuerote-Maracay	32	175
TG1-2	Maracay-Barquisimeto	33	196
TG1-3	Barquisimeto-Monay	21	141
TG1-4	Monay-Ureña	26	215
TG1-5	Higuerote-San Mateo	22	238



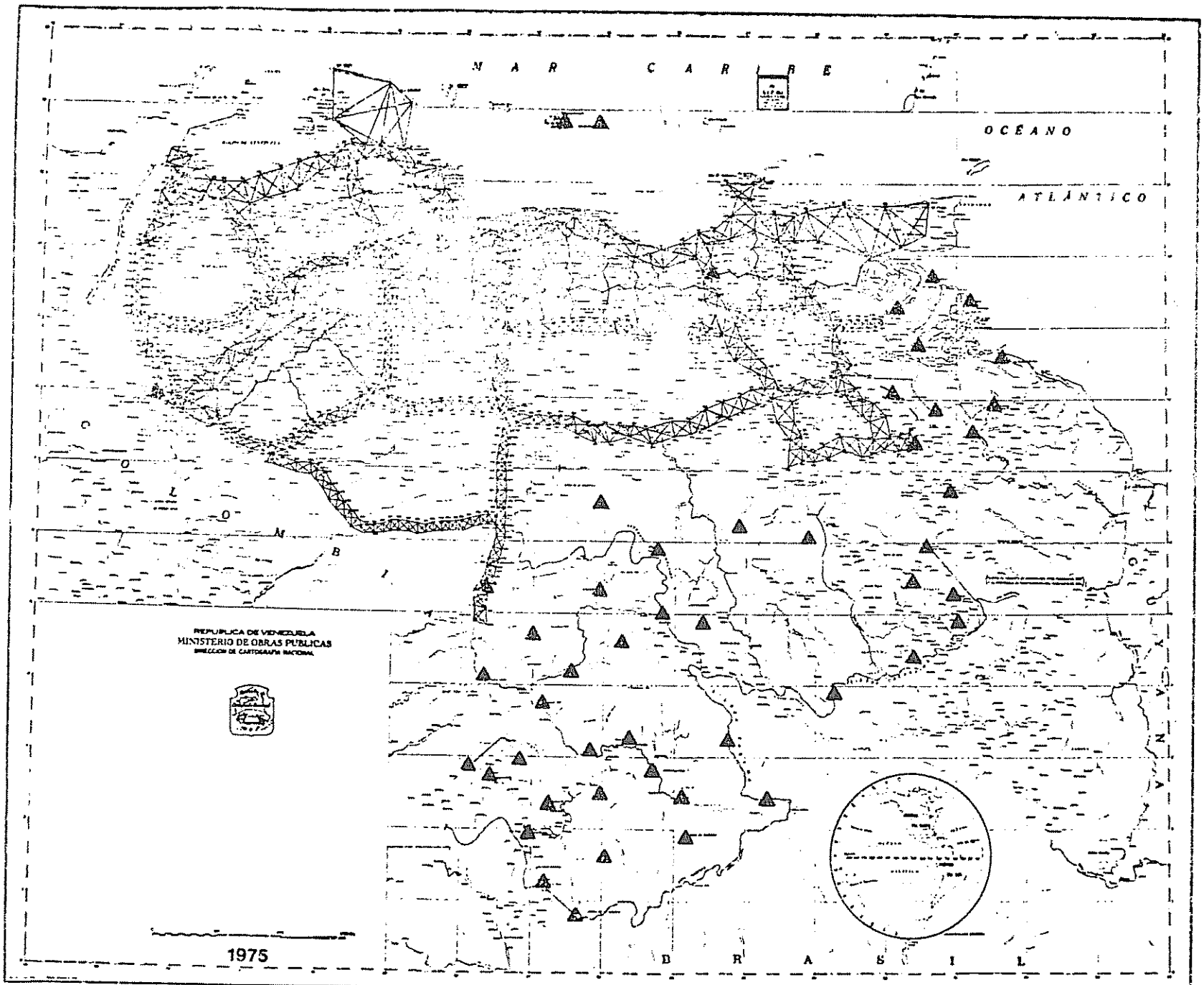
2982.26x

Figura 30. Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden) — triangulación geodésica



2982.27x

Figura 31. Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden) — poligonación geodésica



2982.32x

Figura 32. Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden) — geodesia de satélites

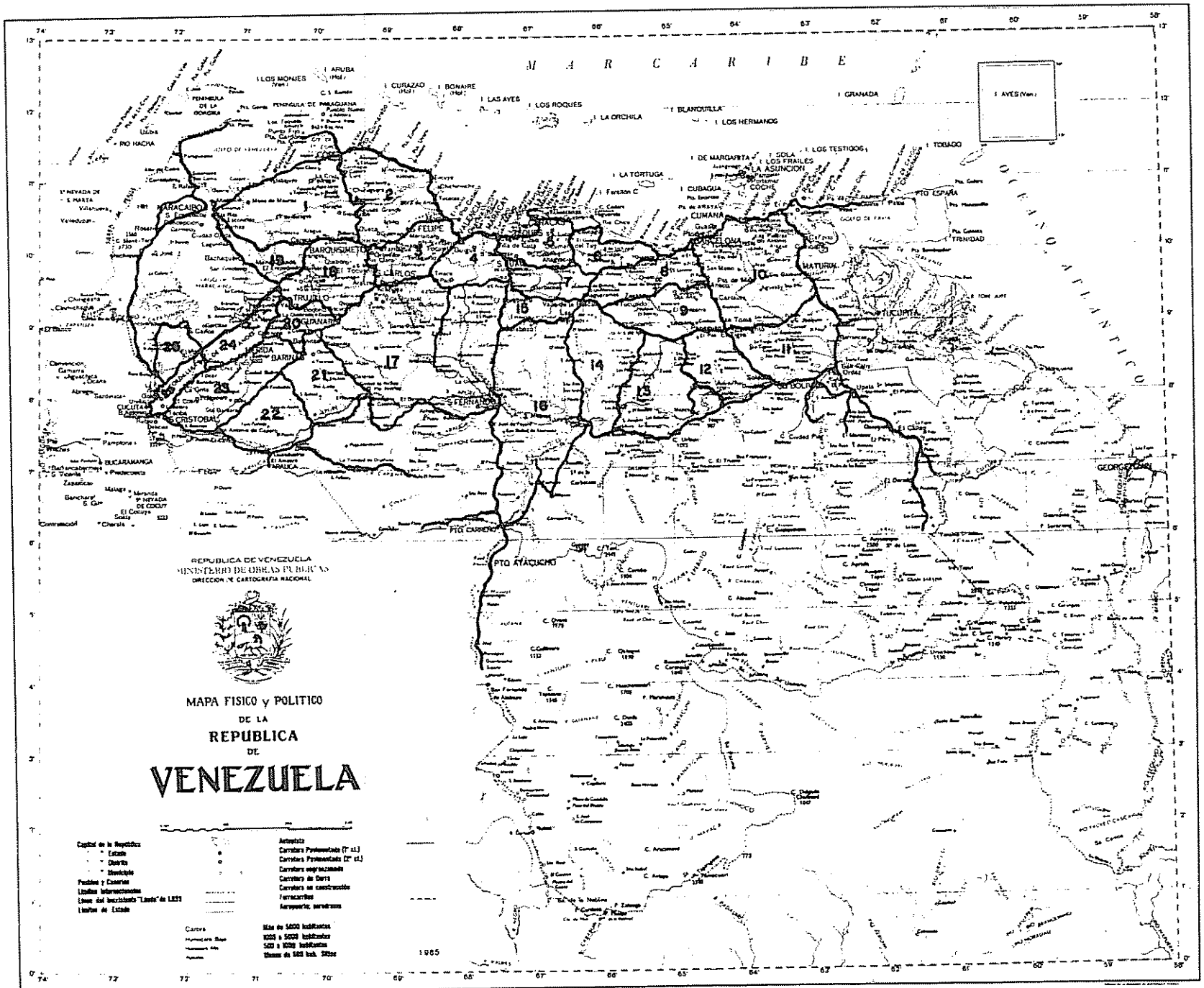


Figura 33. Venezuela: circuitos de nivelación geodésica

2982.29x

Tabla 1 (*continuación*)

Proyecto	*Nombre del tramo*	*Vértices establecidos*	*Longitud (km)*
TG1-6	San Mateo-Soledad	21	202
TG1-7	Soledad-Temblador	25	207
TG1-8	Maracay-Camagúan	23	236
TG1-9	Maracaibo-Goajira	23	220
TG1-10	Barquisimeto-Coro	13	163
TG1-11	Coro-Maracaibo	14	219
TG1-12	Valencia-Coro	20	241
TG1-13	Valera-Maracaibo	12	171
TG1-14	Maracaibo-Machiques	10	77
TG1-15	Temblador-El Corozo	13	116
TG1-16	San Félix-El Callao	16	155
TG1-17	Ciudad Bolívar-El Callao	18	226
TG1-18	El Corozo-Barcelona	21	261
TG1-19	Carúpano-Pedernales	5	43
TG1-20	Ciudad Bolívar-Caicara	26	287
TG1-21	Caicara-Camagúan	20	181
TG1-22	Triangulación Caracas	34	25
TG1-23	San Fernando-El Samán	18	132
TG1-24	El Samán-Palmarito	20	164
TG1-25	Palmarito-Boca de Monte	20	132
TG1-26	Boca de Monte-Ureña	14	155
TG1-27	Barquisimeto-Turén	19	126
TG1-28	Turén-Bruzual	16	111
TG1-29	San Fernando-Sinaruco	20	137
TG1-30*	Sinaruco-Guanabano	10	114
TG1-31*	Guanabano-Apostadero	10	119
TG1-32	La Pascua-El Tigre	19	163
TG1-33	El Tigre-El Corozo	12	115
TG1-34	Temblador-Tucupita	10	67
TG1-35*	El Amparo-Montañitas-Apostadero	10	167
TG1-36	La Pascua-Calabozo	19	166
TG1-37	Calabozo-Turén	22	164
TG1-38	Puerto Páez-Samariapo	12	158
TG1-39	Maracay-Calabozo	9	***
TG1-40	Calabozo-Camagúan	**	***
TG1-41	Turén-Niquitao	23	152
TG1-42	Machiques-Catatumbo	14	93
TG1-43	Catatumbo-Casigua	12	64
TG1-44	Casigua-Ureña	14	86
TG1-45	Catatumbo-Sta Bárbara	14	86
TG1-46	Sta Bárbara-Niquitao	24	100
	Totales	809	6.766

* Triang Internacional, Colombo-Venezolana
** Vértices incluidos en la TG1-8.
*** Longitud incluida en la TG1-8

Tabla 2. Triangulación de áreas urbanas

Proyecto	*Nombre de la red*	*Vértices establecidos*	*Superficie (km²)*
TG1-AU-1	Area Metropolitana de Caracas	24	248
TG1-AU-2	Ciudad de Maracaibo	23	749
	Totales	47	997

Tabla 3. Posiciones astronómicas de primer orden (Laplace)

1	Extremo Sur Base Higuerote	Miranda	1944
2	Loma Quintana	D. F.	1946
3	T1X-2 Extremo Sur Base Maracay	Aragua	1947
4	Extremo Norte T1 B2 (Base Barquisimeto)	Lara	1948
5	Extremo Sur Base Ureña	Táchira	1949
6	Extremo Norte Base San Mateo	Anzoátegui	1949
7	Buena Vista T1X-39	Carabobo	1949
8	Extremo Este Base Monay TG-23	Trujillo	1949
9	Extremo Este Base El Callao	Bolívar	1950
10	Extremo Sur Base Camagúan	Guárico	1950
11	Extremo Oeste Base Temblador	Monagas	1950
12	Extremo Oeste Base Corozo	Monagas	1950
13	Extremo Sur Base Soledad	Anzoátegui	1950
14	Extremo Este Base Coro	Falcón	1951
15	La Canoa	Anzoátegui	1951
16	Las Flores	Guárico	1951
17	El Gallo	Bolívar	1951
18	Extremo Sur Base Maracaibo	Zulia	1952
19	Extremo Norte Base Higuerote	Miranda	1956
20	Extremo Oeste Base Caicara	Bolívar	1958
21	Extremo Este Base Machiques	Zulia	1960
22	Extremo Sur Base El Valle	D. F.	1960
23	Extremo Este Base La Vega	D. F.	1960
24	La Cruz	Miranda	1960
25	El Algarrobo	Bolívar	1960
26	Las Botellas	Bolívar	1960
27	Extremo Norte Base Samán	Apure	1961
28	Extremo Norte Base Palmarito	Apure	1961
29	Pedernales	Delta Amacuro	1961
30	Observatorio Cajigal	D. F.	1962
31	Cajigal Auxiliar X-2	D. F.	1963
32	LUZ-1 (Universidad del Zulia)	Zulia	1963
33	Extremo Norte Base Turén	Portuguesa	1963
34	Extremo Este Base Sinaruco	Apure	1964
35	Extremo Oeste Base Boca de Monte	Apure	1964
36	GU-11	Guárico	1964
37	Extremo Sur Base Valle La Pascua	Guárico	1964
38	San Carlos	Apure	1964
39	GS-19-JM	Guárico	1964
40	Carnavalito	Guárico	1964
41	Mata de Caña	Apure	1964
42	Túmulo	Anzoátegui	1964
43	Extremo Sur Base Tucupita	Delta Amacuro	1965
44	Extremo Este Base Guanabano	Apure	1965
45	1-T P-4 Isla Tortuga		1965
46	Muñeco	Anzoátegui	1965
47	Extremo Sur Base Calabozo	Guárico	1965
48	Volcán 2	D. F.	1966
49	Algarrobo	Apure	1966
50	Alcornoquito	Guárico	1966
51	Antioquía	Apure	1966
52	Cubera	Portuguesa	1968
53	Coromoto	Amazonas	1969
54	Los Caracas II-FV	D. F.	1969
55	Hito No. 40	Zulia	1970
56	Tres Golpes	Zulia	1970
57	Canaima	Zulia	1970
58	Hito No. 15	Zulia	1970
59	Hito No. 22	Zulia	1970
60	Hito No. 1	Zulia	1971
61	Extremo Sur Base Catatumbo	Zulia	1971
62	Hito No. 4	Zulia	1971
63	Marroquín	Zulia	1971
64	Extremo Norte Base Santa Bárbara	Zulia	1971
65	Maporal	Trujillo	1971
66	Diamante	Táchira	1971
67	Extremo Sur Base Maracaibo	Zulia	1972
68	Bobures	Zulia	1972
69	Extremo Norte Base Caujarito	Zulia	1972
70	Jagueyes (Base Concepción)	Zulia	1972
71	Extremo Este Base Casigua	Zulia	1972
72	ZC-03-04	Cojedes	1973
73	ZC-08-04	Guárico	1973
74	ZC-01-03	Cojedes	1973
75	Isla Gran Roque		1973
76	Isla Aves		1973
77	ZC-12-03	Guárico	1974
78	ZC-16-03	Guárico	1974
79	ZC-17-03	Anzoátegui	1974
80	ZC-10-03	Guárico	1974
81	PEN-17	Anzoátegui	1975

Tabla 3 (*continuación*)

Tabla 3 (*continuación*)

82	ZO-31-01	Barinas	1975
83	ZO-28-05	Barinas	1975
84	ZO-30-01	Barinas	1975
85	Bruzual	Apure	1975
86	PEN-20	Anzoátegui	1975
87	PEN-14	Miranda	1975
88	ZC-24-05	Monagas	1975
89	T1X-5 (Empalado)	Aragua	1975

Tabla 4. Poligonales de precisión

Proyecto y nombre del tramo	*Longitud del tramo (km)*	*Vértices establecidos*
Delta Amacuro		
El Chucuto-Pedernales (303-367)	112	7
P. Esp. Higuerote-Maracay y San Mateo		
Macapo-San Mateo (33-130)	342	21
Zona Central Región Occidental		
Encanto-Río Verde (526-704)	158	
Joba-El Palmar (682-49)	108	21
Aceiticos-Cascabel (671-38)	112	
Zona Central Región Central		
Galera 2-Potrico (709-136)	304	
Laguna-Danta (659-14)	136	
Palacio-Soledad (653-10)	129	45
Jacome-Cerro Azul (647-115)	120	
Puente-Tucusito (600-117)	100	
Victoria-El Carmen (606-119)	120	
Zona Oriental Región Norte		
San Mateo-Ext. Oeste (Base El Corozo) (130-306)	124	
La Auyama-Carpintero (349-619)	122	17
Zona Occidental Región Norte		
La Chapa-Araure Nuevo (86-927)	138	
Las Lajas-Cubera (73-716)	88	15
Zona Occidental Región Sur		
Pedrera-Bella Vista (514-719)	246	
Ext. Norte (Base Palmarito-ZO-3003) (485-ZO-3001)	102	
Bruzual -ZO-3101 (473-ZO-3101)	120	30
Totales	2.681	156

Tabla 5. Lista de los circuitos de la Red de Nivelación Geodésica

Circuito No	*Km*	*BM*	*Cierre en mm*
1	830	407	−6,2
2	708	215	−4,4
3	480	170	48,8
4	379	150	−22,0
5	395	170	−34,9
6	417	173	22,4
7	427	230	−104,8
8	561	254	−115,1
9	487	150	−41,0
10	694	277	51,1
11	561	196	−99,2
12	532	163	−40,5
13	696	211	−36,1
14	677	153	445,0
15	394	127	−82,9
16	1.096	375	−183,8
17	1.033	305	−10,8
18	687	215	153,8
19	697	170	12,1

Tabla 5 (*continuación*)

Circuito No	*Km*	*BM*	*Cierre en mm*
20	562	134	−210,7
21	744	287	−22.0
22	821	221	0,0
23	774	216	−77,8
24	525	139	89,3
25	355	122	−196,6
26	304	107	58,2

Nota. Se tomaron los lados comunes para los efectos de cierre y de kilometraje.

III. Los levantamientos fotogramétricos

A. *Evolución histórica*

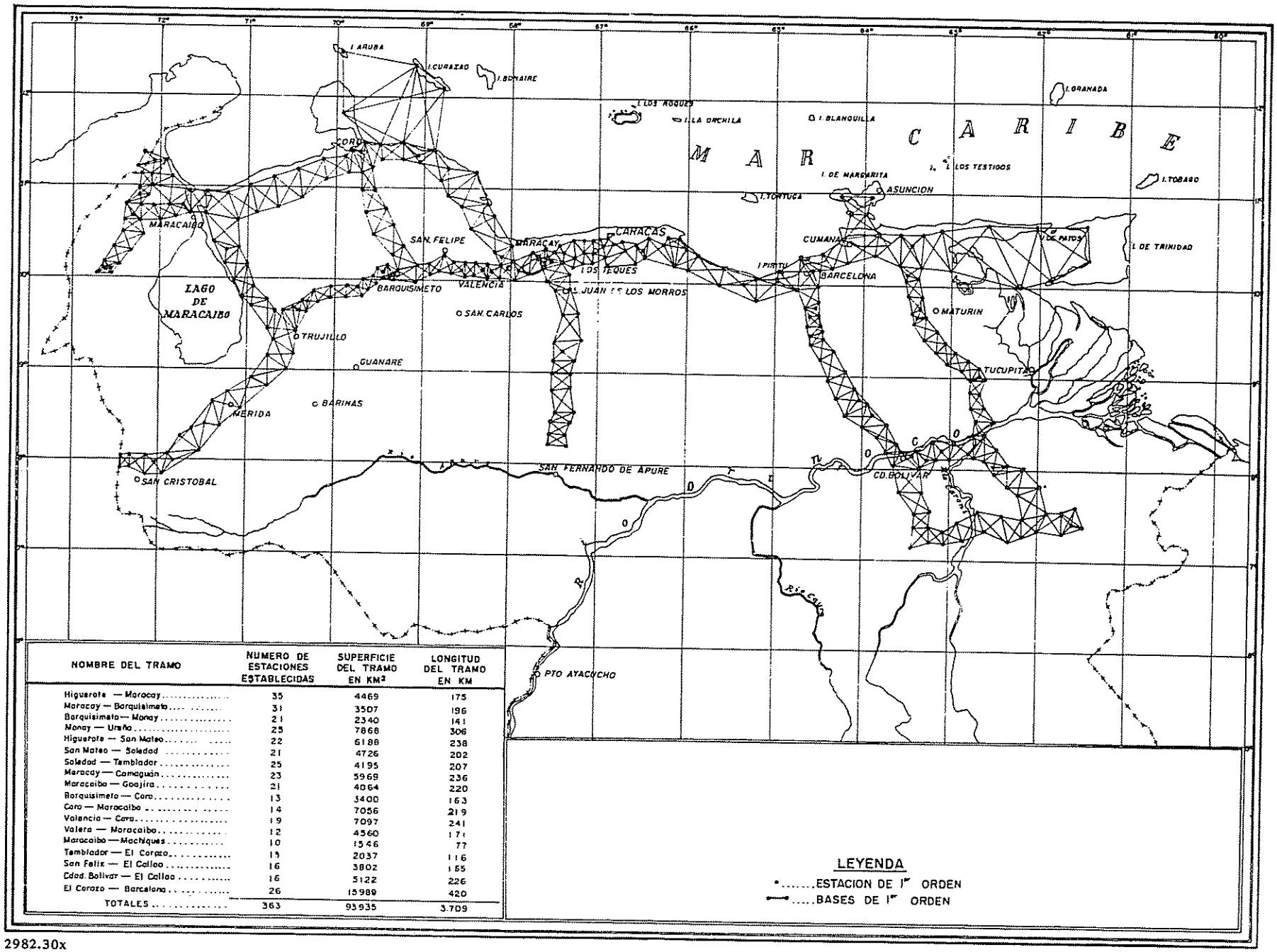
Se puede afirmar que las triangulaciones geodésicas existentes actualmente en Venezuela han sido establecidas en el presente siglo. La Comisión del Mapa Físico y Político, creada por el Decreto del Gobierno Nacional el 14 de junio de 1909, inició el establecimiento de redes de triangulación cubriendo el Distrito Federal y parte de los Estados Aragua, Carabobo, Cojedes y Guárico. Terminadas sus labores en 1911, no hubo ningún proceso digno de mencionarse hasta los años 1934 y 1935 en que surgen nuevas disposiciones gubernamentales creando la Oficina de Servicios Aerofotográficos. Para ese tiempo la aplicación del método fotogramétrico motivó la transformación de muchas instituciones de la América Latina; Venezuela respondió a este momento transformando la Oficina de Servicios Aerofotográficos antes mencionada en la Dirección de Cartografía Nacional. En esa época la triangulación dependía de las necesidades locales de la región a la cual se le elaboraría su carta. La precisión de las medidas, aunque suficiente para los fines requeridos, no era de estricto valor geodésico; secciones de estos trabajos se apoyaron en la red del Mapa Físico, otras se iniciaron con observaciones astronómicas en las bases medidas, de donde se concluyó en que era necesario establecer una red fundamental; la tarea comenzó en 1942 y aún está en marcha (figura 34). Si se calcula el mínimo de lo que requiere la superficie del país, se puede afirmar que se ha establecido hasta hoy el 70% del Control Básico.

B. *Métodos empleados*

1. *Triangulaciones*

Como se dijo anteriormente, con las redes de triangulación se inició el Control Suplementario en Venezuela. Ahora bien, no solamente estas redes fueron de orden primario; también se iniciaron las triangulaciones de 3er. orden destinadas al Control Suplementario, que una vez compensadas por el métado de mínimos cuadrados fueron incorporados a la triangulación geodésica con un total aproximado de 3.000 vértices y considerándose que el número de puntos controlados en fotos aéreas pueda ser de dos por vértices de triangulación.

Todos estos vértices fueron monumentados y con una adecuada descripción de su ubicación con la finalidad de ser reocupados en el futuro o para uso de particulares. Las



NOMBRE DEL TRAMO	NUMERO DE ESTACIONES ESTABLECIDAS	SUPERFICIE DEL TRAMO EN KM²	LONGITUD DEL TRAMO EN KM
Higuerote — Maracay	35	4469	175
Maracay — Barquisimeto	31	3507	196
Barquisimeto — Monay	21	2340	141
Monay — Urena	25	7868	306
Higuerote — San Mateo	22	6188	238
San Mateo — Soledad	21	4726	202
Soledad — Tamblador	25	4195	207
Maracay — Camaguán	23	5969	236
Maracaibo — Goajira	21	4064	220
Barquisimeto — Coro	13	3400	163
Coro — Maracaibo	14	7056	219
Valencia — Coro	19	7097	241
Valera — Maracaibo	12	4560	171
Maracaibo — Machiques	10	1546	77
Tamblador — El Corozo	19	2037	116
San Felix — El Callao	16	3802	155
Cdad. Bolivar — El Callao	16	5122	226
El Corozo — Barcelona	26	15989	420
TOTALES	363	93935	3.709

LEYENDA
•.....ESTACION DE 1ª ORDEN
—•—.....BASES DE 1ª ORDEN

2982.30x

Figura 34. Venezuela: esquema general de la triangulación de primer orden

normas de medición para estas redes de 3er. orden fueron las siguientes:

Uso principal Amplitud de área	*Control suplementario según se necesita*
R 1 - Entre bases	125
Límites	175
Figura simple R 1	25
Figura simple R 2	120
Cierre de triángulos	
Promedio límite	5''
Máximo	10''
Prueba o chequeo del lado	10-12
Prueba ecuación del lado	2''
Acimut astronómico	
Espacio entre figuras	10-15
Error probable	2''
Cierre de distancia dentro de la compensación	1:5 000

2. *Poligonación*

Al iniciarse la época de los longímetros, la triangulación de 3er. orden como instrumento para el Control Suplementario comienza a decaer por razones de tiempo y dinero. La Dirección de Cartografía Nacional inició por los años de 1958 a 1960 sus mediciones, con longímetros, tanto electromagnéticos como electroópticos.

Para esta etapa ya el Control Básico se había extendido notablemente en el país (figura 35) y los proyectos de Control Suplementario contaban con el suficiente Control Básico para hacer poligonales enlazando puntos de control entre vértices del 1er. orden.

En la Zona Central del país entre los 69° y los 9° y 10° 30'' la densificación de vértices establecidos por poligonales es tal que los proyectos de Control Suplementario necesitan muy poco Control Horizontal para su ejecución.

Las normas seguidas para estos levantamientos son las siguientes:

Poligonal básica

Angulo horizontal: 10 series, 5'' del promedio;
Angulo cenital: 4 series, 10'' del promedio.

Poligonales secundarias

Angulo horizontal: 6 series, 5'' del promedio;
Angulo cenital: 4 series, 10'' del promedio;
Errores permisibles en acimut: No deben repartirse más de 3'' por estación
En distancia 1:20.000.

3. *Sistema Doppler*

Se puede considerar que los levantamientos de Control Básico Horizontal están concluidos en la parte norte del territorio nacional. En la parte sur, escasamente poblada y desarrollada, con pocas vías de comunicación y con características topográficas que no permiten utilizar el método clásico para levantamientos fotogramétricos, se encontró que el método que mejor cumplía los requisitos de menor tiempo y costo es el método de determinación de posiciones geodésicas a través de la medición del efecto Doppler de señales enviadas por satélites artificiales.

Este programa se inició a fines del año 1973 y para la fecha se han establecido 49 vértices de control geodésico en la Región Sur del país: 5 de ellos fueron establecidos sobre vértices de la triangulación básica a fin de obtener las coordenadas en el Sistema Nacional, y el resto, 44, en el Estado Bolívar y los Territorios Federales Amazonas y Delta Amacuro (figura 36).

C. *Resultados*

La precisión de las posiciones obtenidas a través de los satélites artificiales depende del número de pases de satélites registrados. Para las estaciones de colocación, en donde se registraron 35 o más pases, la precisión de la componente horizontal de las coordenadas obtenidas del satélite se estiman en un metro relativa a la red de triangulación básica de Venezuela. En las estaciones en donde se registraron menor número de pases de satélites, la incertidumbre de la componente horizontal es mayor.

El cuadro siguiente muestra la diferencia de coordenadas obtenidas por señales Doppler con 12 pases de satélites sobre estaciones precisamente establecidas por poligonación:

Estación	*N*	*E*	*C*
Cerro del Aro	−0,19	0,31−	2
TS-1	−4,31	−0,74	0
TS-13	−4,33	7,63	2
TS-16	−1,61	−2,22	8
TS-27	−1,27	3,34	3

En las zonas de difícil penetración, Amazonas, Delta Amacuro y parte del Estado Bolívar se experimenta la idea de usar estas estaciones de satélites como puntos de Control Suplementario; la técnica consiste:

1. Vuelo a gran altura (40.000 pies);
2. Determinación de coordenadas por Sistema Doppler;
3. Vuelo a baja altura de las estaciones;
4. Traspaso del vuelo bajo al vuelo alto.

D. *Proyectos ejecutados*

Los levantamientos para el Mapa Básico del País por métodos fotogramétricos se inician en el año 1938 en el Distrito Federal a partir de fotografías cuyo apoyo topográfico se obtuvo a partir de triangulaciones de 3er. orden. La escala 1:25.000 fue adoptada para los levantamientos fotogramétricos del Mapa Básico y con intervalo de curvas de 20 metros.

En la etapa comprendida desde la creación de la Oficina de Servicios Aerofotográficos (año 1935) hasta el año 1958 se habían restituido las zonas indicadas en la figura 37, las cuales cubren un área de 24.000 km^2 aproximadamente.

A partir de 1959 se incrementa la toma de fotografías aéreas lográndose para 1961 cubrir con fotografías a escala 1:60.000 gran parte al Norte de los 6° del territorio. Se procede de inmediato al establecimiento del apoyo terrestre y se comienza a emplear la aerotriangulación para densificación del control.

En el período 1959-1975 se incrementa el personal, se adquieren nuevos equipos y con la colaboración de las empresas fotogramétricas privadas se aumenta notablemente la producción. Esta labor se muestra en la figura 38.

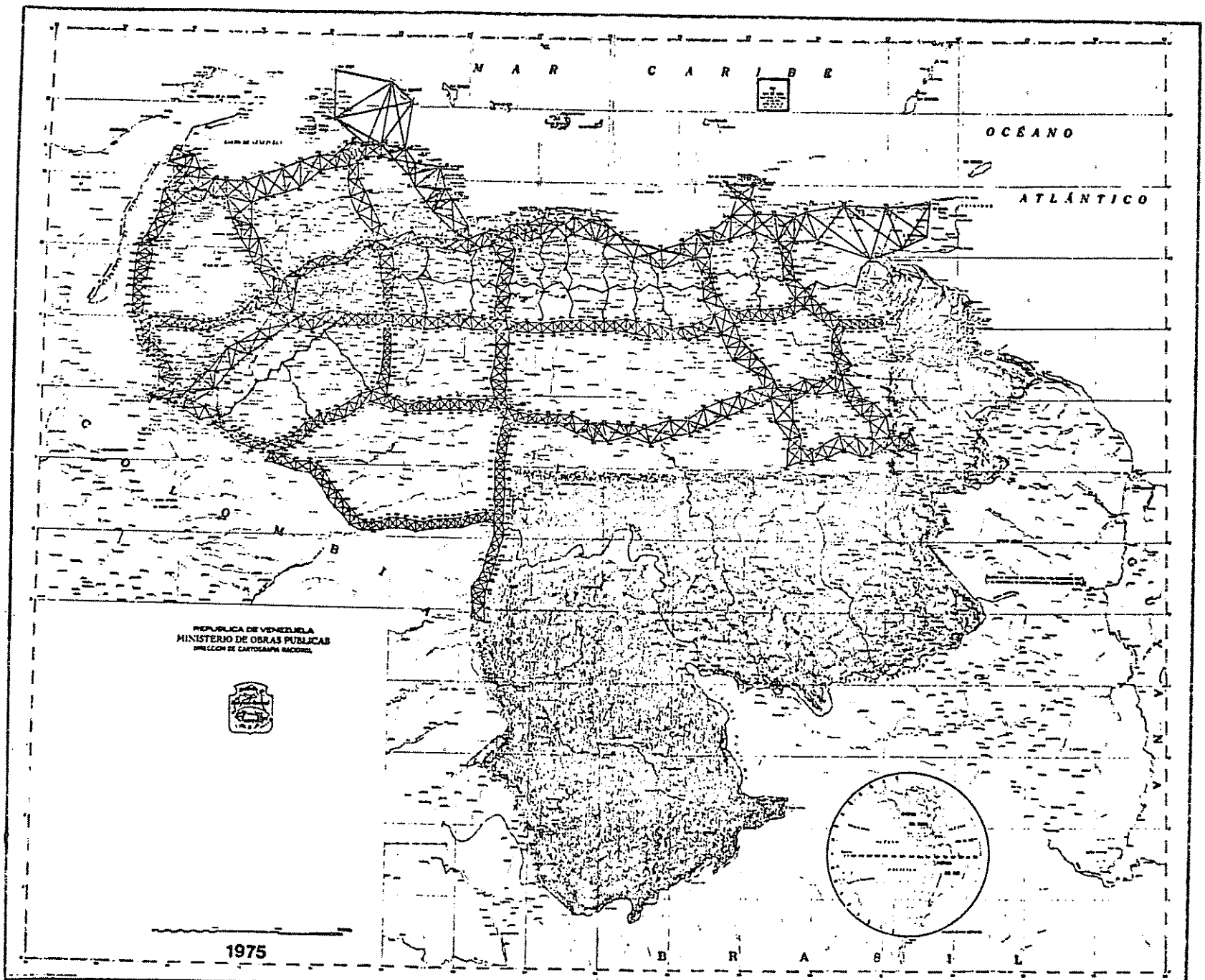
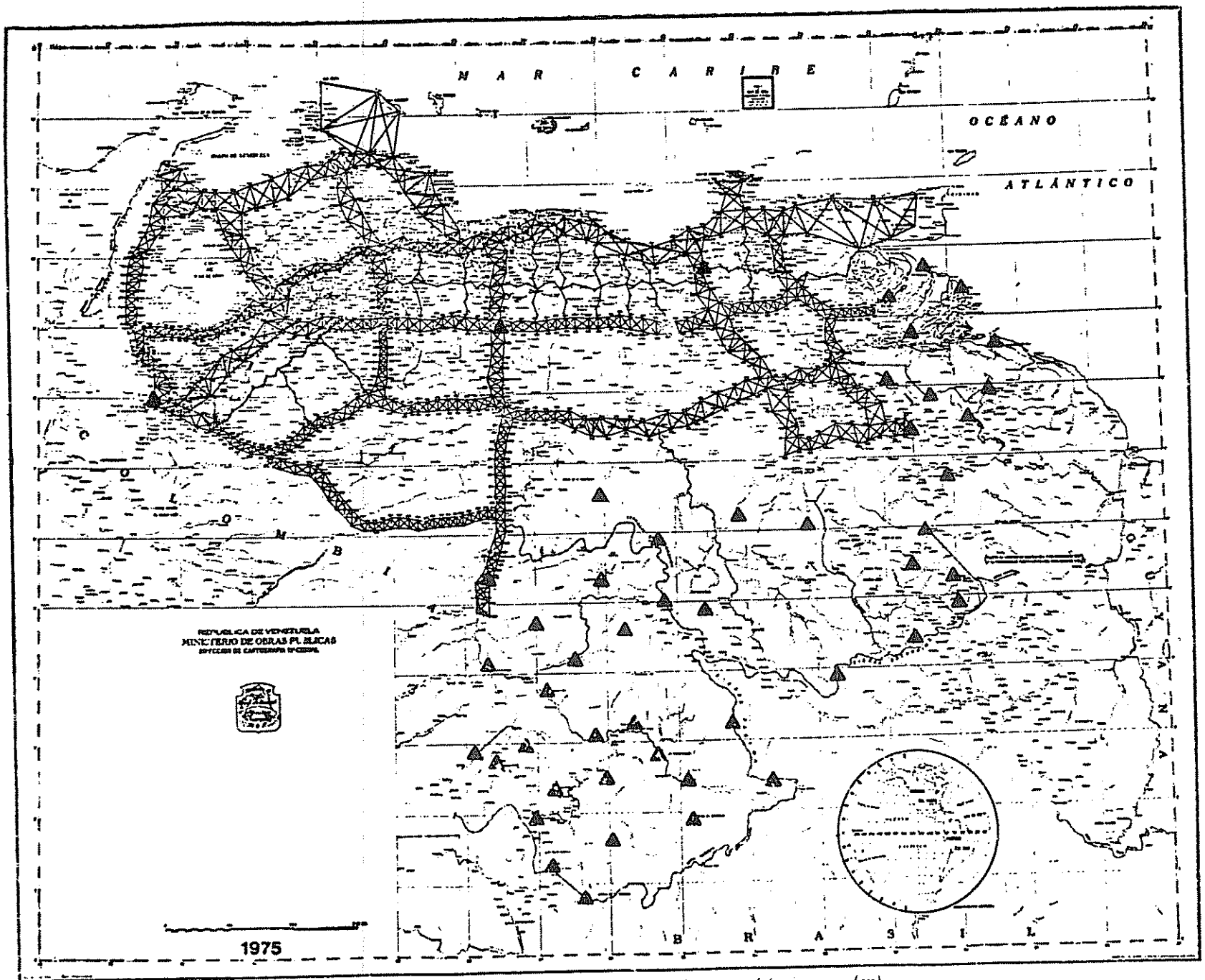
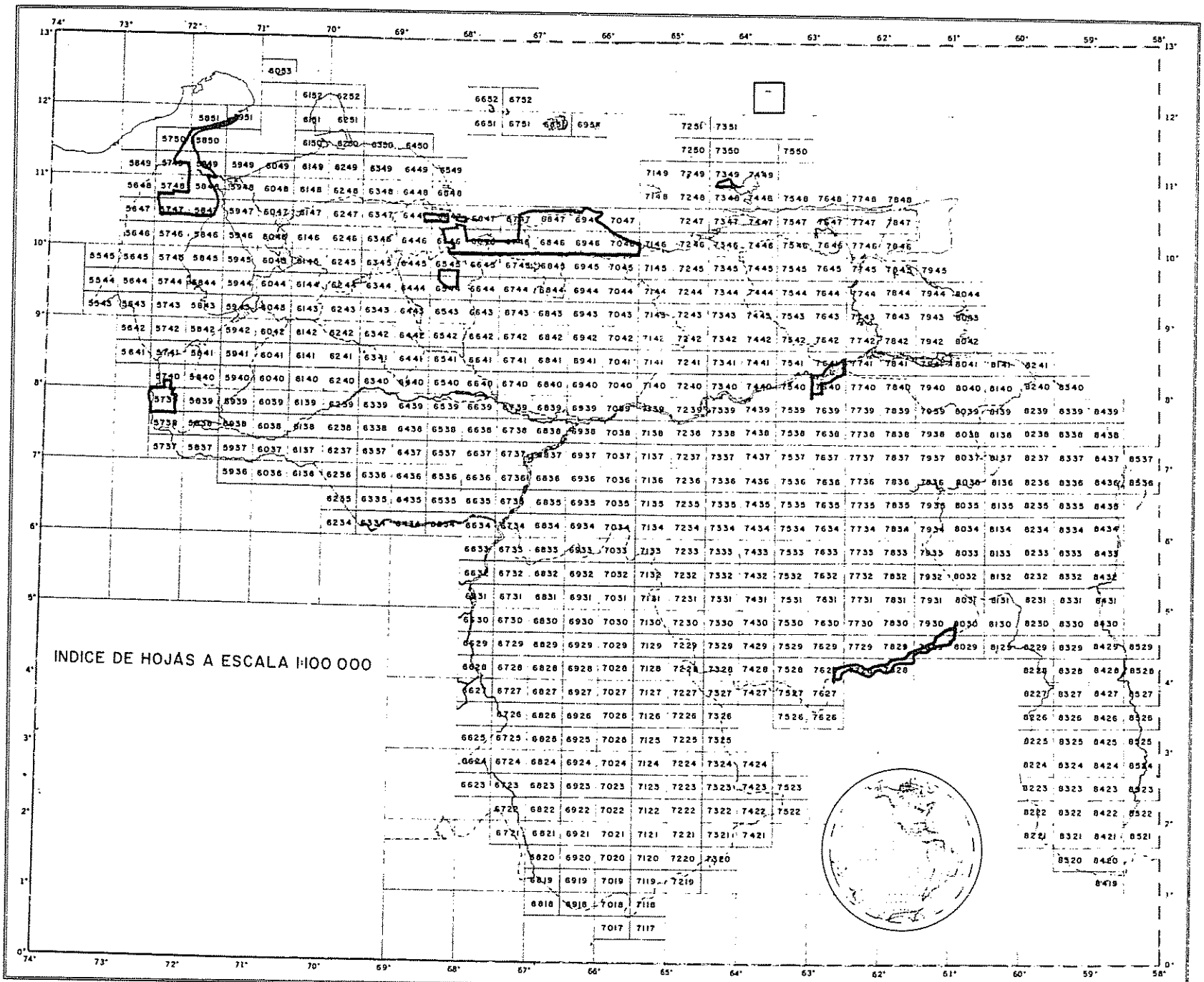


Figura 35. Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)



2982.28x

Figura 36. Venezuela: control geodésico horizontal (primer orden)



2982.33x

Figura 37. Venezuela: levantamiento fotogramétrico 1:25.000, período 1935-1958

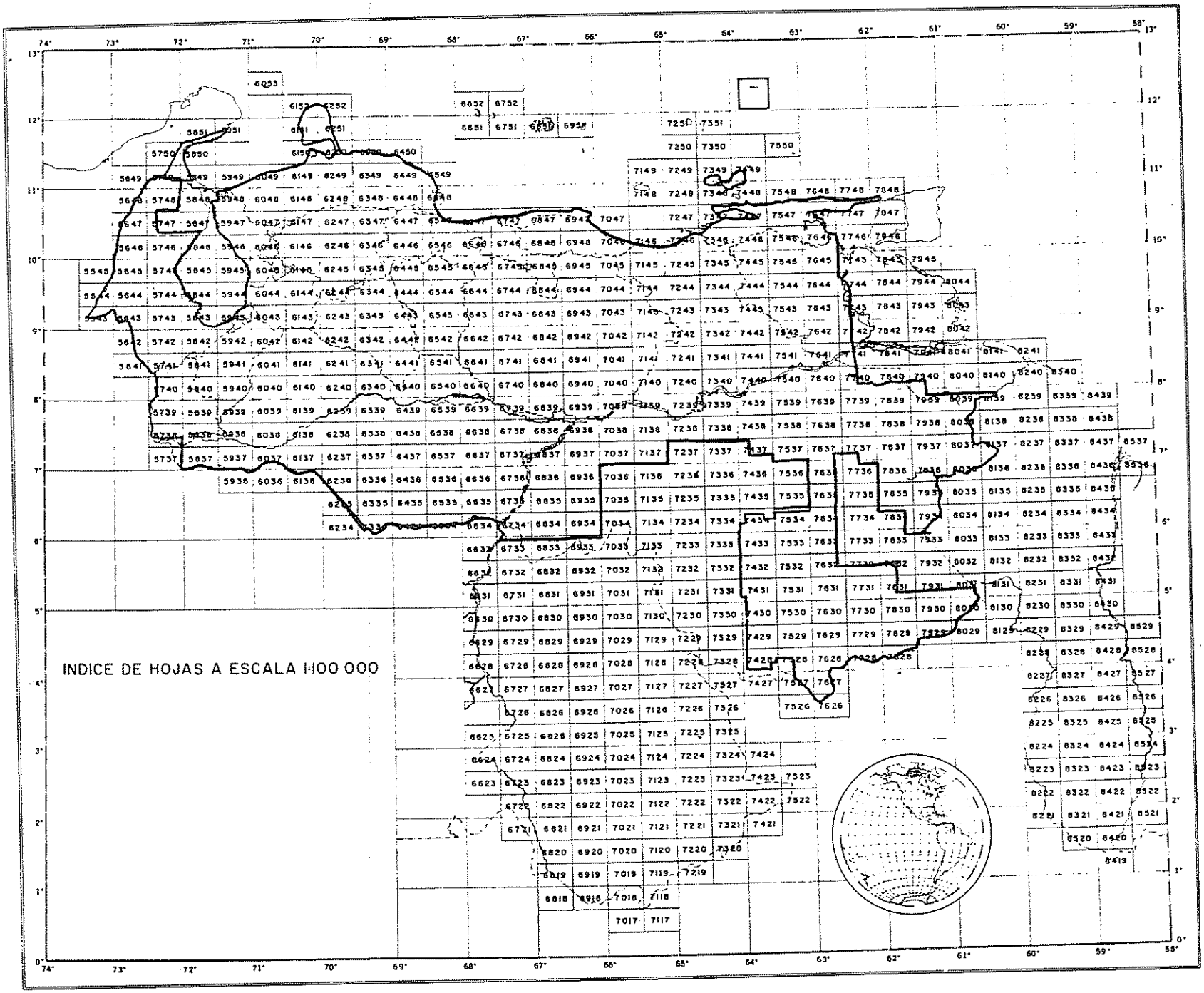


Figura 38. Venezuela: levantamiento fotogramétrico 1:25.000, período 1959-1975

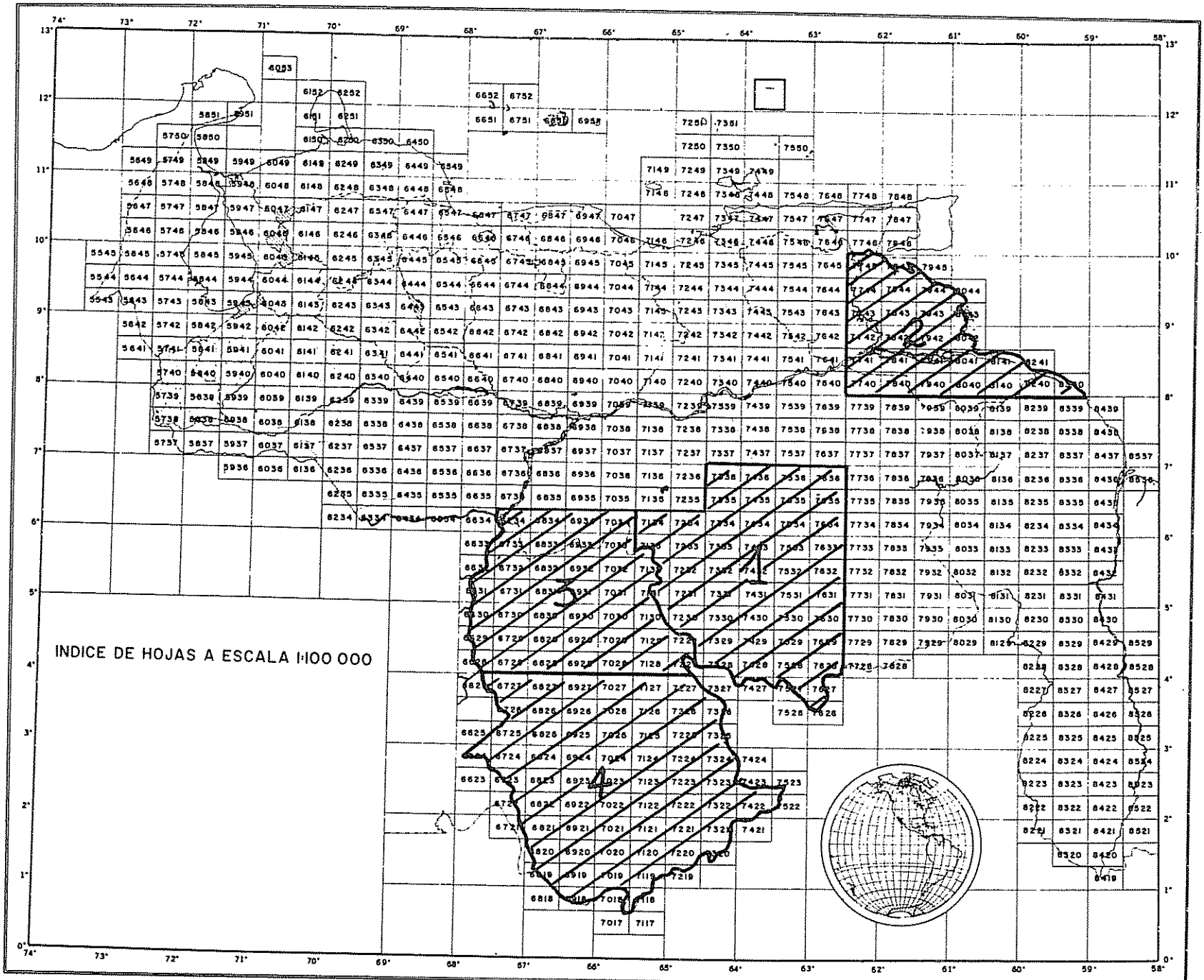


Figura 39. Venezuela: proyectos futuros

E. *Proyectos futuros*

En términos de producción geodésica la labor desarrollada por la Dirección de Cartografía Nacional ha comprendido principalmente un sistema de Control Horizontal y Vertical que actualmente ha sido aumentado con la densificación de los circuitos existentes. La última etapa de extensión del sistema por medio satelitario actualmente en ejecución soluciona el faltante de mapas a escala 25.000 ó 50.000 en la zona.

En diciembre de 1975 se inició la toma de vistas aéreas al Sur del cuarto paralelo en el Territorio Federal Amazonas, en el Alto Caura, y en el Estado Bolívar, y será muy posible que cerrando la actual década tengamos todos los mapas topográficos del país a una escala adecuada y en especial la correspondiente a la Región Sur, caracterizada por su gran potencial hidroeléctrico y donde se deberán tomar las previsiones para el uso racional de esa área.

IV. La cartografía temática

A. *Atlas de Codazzi*

El inicio de la actividad cartográfica en Venezuela es coincidente con el desarrollo del período que se denomina cartografía moderna y que cronológicamente se ubica en el tiempo promediando la primera mitad del siglo XIX, más concretamente en 1830. Separada Venezuela de la Gran Colombia y establecida la Tercera República, el Congreso Constituyente de Valencia, por medio del Decreto del 14 de octubre de 1830, autorizó al Ejecutivo Nacional para emprender en el campo de la geografía trabajos científicos, tales cómo levantamientos de planos, formación de itinerarios y cuadros estadísticos; para tal empresa de máxima importancia para el país, se comisionó al geógrafo militar Agustín Codazzi. Diez años después del Decreto, Codazzi presentó su obra denominada: *Atlas Físico y Político de la República de Venezuela*, dedicado por su autor al Congreso Constituyente de 1830, Caracas 1840. Con esta obra, el autor da una idea precisa de la conformación geográfica y política de Venezuela, contribuyendo además al conocimiento histórico de los hechos más relevantes de las campañas libertadoras. En este sentido se puede afirmar que Codazzi introduce verdaderos conceptos de geopolítica para ubicar a Venezuela en su momento histórico.

La obra consta de 19 cartas que incluyen 30 mapas, los cuales abarcan temas de geografía física, humana, política e histórica. Examinando los mapas en forma más detallada se aprecia que por ejemplo el Mapa Mundi, con que se inicia el trabajo, contiene las coordenadas geográficas, determina también zonas climáticas, aporta datos altimétricos e incluye comentarios históricos dentro del contorno. La segunda carta, dedicada a las Américas, proporciona un esmerado conocimiento físico, político e histórico. Dentro de los datos físicos se destacan las características de las grandes cuencas hidrográficas del continente (San Lorenzo, Misisipí, Orinoco, Amazonas, Río de la Plata). Codazzi introduce también aspectos regionales aportando datos sobre relieve, vegetación y relevamiento de algunos recursos. Se aprecia que fue incluida la localización de diferentes grupos étnicos que habitaban el continente.

Para el investigador en ciencias sociales la obra es importante pues esclarece cartográficamente aspectos históricos. Los temas históricos se refieren a las campañas de la Guerra de la Independencia en el período que va de 1812 a 1823.

Con referencia al territorio de Venezuela, se confeccionó una división en provincias donde es notable la abundancia de nomenclatura geográfica en forma muy detallada, lo cual refleja un gran conocimiento del terreno.

Por último, el autor introduce un cuadro de alturas que comprende las zonas montañosas de Mérida, Cordillera de la Costa, el sistema Coriano, Cumaná y Margarita. Muestra también un cuadro comparativo de los ríos que conforman las cuencas del Orinoco, Apure y aquellos cursos fluviales que tienen sus nacientes en la Cordillera de la Costa.

El sistema de proyección utilizado por Codazzi fue el cuadriculado uniforme, donde se produce una deformación exagerada en los extremos del globo. Para Venezuela, debido a su ubicación geográfica, este sistema de proyección era aceptable aunque no podía convenir para otros fines exigentes de un mayor grado de precisión cartográfica.

B. *Inventario Nacional de Recursos*

Anterior a esta obra, algunos institutos del país se habían abocado a la preparación de atlas, tales como el climatológico, publicado en 1957 por la Comandancia General de las Fuerzas Aéreas. En 1960, el Ministerio de Agricultura y Cría, con la colaboración de otras instituciones, publicó el Atlas Agrícola de Venezuela, cuyo objetivo fundamental fue mostrar por medio de un conjunto de mapas la distribución geográfica de algunos recursos naturales básicos en relación con el desarrollo agrícola del país. En 1961, la Dirección de Recursos Naturales Renovables y la Universidad de los Andes publicaron el Atlas Forestal de Venezuela, donde muestran la distribución de especies forestales; junto a los mapas van además textos y cuadros estadísticos. En 1968, el Departamento de Hidrometeorología de la Universidad Central de Venezuela publicó el Atlas Climatológico e Hidrológico de la Cuenca del Valle de Caracas, como un gran aporte, dando informaciones de parámetros como temperatura, precipitación y aforos de drenaje comprendidos en la cuenca investigada.

El Inventario Nacional de Recursos fue preparado por la División de Desarrollo Rural de la Agencia Internacional de Desarrollo y la Agencia de Ingeniería para el Inventario de Recursos de los Estados Unidos de América, con la cooperación del Gobierno de Venezuela; este trabajo fue ejecutado en 1968. El estudio abarca un conjunto de 37 tópicos distribuidos en recursos físicos, sociales y económicos. Todos los datos gráficos se presentan en mapas a escala de 1:2.500.000 con textos y cuadros estadísticos.

C. *Atlas Nacional de Venezuela*

Después del Atlas Físico y Político preparado por el geógrado Agustín Codazzi en el año 1840, no se confeccionó otro Atlas, deteriorándose así la continuidad cartográfica del país, a excepción de trabajos parciales que incursionaron en el campo de la cartografía temática; estos trabajos fueron propiciados por: Ministerio de la Defensa, Ministerio de Agricultura y Cría, Universidad de los Andes y Universidad Central. Recientemente, en 1969, haciendo un esfuerzo por sistematizar lo referente a cartografía temática, el Ministerio de Obras Públicas, por medio de la Dirección de Cartografía

Nacional, División de Cartas, preparó un Atlas Nacional cuyo propósito primordial fue hacer una selección, análisis y evaluación de datos estadísticos e información existente, que sirvieran de fuente para la preparación de un conjunto de mapas temáticos, que cumplieran una función de información y dieran una visión al usuario de la existencia y localización de nuestros recursos humanos y económicos.

D. *Proyecto Atlas Nacional segunda edición*

Se inició en el año 1973 y se prevé su terminación para finales del año 1976. La preparación y actualización de un Atlas Nacional exige esfuerzos de complementación e información con todos los organismos encargados del desarrollo nacional a los efectos de obtener material complementario que contemple los últimos datos a nivel nacional. El material cartográfico ha sido sensiblemente modificado a través de correcciones y ampliaciones de lo ya existente.

En la parte temática se han introducido nuevos conceptos geográficos, fundamentalmente en los rubros agropecuarios, industrial, demográfico y cultural. Asimismo se ha contado con la información aportada por el último Censo Nacional publicado en el año 1971. Este material fue de invalorable utilidad a los efectos de ampliar y confeccionar gráficos y cuadros estadísticos.

La obra abarca un conjunto de 260 mapas que contemplan una visión retrospectiva y dinámica de la evolución histórica, geográfica, económica y socio-cultural del país.

Desde el punto de vista histórico se trató de visualizar el desarrollo urbano de la metrópoli a través del tiempo. Lo geográfico fue tratado con una concepción moderna de la nueva geografía, apoyándose en una cartografía básica detallada para incluir una temática objetiva y esclarecedora de la infraestructura económica del país y de los diferentes tipos de intercambios que se producen en el sistema productivo.

Las características temáticas de la cartografía confeccionada se basó en un tipo de proyección, la Cónico Secante Compensada. La escala fue uno de los factores decisivos para establecer el formato del Atlas. La escala máxima fue de 1:4.000.000.

E. *Proyecto Atlas Escolar*

A los efectos de lograr, por medio de la enseñanza de la geografía a nivel escolar, que el niño agudize su sentido de observación e interpretación del ambiente en que vive para que tenga una idea más clara de su país y del mundo, y de proporcionarle los conocimientos geográficos que lo preparen para entender la interacción entre el hombre y el medio, es imprescindible suministrarle un material didáctico adecuado a estas necesidades.

De ahí la importancia de contar con mapas y cartas geográficas que sirvan como auxiliares de la ciencia geográfica. En función de lo expresado anteriormente y como inquietud conjunta emanada del Ministerio de Educación y de Cartografía Nacional, se cree conveniente la confección de un Atlas Escolar que contemple las necesidades de la enseñanza de la geografía en Venezuela. La obra en proyecto va a conservar en lo posible una estrecha relación con los programas vigentes, sin descuidar el orden lógico y correlativo inherente a los temas geográficos.

F. *Proyecto Atlas de Venezuela a escala 1:500.000*

Será un Atlas que atendiendo a la superficie representada se le define como corográfico pues abarca superficies variables de los Estados. Atendiendo a su tipo es planialtimétrico (topográfico).

Consta de 24 cartas que abarcan todo el territorio nacional e incluye Dependencias Federales. El intervalo entre las curvas de nivel es de 500 metros y las suplementarias de 100 metros, como dato vertical nivel medio del mar, dato horizontal provisional de Sudamérica. En cuanto al color será policromático con sombreado. La toponimia de los centros poblados es jerarquizada de acuerdo con el número de habitantes. Estas 24 cartas serán complementadas con un texto de información geográfica que incluirá aspectos físicos y humanos.

En cada carta se incluye una foto aérea con su respectivo comentario del centro poblado más importante que le da título a la carta. En algunos casos se utilizarán como elemento visual imágenes de radar. Esta información complementaria está dirigida a llenar el vacío que existe sobre los diversos aspectos geográficos del territorio nacional.

G. *Proyecto Atlas de Servicios Públicos de la Ciudad de Caracas*

Uno de los objetivos principales del Atlas de Servicios Públicos es poner a disposición de los organismo del gobierno nacional, regional y local la información básica de la situación de los servicios públicos de la ciudad capital, pudiendo extenderse en el futuro hacia otras entidades.

El Atlas de Servicios Públicos de Caracas contendrá los servicios urbanos de mayor importancia para la vida de la comunidad. Contempla unos 20 tópicos aproximadamente, los cuales serán presentados en mapas policromos en formato uniforme con sus respectivos textos, gráficos y fotografías.

V. La cartografía aeronáutica

A. *Generalidades*

Los primeros mapas especiales publicados en Venezuela (1947) fueron las cartas aeronáuticas a escala 1:1.000.000 para la parte norte del país, las cartas seccionales a escala 1:500.000 y las cartas de rutas a 1:250.000. Asimismo, se han preparado publicaciones diversas (Manual del Piloto) con información técnica de los distintos aeropuertos.

En estas cartas se indican, además de la planimetría, la altimetría, rutas aéreas y otros datos útiles para la aeronavegación. Las especificaciones cartográficas están apoyadas en las normas establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Los organismos responsables de la producción de cartas aeronáuticas en el país son la Dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas y la Dirección de Aeronáutica Civil del Ministerio de Comunicaciones. A continuación se indican los distintos programas realizados en el país desde el año 1947.

B. *Carta a escala 1:2.000.000*

Carta aeronáutica de Venezuela — tiene un cubrimiento de 0° 40' – 12° 20' de latitud y 59° 40' – 73° 20' de longitud. Editada en 1949 a diez colores.

Incluye datos aeronáuticos según normas de la OACI sobre largos de pistas, altura de la pista sobre el nivel del mar, señalamiento de facilidades luminosas (faros, balizas) y de radioayuda (radiofaro, estaciones radiotelegráficas, etc.); la orografía es mostrada mediante tintas hipsométricas.

C. *Cartas a escala 1:1.000.000*

Carta aeronáutica — Este programa consta de cuatro hojas que cubren en conjunto de 4° – 12° de latitud y 61° – 73° de longitud. Están desarrolladas en proyección Mercator. Esta serie policroma fue impresa en el año 1947.

Distribución de las hojas:

Hoja No. 1, cubre 8° – 12° de latitud y 67° – 73° de longitud;

Hoja No. 2, cubre 8° – 12° de latitud y 61° – 67° de longitud;

Hoja No. 3, cubre 4° – 8° de latitud y 67° – 73° de longitud;

Hoja No. 4, cubre 4° – 8° de latitud y 61° – 67° de longitud.

Carta aeronáutica mundial OACI, No. 2770 — cubre entre 8° y 12° de latitud y 70° y 76° de longitud. Editada en el año 1965 a 15 colores.

D. *Cartas a escala 1:500.000*

Esta serie de cartas policromas comprende 22 hojas. Cada hoja cubre 2° de latitud por 3° de longitud, en proyección Mercator. Se publicaron las siguientes:

Carta No. 500-21, cubre entre 10° – 12° de latitud y 71° – 74° de longitud, impresa en 1960 a 13 colores;

Carta No. 500-23, cubre la zona comprendida entre 10° – 12° de latitud y 65° – 68° de longitud, impresa en 1954 a 11 colores;

Carta No. 500-24, cubre la zona entre 10° – 12° de latitud y 62° – 65° de longitud, impresa en 1954 a 9 colores;

Carta No. 500-25, cubre la zona entre 10° – 12° de latitud y 59° – 62° de longitud, impresa en 1954 a 8 colores;

Carta No. 500-33, cubre la zona entre 8° – 10° de latitud y 65° de longitud, impresa en 1954 a 9 colores;

Carta No. 500-34, cubre la zona entre 8° – 10° de latitud y 62° – 65° de longitud, impresa en 1954 a 9 colores.

E. *Cartas de rutas aéreas a escala 1:250.000*

Esta serie policroma la integran 8 hojas en proyección Cónico-Secante. Estas hojas se identifican de la siguiente forma:

Carta No. CA-250-1, Maiquetía-Barcelona-Caracas-Barcelona. Cubrimiento: largo: 290 km; ancho: 75 km. Impresa en 1947 a 11 colores;

Carta No. CA-250-3, Barcelona-Ciudad Bolívar. Cubrimiento: largo: 290 km; ancho: 75 km. Impresa en 1948 a 10 colores;

Carta No. CA-250-4, Ciudad Bolívar-Maturín. Cubrimiento: largo: 290 km; ancho: 75 km. Impresa en 1949 a 8 colores;

Carta No. CA-250-5, Maiquetía-San Fernando de Apure-Caracas-San Fernando de Apure. Cubrimiento: largo: 404 km; ancho: 75 km. Impresa en 1949 a 11 colores;

Carta No. CA-250-6, Ciudad Bolívar-Barrancas. Cubrimiento: largo: 290 km; ancho: 75 km. Impresa en 1948 a 7 colores;

Carta No. CA-250-7, Maiquetía-Coro-Las Piedras. Cubrimiento: largo: 425 km; ancho: 75 km. Impresa en 1949 a 11 colores;

Carta No. CA-250-8, Rutas Nororientales. Cubrimiento: largo: 337 km; ancho: 139 km. Impresa en 1948 a 11 colores;

Carta No. CA-250-9, Maracaibo-Coro. Cubrimiento: largo: 273 km; ancho: 75 km. Impresa en 1948 a 9 colores.

F. *Manual del Piloto*

Es un folleto de cuatro páginas con el siguiente contenido:

Página 1: Tabla diurna: con el cálculo para un año del comienzo del crepúsculo, salida del sol, puesta del sol y fin del crepúsculo.

Página 2: Descripción de la pista: posición geográfica y altura sobre el nivel del mar del centro de la pista, longitudes, pavimento, drenaje, iluminación, radiocomunicaciones, obstáculos, recursos, aeródromo más cercano, declinación magnética, etc.

Página 3: Plano del aeródromo a escala 1:250.000 con un área de 840 km^2 y un plano a escala 1:25.000 con un área de 8,4 km^2.

Página 4: Plano a escala 1:100.000 con un área de 345 km^2.

De esta serie se imprimieron 22 folletos descriptivos, a saber:

No. 2, Altagracia de Orituco. Impreso en 1949 a 8 colores;

No. 7, Barcelona. Impreso en 1949 a 8 colores;

No. 10, Barrancas. Impreso en 1954 a 7 colores;

No. 11, Barquisimeto. Impreso en 1954 a 9 colores;

No. 13, Boca de Río. Impreso en 1950 a 10 colores;

No. 18, Calabozo. Impreso en 1949 a 7 colores;

S/N, Ciudad Bolívar, hojas 3 y 4 impresas en 1947 a 7 colores;

No. 28, Coro. Impreso en 1949 a 10 colores;

No. 29, Cumaná. Impreso en 1953 a 9 colores;

No. 38, Güiria. Impreso en 1949 a 9 colores;

No. 39, Guanare. Impreso en 1949 a 8 colores;

No. 40, Higuerote. Impreso en 1956 a 10 colores;

No. 53, Las Piedras. Impreso en 1950 a 9 colores;

No. 58, Maiquetía. Impreso en 1953 a 11 colores;

No. 59, Maracaibo (Grano de Oro). Impreso en 1949 a 7 colores;

No. 62, Maturín. Impreso en 1949 a 7 colores;

No. 64, Mérida. Impreso en 1956 a 10 colores;

No. 66-A, Palo Negro. Impreso en 1957 a 10 colores;

No. 71, Porlamar. Impreso en 1949 a 9 colores;

No. 78, San Antonio del Táchira. Impreso en 1949 a 9 colores;

No. 81, San Félix. Impreso en 1950 a 7 colores;

No. 82, San Fernando de Apure. Impreso en 1949 a 7 colores.

G. *Proyectos*

La Dirección de Aeronáutica Civil del Ministerio de Comunicaciones está preparando las siguientes cartas:

RNC 1 N – 8° 16°N / 58° W – 73° W (anverso) y RNC 1S – 0° – 08° N / 58° W – 73° W (reverso). Una hoja a escala 1:2.000.000, a tres colores y en proyección Lambert;

RNC 2 – 0° – 16° N / 58° W – 73° W. Una hoja a escala 1:3.000.000, a nueve colores y en proyección Lambert;

Carta aeronáutica TMA / Maiquetía. Cubrimiento: 10° – 12° N / 65° 50' W – 68° 30' W. A escala 1:500.000, en proyección Lambert y a nueve colores;

Carta aeronáutica TMA / Barcelona y Margarita (conjuntas). Cubrimiento: 9° 30' N – 11° 30' N / 62° 45' W – 65° 20' W. A escala 1:500.000, en proyección Lambert y a nueve colores.

VI. La percepción remota

A. *Generalidades*

El uso de la teleobservación en Venezuela se remonta al año de 1935, cuando por decreto del 25 de julio del mismo fue creado en el Ministerio de Obras Públicas un Servicio Aerofotográfico, entre cuyas atribuciones se podían señalar inspecciones en territorios fronterizos, exploración de zonas militares, levantamiento y confección del plano militar y otras.

Se inician las actividades a comienzos de 1936, utilizando las siguientes cámaras: RMK-18, RMK-21, RMK-HS-21, RMK-HS-10 y RMK-P-10, siendo el primer trabajo aerofotográfico la toma de vistas sobre Río de Oro en el Estado Zulia en febrero de 1936 y posteriormente la Ciudad de Caracas.

En julio de 1937, el Servicio Aerofotográfico fue fusionado con la Oficina de Cartografía Nacional, del Ministerio de Relaciones Interiores, siendo desde esa época una dependencia de la actual Dirección de Cartografía Nacional, División de Aerofotografía.

En los últimos seis años, las técnicas para la evaluación de recursos y levantamientos cartográficos han sufrido fuertes transformaciones: sistemas con el radar (Slar), satélites de recursos (ERTS-LANDSAT) y laboratorios orbitales tripulados (SKYLAB), que permiten obtener datos con los que se puede completar y actualizar la información existente, todo lo cual llevó a la Dirección de Cartografía Nacional a la creación de un Departamento de Sensores Remotos y a plantear la necesidad de creación de un Centro Nacional de Percepción Remota.

B. *La experiencia venezolana en materia de teleobservación*

1. *Uso de cámaras aéreas convencionales*

Los modernos métodos cartográficos tienden a basarse cada vez más en la explotación de la aerofotografía, sin olvidar que no sólo la representación cartográfica es la única aplicación de la fotografía aérea convencional.

La Dirección de Cartografía Nacional, organismo público dependiente del Ministerio de Obras Públicas, es el encargado del levantamiento aerofotográfico del país pero, debido a las necesidades de este tipo de material, por parte de los sectores público y privado, se han hecho concesiones a compañías fotogramétricas privadas que operan en el país.

Hasta el presente se han realizado 2.105 misiones de vuelos aerofotográficos a diferentes escalas; de esas misiones, 800 fueron ejecutadas por la Dirección de Cartografía Nacional. El recubrimiento aerofotográfico del territorio nacional alcanza aproximadamente al 85%. A continuación se presenta un resumen de las actividades en el campo de la aerofotografía realizadas en el país:

Resumen 1936-1957

Recubrimiento fotográfico	*No. de vuelos*
Escalas hasta 1:10.000	92
Escalas de 1:10.000 a 1:20.000	79
Escala superior a 1:20.000	69
Vuelos efectuados con Cámara Super Gran Angular (8,8 y 10 cm)	90
Vuelos efectuados con Cámara Gran Angular (15 cm)	112
Vuelos efectuados con Cámara Normal (21 cm)	38
Total	240
	No. de vistas
Vistas escala grande	72.788
Vistas escala mediana	80.957
Vistas escala pequeña	55.556
Total	209.301

Resumen 1958-1975

Recubrimiento fotográfico	*No. de vistas*
Escalas hasta 1:10.000	1.003
Escalas de 1:10.000 a 1:20.000	581
Escala superior a 1:20.000	281
Vuelos efectuados con Cámara Super Gran Angular (8,8 y 10 cm)	17
Vuelos efectuados con Cámara Gran Angular (15 cm)	1.808
Vuelos efectuados con Cámara Normal (21 cm)	30
Total	1.855
	No. de vistas
Vistas escala grande	163.206
Vistas escala mediana	104.324
Vistas escala pequeña	131.349
Total	398.879

2. *Radar Lateral*

Durante el año de 1971 se llevaron a cabo levantamientos utilizando el Sistema de Radar Lateral (SLAR), al Sur del paralelo 6° Norte y al Oeste el meridiano 71° Oeste, y en la

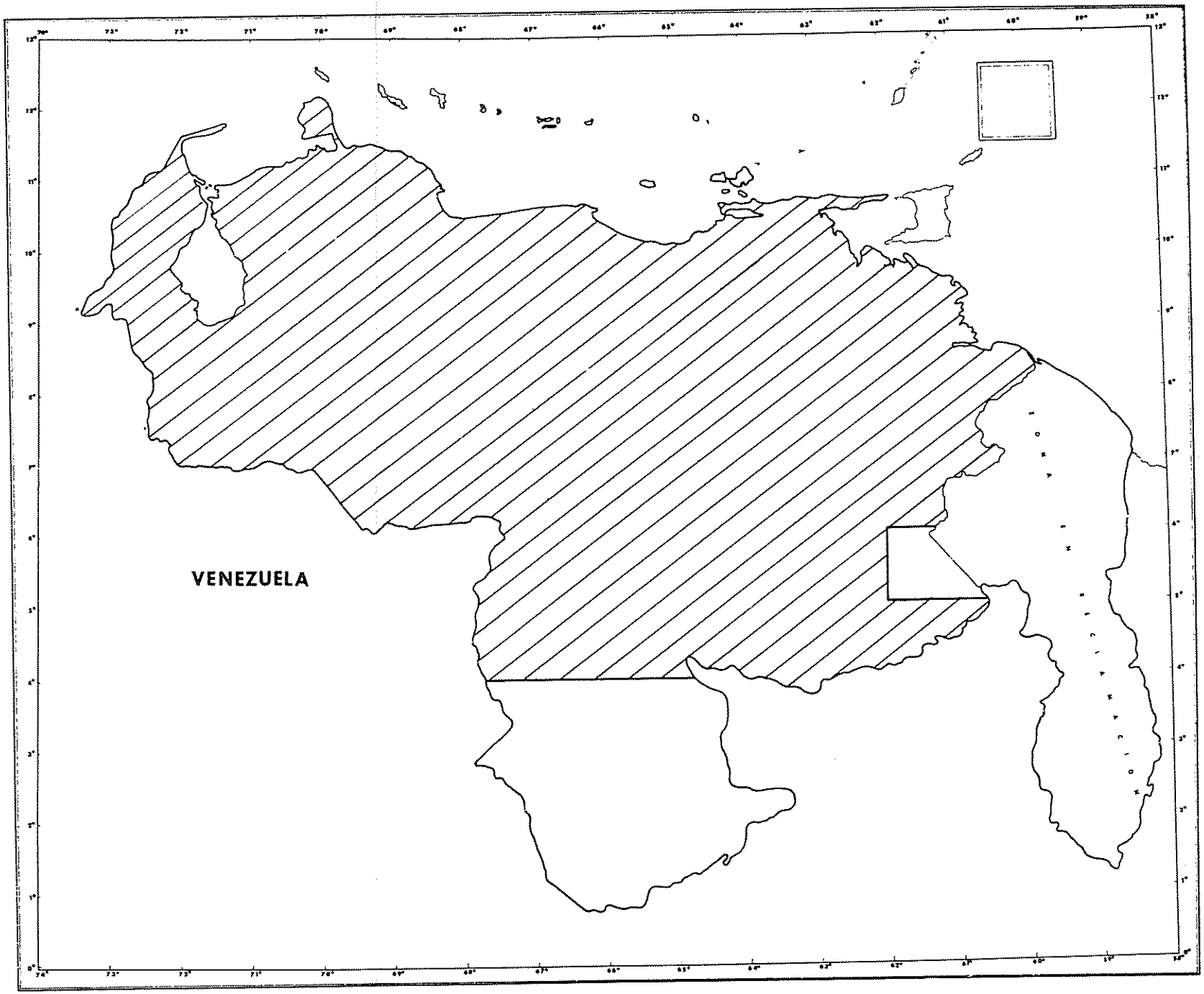


Figura 40. Venezuela: cubrimiento aerofotográfico, 1975

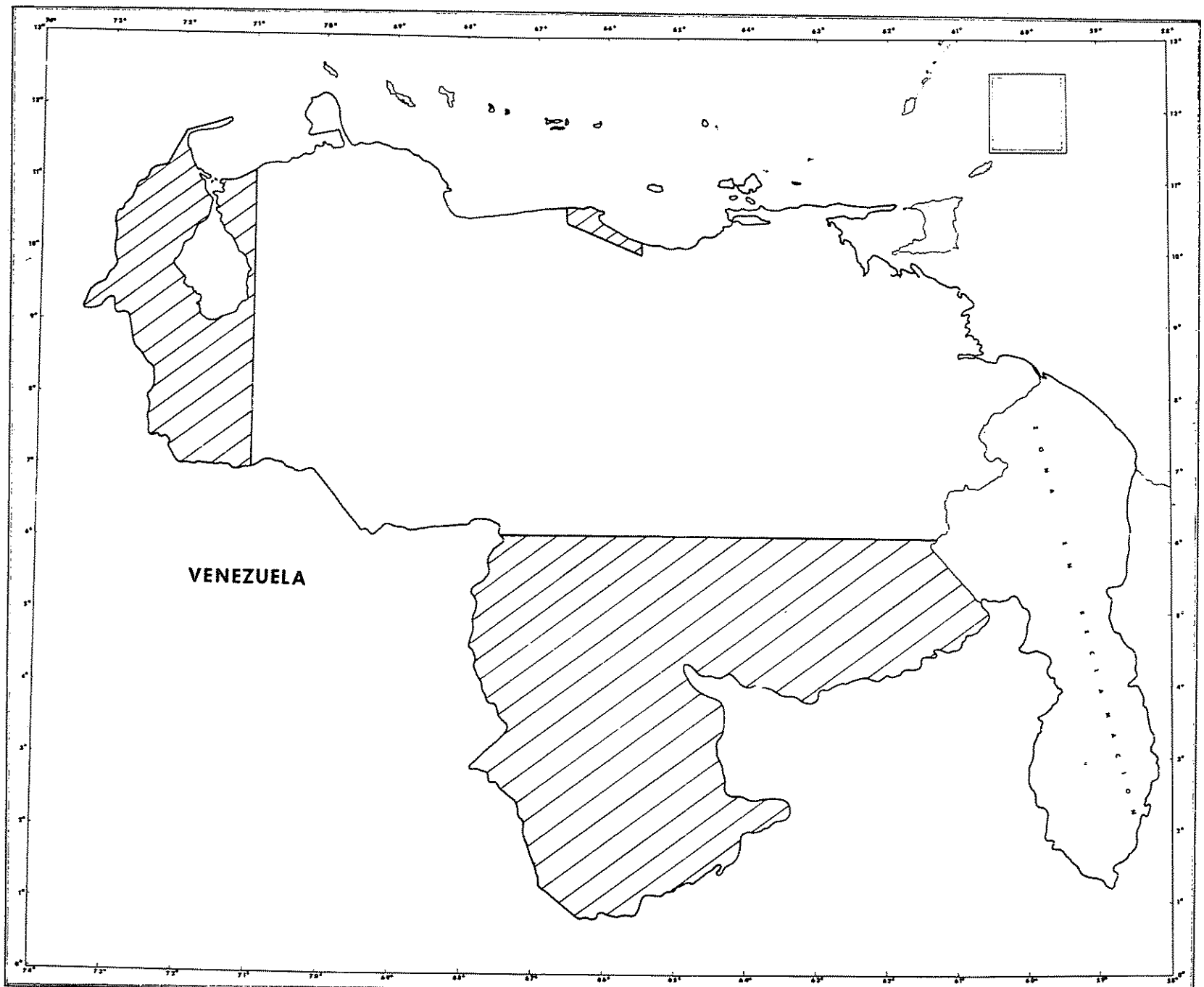


Figura 41. Venezuela: cubrimiento por el sistema de radar lateral, 1975

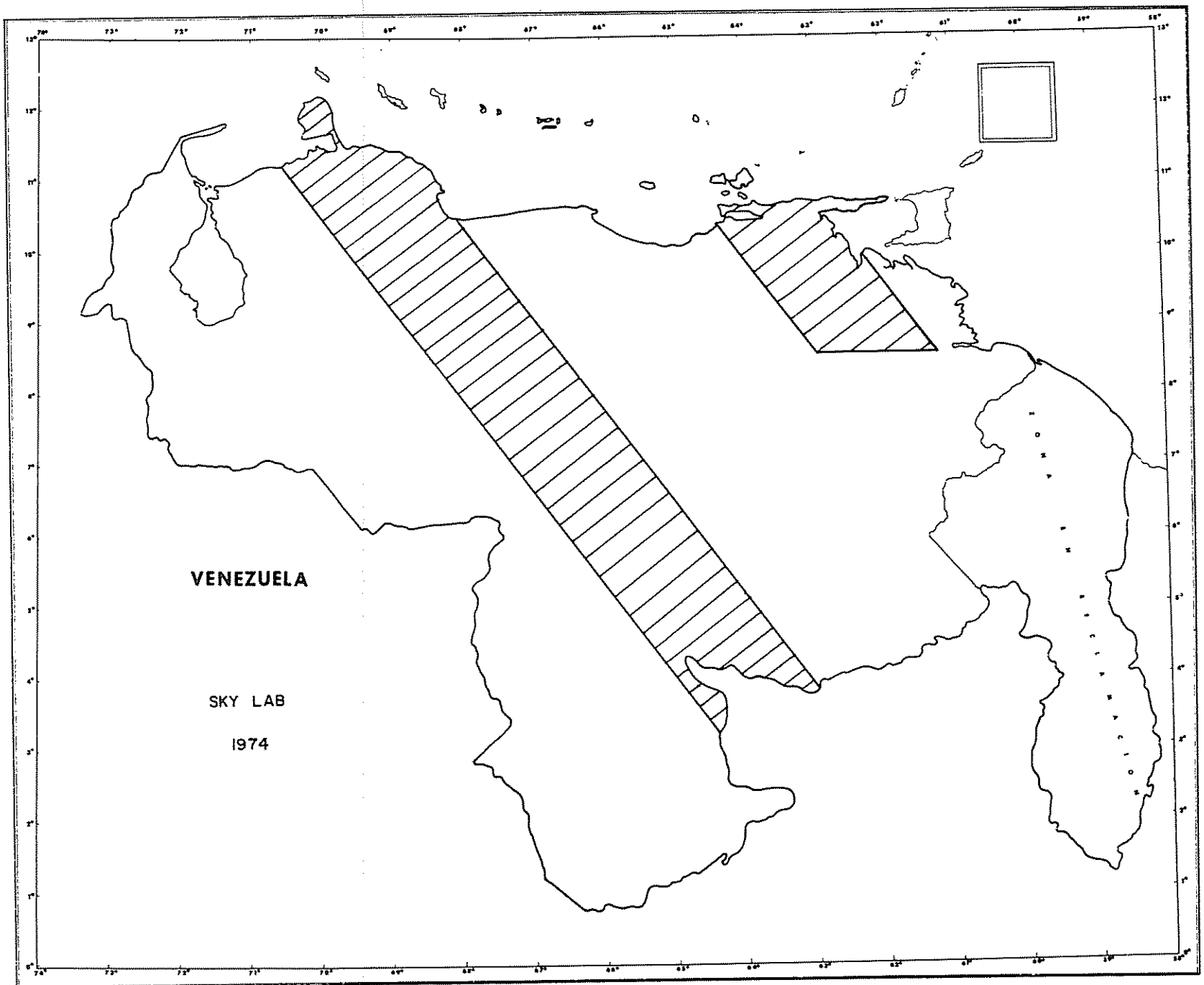


Figura 42. Venezuela: cubrimiento por laboratorio espacial, 1974

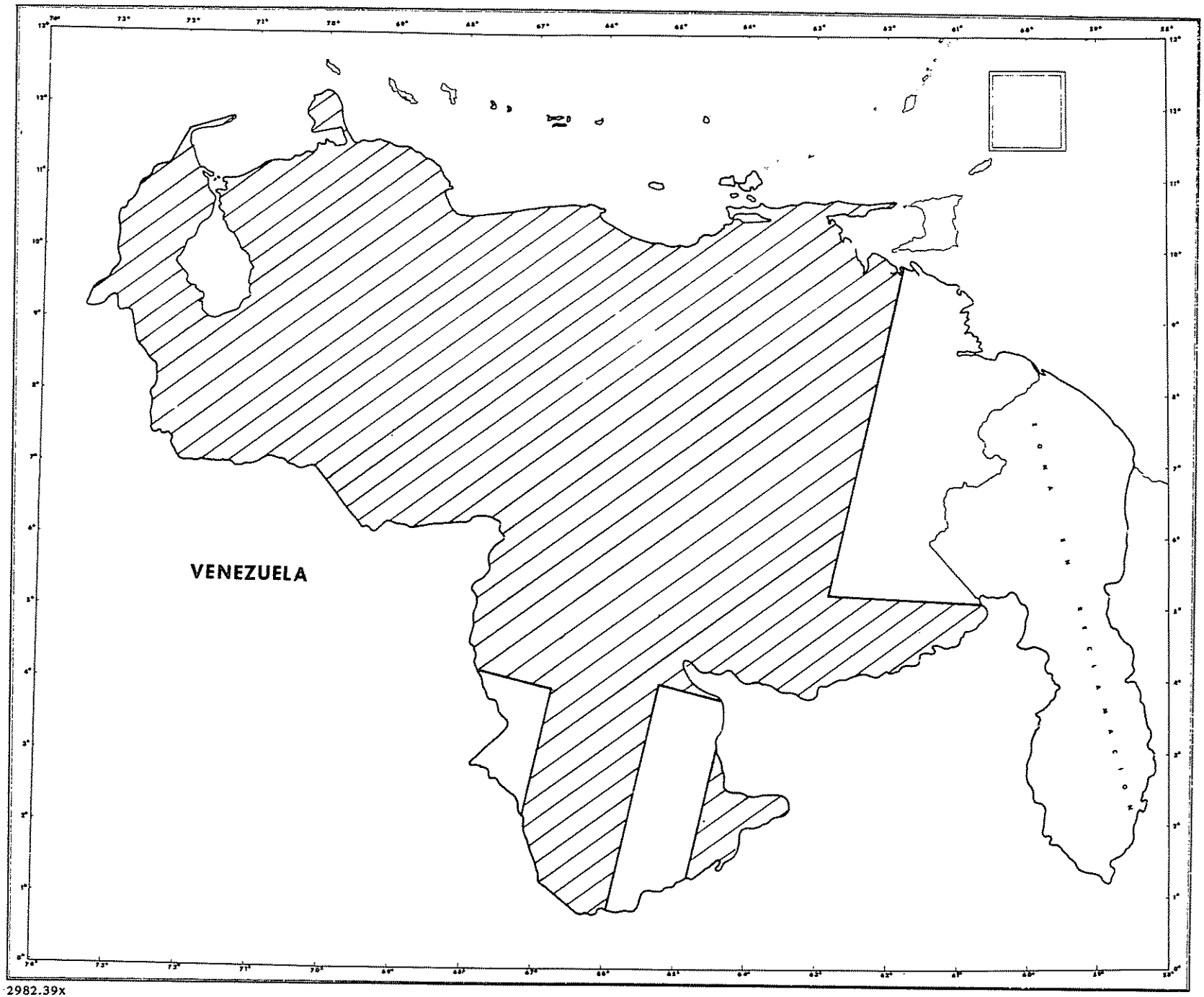


Figura 43. Venezuela: cubrimiento por imágenes satelitarias, ERTS-LANDSAT, 1975

zona del litoral central del país. Como consecuencia de estos levantamientos se pudo completar la información de teleobservaciones para todo el país.

El cubrimiento por radar fue de aproximadamente 350.000 km², en cuatro misiones: levantamiento de radar del Territorio Federal Amazonas, que incluye interpretaciones de geología, suelos, vegetación y drenaje; levantamiento de radar del Suroeste de Venezuela (Sur del Estado Bolívar); levantamiento de radar de los Estados Zulia, Táchira, Mérida, Trujillo y Apure; levantamiento de radar Los Caracas-Cabo Codera-Higuerote (litoral central). Estos levantamientos permitieron completar la cartografía del país para mapas escala 1:500.000 y menores.

3. *Imágenes desde satélites y naves espaciales tripuladas*

La Dirección de Cartografía Nacional durante los últimos seis años ha participado en varios programas, para la evaluación de los recursos naturales en colaboración con la NASA, utilizando el Satélite ERTS-1 y el actual LANDSAT 2. Estos programas se han realizado conjuntamente con la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos y con la Dirección de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura y Cría, dirigidos principalmente a dos objetivos, que son:

a) Desarrollo de técnicas de simplificación en la investigación y evaluación de los recursos naturales en áreas vírgenes;

b) Desarrollo de técnicas para estudios de ecología regional y elaboración de cartas temáticas. Ambos objetivos fueron logrados, permitiéndose un mayor uso de las informaciones obtenidas por los satélites de recursos en otras áreas, como estudios de recursos hidráulicos, geológicos, de suelos, de vegetación, uso de la tierra, etc.

En la actualidad y gracias al plan EROS, se está desarrollando un programa para la utilización con fines cartográficos de las imágenes obtenidas por las tripulaciones del Laboratorio Espacial SKYLAB, que permiten una actualización más rápida de algunas cartas y mapas del país.

4. *Otros*

Conjuntamente con el uso de radar y satélites, se está efectuando la obtención de información con sensores remotos aerotransportados, principalmente con el uso de cámaras multiespectrales, cuando las áreas a estudiar requieran una información más detallada. A tal efecto se encuentran en proceso de adquisición dos cámaras aéreas de este tipo.

C. *Proyecto de creación de un Centro Nacional de Percepción Remota*

La experiencia lograda en los últimos años en nuestro país con la utilización de técnicas de percepción remota en la investigación de los recursos naturales y en los levantamientos cartográficos, principalmente con el uso de aviones y satélites, y dado que estas nuevas técnicas requieren altas inversiones, ha hecho necesario determinar la forma en que deben orientarse para lograr un alcance nacional y optimizar su uso. Por estas razones se presentó un proyecto de creación de un Centro cuyo objetivo principal es el de coordinar los trabajos de investigación y divulgar y distribuir los resultados obtenidos por los usuarios.

VII. Levantamientos gravimétricos para la investigación geodésica

A. *Generalidades*

La Dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas ha tenido entre sus incumbencias la planificación y ejecución de los levantamiento gravimétricos con fines geodésicos.

La geodesia fija los puntos en la superficie de la Tierra en términos de latitud, longitud y elevación sobre el nivel del mar, pero para ubicarlos en forma absoluta en el espacio es necesario tener un conocimiento de la forma del geoide.

Las mediciones gravimétricas de la Tierra permiten establecer las características esenciales de la desviación del campo de gravedad de sus valores normales y por tanto conocer el geoide, diferencia de potenciales y alturas ortométricas y curvaturas de las superficies equipotenciales.

Se ha venido logrando en el país una densificación de los valores de gravedad con buena precisión que lleva a una producción adecuada de cartas gravimétricas, básicas para las investigaciones geodésicas y geofísicas.

B. *Levantamientos realizados*

El primer proyecto se inició en el año 1949 con el objeto de establecer el Datum Geodésico de Control Horizontal en La Canoa, Estado Anzoátegui.

Los levantamientos gravimétricos se apoyaron en las estaciones pendulares establecidas en el mes de mayo de 1949 por el U.S. Coast & Geodetic Survey en Caracas (Santa Inés) y Barcelona, empleando Péndulos Brown.

Partiendo de la estación pendular Barcelona se hizo un levantamiento gravimétrico con dos Gravímetros Worden sobre puntos de nivelación de primer orden, ubicados a lo largo de la Carretera Barcelona-Soledad, para obtener en el Datum La Canoa un valor de gravedad igual a 978 099,26 mgal. El programa se ejecutó dividiendo el área en tres zonas concéntricas con radios de 25 km, 75 km y 150 km, y denominadas A, B y C, respectivamente. Se construyeron y observaron 2.508 estaciones. Los trabajos de campo concluyeron en julio de 1959 y los cálculos en septiembre del mismo año. En enero del año 1962 se continuaron levantamientos en otra zona denominada D, la cual tenía el límite a 250 km, con el objeto de continuar el estudio de efectos en las componentes de la desviación de la vertical y donde se obtuvo valores para 406 estaciones. Este proyecto se concluyó debido a obstáculos físicos en la zona.

Se prepararon cartas de Anomalías al Aire Libre a escala 1:100.000, y al finalizar todo el proyecto se elaboró la carta con el mismo tipo de anomalías a escala 1:2.000.000.

Con mediciones realizadas entre el 5 y el 9 de agosto del año 1949 por el Dr. Norman C. Harding, de la Universidad de Wisconsin, se enlazó Venezuela por primera vez a la Red Mundial.

Durante el período comprendido entre agosto y diciembre del año 1958, se incluyó en observaciones con Péndulos Cambridge una estación en Caracas, ubicada en el Observatorio Cagigal, como contribución a las actividades del Año Geofísico Internacional y realizadas por el Sr. J. E. Jackson.

Realizaron mediciones con Péndulos Gulf los Drs. Woollard y Rose. Continuaron enlaces gravimétricos internacionales el Dr. Geoffrey Oldhan de la California Explotation Co. con un Gravímetro Worden, y un programa entre la Universidad de Wisconsin y el Servicio Geodésico Interamericano usando dos Gravímetros La Coste-Romberg en el año 1960.

En 1960 con el Proyecto 54-AFS-50 el IAGS (Inter-American Geodetic Survey) realizó observaciones con dos Gravímetros Worden Master en 13 aeropuertos del país.

El segundo proyecto de gran importancia para la geodesia y la geofísica consistió en establecer la Red Gravimétrica de Estaciones Base en el año 1970, ejecutado por la Dirección

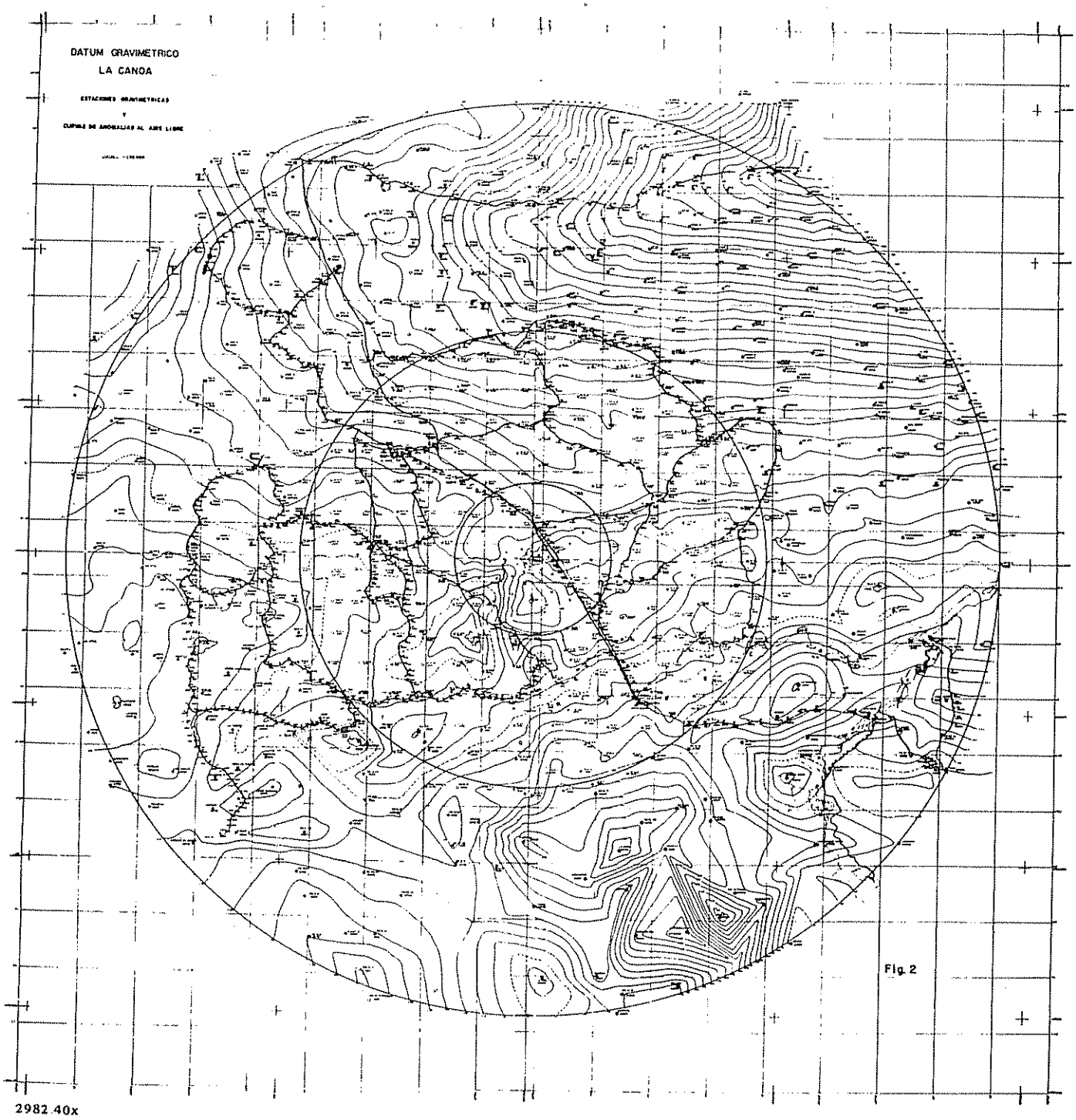


Figura 44. Venezuela: datum gravimétrico La Canoa

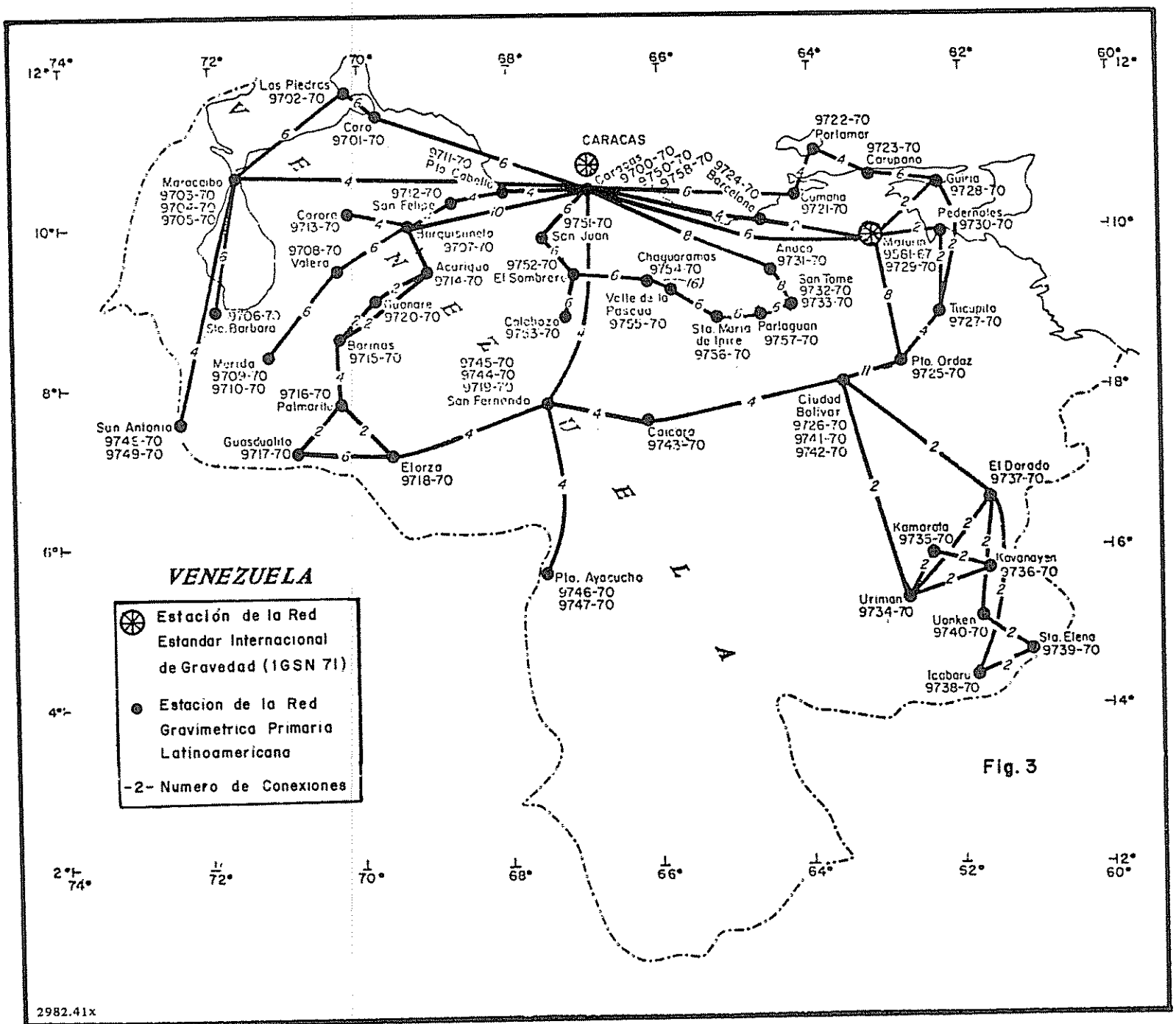
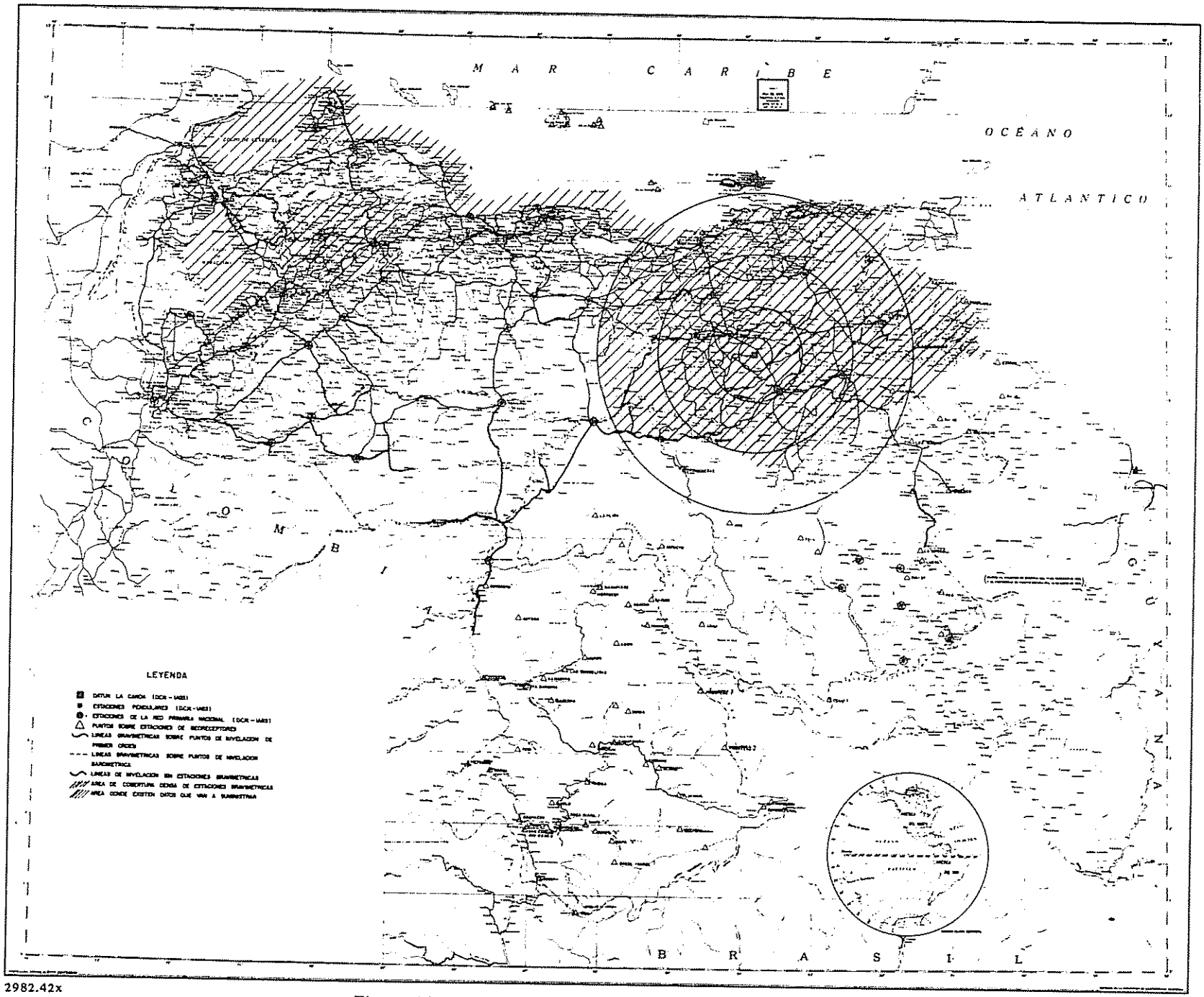


Figura 45. Venezuela: red gravimétrica de estaciones base



2982.42x

Figura 46. Venezuela: instalaciones y servicios gravimétricos

de Cartografía Nacional y el Servicio Geodésico Interamericano.

Las observaciones se hicieron siguiendo los métodos de escalera y secuencia de escalera modificada, utilizando los tres Gravímetros La Coste-Romberg (G50, G56 y G57). Se utilizó la Estación Fundamental Santa Inés como datum y cumpliendo que las estaciones tuviesen una exactitud 10-05 mgal. Se realizaron 30 circuitos mediante los cuales se logró constituir la Red Gravimétrica Nacional de 59 estaciones con 330 observaciones.

El ajuste provisional de la Red ha sido realizado por la División de Física de la Tierra, del Departamento de Geología, Minas y Recursos, de Ottawa, Canadá (tabla 6), institución encargada actualmente del Banco de Datos Gravimétricos de Latinoamérica en programa SILAG del IPGH. Esta Red está referida a la Red Estándar Internacional de Gravedad 1971 (IGSN 71), adoptada por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica en 1971, en Moscú. El ajuste definitivo será posible al disponer de las conexiones entre los países y de la cobertura gravimétrica de todos los países latinoamericanos.

Con el objeto de obtener las cotas verdaderas, elaborar la carta del geoide y contribuir con los estudios geofísicos, se realizaron levantamientos regionales. Para establecer estas estaciones se utiliza el método de escalera comenzando y terminando en una de las estaciones de la Red Nacional (método de circuito) o comenzando en una estación base y terminado en otra (método de línea). Estos puntos estan separados cada 4 km y poseen cota de primer orden. Los datos se reducen, se corrigen por marea y deriva. Las diferencias de gravedad entre ida y vuelta no deben ser mayor de +0,05 mgal, ya que de lo contrario se realizan reobservaciones; posteriormente se ajustan las desviaciones por el método de mínimo cuadrados lineales. Este tipo de proyecto es planificado y ejecutado por el Departamento de Control Vertical y Geofísica, de la División de Geodesia, de la Dirección de Cartografía Nacional.

En 1974 se inició un programa de estudio de las variaciones temporales de la gravedad como contribución a la determinación de los movimientos recientes de la corteza.

C. *Apoyo cartográfico*

La posición horizontal se identifica en mapas a escala 1:100.000; las elevaciones corresponden a nivelaciones de primer orden. Se utilizan las descripciones realizadas por las Comisiones de Nivelación y en su ausencia las preparan las Comisiones de Gravimetría.

D. *Control de equipos*

Periódicamente se revisan los gravímetros, baterías y unidades cargadoras-descargadoras. Se comprueba la deriva normal de los gravímetros, los niveles, línea de lectura y sensibilidad en la Estación Santa Inés, haciendo los ajustes en los casos que fuese necesario. Posteriormente se miden las líneas bases de comprobación Santa Inés-Calvario-Observatorio-Santa Inés, que constituyen un triángulo; la vinculación Santa Inés, con la Estación Internacional Maiquetía y las Líneas, para estudio de variación secular de gravedad.

E. *Cálculos y preparación de cartas*

Los cálculos son realizados conjuntamente por la Dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas y la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Las cartas de anomalías al aire libre se preparan a escala 1:500.000 con curvas a intervalos de 10 miligales y las de anomalías de Bouguer, se preparan a la misma escala, pero con curvas a intervalos de 5 miligales. Ambas son impresas en hojas de acuerdo con el índice de la Dirección de Cartografía Nacional.

F. *Planes futuros*

El país dispone en la actualidad de tres gravímetros La Coste-Romberg, modelo G, con los cuales el Departamento de Control Vertical y Geofísica, de la División de Geodesia, de la Dirección de Cartografía Nacional, y la División de Investigaciones, de la Dirección de Geología, se proponen:

1. Ampliar la Red Gravimétrica de Estaciones Base Nacional;
2. Cubrir las líneas de nivelación y zonas escasas de valores de gravedad;
3. Continuar la preparación y edición de nuevas cartas gravimétricas;
4. Participar en los programas internacionales;
5. Impulsar las investigaciones geodésicas y geofísicas apoyadas en la gravimetría.

Tabla 6. Red Gravimétrica Nacional

(Ajuste provisional de la Red Primaria Latinoamericana de Gravedad, realizado por la División de Física de la Tierra, Ottawa, Canadá)

No Estación	*Nombre*	*Valor de gravedad*	*Error estándar*
970070	Caracas	978230,87	0,014
970170	Coro	978220,70	0.021
970270	Las Piedras	978230,11	0,023
970370	Maracaibo	978160,12	0,022
970470	Maracaibo	978160,08	0,025
970570	Maracaibo	978184,63	0,031
970670	Sta. Bárbara	978045,12	0,031
970770	Barquisimeto	978024,62	0,020
970870	Valera	977964,55	0,027
970970	Mérida	977736,26	0,033
971070	Mérida	977735,84	0,037
971170	Pto Cabello	978214,52	0,022
971270	San Felipe	978118,35	0,024
971370	Carora	978071,06	0,029
971470	Acarigua	978077,82	0,029
971570	Barinas	978051,39	0,037
971670	Palmarito	978087,67	0,042
971770	Guasdalito	978064,67	0,048
971870	Elorza	978066,62	0,048
971970	San Fernando	978123,50	0,052
972070	Guanare	978064,84	0,037
972170	Cumaná	978191,51	0,025
972270	Porlamar	978266,53	0,032
972370	Carupano	978209,06	0,038
972470	Barcelona	978135,68	0,019
972570	Pto Ordan	978112,21	0,013
972670	Bolívar	978136.64	0,017
972770	Tucupita	978113,23	0,020
972870	Guiria	978158,36	0,025
972970	Maturín	977996,33	0,014
973070	Pedernales	978002,85	0,024
973170	Anaco	978059,17	0.020

Tabla 6 *(continuación)*

No Estación	*Nombre*	*Valor de gravedad*	*Error estándar*
973270	San Tomé	978051,04	0,029
973370	San Tomé	978051,19	0,024
973470	Uriman	977934,95	0,029
973570	Karamata	977942,92	0,037
973670	Kavanayen	977778,81	0,037
973770	El Dorado	978043,21	0,029
973870	Icabarú	977885,96	0,038
973970	Sta. Elena	977822,71	0,041
974070	Uonken	977848,57	0,038
974170	Bolívar	978136,75	0,024
974270	Bolívar	978136,77	0,024
974370	Caicara	978111,37	0,021
974470	San Fernando	978123,48	0,021
974570	San Fernando	978123,46	0,026
974670	Pto. Ayacucho	978045,79	0,029
974770	Pto. Ayacucho	978045,92	0,035
974870	San Antonio	977927,88	0,030
974970	San Antonio	977927,73	0,036
975070	Caracas	978051,02	0,021
975170	San Juan Morro	978066,12	0,025
975270	Sombrero	978131,68	0,028
975370	Calabozo	978154,02	0,033
975470	Chaguaramas	978129,33	0,030
975570	Valle de la Pascua	978140,77	0,030
975670	Sta. María de Ipire	978120,56	0,030
975770	Pariaguán	978062,81	0,028
975870	Maiquetía	978231,04	0,020

VIII. La investigación toponímica

A. *Generalidades*

La toponimia venezolana ofrece al investigador ávido de estudios una nueva perspectiva a los análisis geohistóricos que se habrán de abordar para la aplicación de nuestro pasado, el entendimiento del presente y la proyección del futuro. La toponimia es una fuente de inapreciable valor en la comunicación geográfica, ya que por medio de ella identificamos los aspectos de nuestro relieve y podemos estudiar facetas del comportamiento humano. Es por esto que la definimos no como un frío catálogo de nombres geográficos, ni sólo como la explicación etimológica de esos nombres, sino como el estudio integral en el espacio y en el tiempo de los aspectos históricos, geográficos, económicos, socioantropológicos y lingüísticos que permitieron y permiten que un nombre de lugar se origine y subsista.

El carácter integral de esta disciplina implica que se estudien las tendencias del hombre en la utilización y nominación de determinados ambientes ecológicos y en este sentido está vivamente relacionada con la antropogeografía; en otras palabras, los conceptos *hombre-ambiente natural-topónimo* son tres elementos dinámicamente vinculados que no se pueden estudiar sino como un haz de relaciones, lo que nos brinda la posibilidad de descubrir áreas de colonización, corrientes de poblamiento o sucesos similares, y contribuir a investigaciones lingüísticas, lexicográficas o estudios de índole histórica sobre lenguas muertas.

Desde el punto de vista cartográfico, la toponimia es el elemento del mapa que le da vida y contenido, ya que los mapas sin toponimia, los mapas mudos, son como un cuerpo sin alma. Es en la cartografía donde el trabajo con topónimos tiene su aplicación más inmediata, y es por esto que la iniciativa de tomar en cuenta este aspecto del acervo cultural de un país parte de las instituciones que elaboran mapas. El trabajo cartográfico impone la necesidad de que se represente en el plano, carta o mapa, la nomenclatura geográfica, o sea, la identificación de los accidentes en forma adecuada y precisa, atendiendo a los requisitos de autenticidad, ortografía y posición, con lo que se justifica que tal iniciativa parta o haya partido de las empresas cartográficas en el mundo y que organismos como las Naciones Unidad y la Organización de los Estados Americanos, por sugerencia de estas empresas cartográficas y por la necesidad de uniformar la nomenclatura de los mapas del mundo, hayan organizado dos conferencias mundiales sobre normalización de los nombres geográficos; la primera, en Ginebra en 1967 y la segunda, en Londres en 1972, y se está preparando la tercera, que habrá de realizarse en Atenas en 1976. Asimismo, en América, se han celebrado tres Conferencias Centroamericanas sobre Normalización de Nombres Geográficos; la primera, en Guatemala (1968), la segunda en Panamá (1970) y la tercera en Costa Rica (1974), y una Sudamericana en Brasilia (1973).

B. *Origen de los topónimos venezolanos*

El territorio venezolano fue ocupado por diferentes parcialidades indígenas antes del descubrimiento, muchos de los cuales aún subsisten en la periferia de nuestra nación. La primera oleada de poblamiento fue la de grupos lingüísticamente *independientes*, que penetraron por el Amazonas fundamentalmente; posteriormente, incursionaron en el territorio grupos *arawacos*, también por el Amazonas hasta las costas de Falcón; luego grupos *chibchas* por los Andes venezolanos, y finalmente los *caribes* que llegaron a ocupar gran parte del territorio, el cual dominaban al arribo de los grupos hispanos conquistadores.

Consecuencialmente al hecho histórico del descubrimiento, conquista y colonización de Venezuela por parte de los grupos *hispanos* y debido a la necesidad de mano de obra para la producción agrícola y minera, las españoles se vieron en el requerimiento de traer al país a grupos de *negros esclavos*, quienes conjuntamente con los anteriores, nos legaron además topónimos africanos, localizables en algunas regiones del país.

Este proceso constituye el basamento histórico del origen de la toponimia venezolana: la indígena, la hispana y la africana, que son los pilares lingüísticos fundamentales para el estudio y la sistematización de los nombres geográficos nacionales; aunque es importante señalar también la presencia significativa en el archipiélago Los Roques de topónimos ingleses y holandeses, un tanto deformados por el uso local, que son producto de la ocupación de bucaneros y piratas de esas procedencias en dicho archipiélago durante los siglos XVI y XVII.

C. *Organismos encargados de los estudios toponímicos*

Los trabajos sistemáticos sobre toponimia en nuestro país se inician a partir de la Primera Conferencia de las Naciones Unidas para Uniformar los Nombres Geográficos, celebrada en Ginebra, Suiza, en el año de 1967. Este evento incorpora no sólo a Venezuela, sino a muchos países de América y del mundo a la realización de tales actividades. En este sentido, ese mismo año, se crea la Sección de Nombres Geográficos, dependiente de la Dirección de Cartografía Nacional, bajo cuya responsabilidad estaría el análisis de la toponimia a los fines cartográficos, la elaboración del Diccionario Geográ-

fico de Venezuela, Gacetillas de Nombres Geográficos y la realización de investigaciones toponímicas en el país.

Asimismo en la Tercera Reunión Regional Centroamericana sobre Normalización de Nombres Geográficos, celebrada en San José de Costa Rica en 1974, recogiendo la inquietud señalada en la resolución anterior; en virtud de que, en los países donde se han nombrado las respectivas Autoridades Nacionales, se ha notado un mayor impulso en los estudios sobre toponimia; se aprobó otra resolución (la No. 7), en la cual se sugiere a "los gobiernos en donde en la actualidad no exista la Autoridad Nacional de Nombres Geográficos, la creación de este organismo" y que se encargue ". . . A los Institutos Geográficos respectivos, por la índole de los trabajos y estudios que realizan, la tarea de organizar y poner en marcha dicha Comisión".

En este sentido se preparó en el año de 1975, un anteproyecto de decreto donde se designan las Autoridades Nacionales, cuyas funciones están inspiradas en los acuerdos internacionales. En ese anteproyecto se prevé que tal organismo asesor del Estado, en lo relativo a nombres geográficos, esté integrado por personalidades conocedoras de la problemática y miembros honorables de instituciones nacionales que se ocupan de trabajos de esta índole. Se espera que este importante paso de normalización de la toponimia nacional sea cristalizado con la aprobación de tal decreto en un próximo futuro.

Se piensa que a los efectos de llevar a la práctica las labores de las Autoridades Nacionales de Nombres Geográficos, éstas deben apoyarse en un equipo de trabajo. Este equipo de trabajo deberá ser la Sección de Nombres Geográficos, de la Dirección de Cartografía Nacional, organismo que presentará a las Autoridades Nacionales nombradas los resultados de las investigaciones, tanto de campo como de gabinete, que se realicen en torno a los nombres geográficos del país; para, sobre la base de tales investigaciones, oficializar la ortografía de los topónimos nacionales. Las normas y procedimientos de trabajo habrán de ser definidos sobre la base de los acuerdos internacionales, ajustados, por supuesto, a nuestra realidad nacional.

D. *Aspectos legales*

A través de la Sección de Nombres Geográficos y con objeto de proveer al país de un instrumento jurídico que le permitiera controlar legalmente la anarquía imperante en cuanto a la toponimia nacional, se decidió elaborar una Ley de Nombres Geográficos. La preparación del anteproyecto de ley se hizo en 1969, y en 1970 se presentó con carácter de documento de trabajo en la Segunda Conferencia Regional Centroamericana sobre Normalización de Nombres Geográficos celebrada en Panamá, donde los representantes de los países asistentes elogiaron la iniciativa de Venezuela en tal sentido. El articulado de ese anteproyecto es el siguiente:

"ANTEPROYECTO DE LEY DE NOMBRES GEOGRÁFICOS DE VENEZUELA

"*Capítulo I*

"*Disposiciones Generales*

"*Artículo 1.* A los efectos de esta Ley, todos los nombres propios destinados a distinguir centros poblados de cualquier magnitud, plazas, calles, avenidas, zonas residenciales y demás partes integrantes de dichos centros y accidentes geográficos propiamente dichos, de cualquier especie, son nombres geográficos.

"*Artículo 2.* Se prohíbe el empleo de voces extranjeras como nombres geográficos. En todo caso, se procurará que los nombres geográficos de origen indígena conserven su fonética original.

"*Artículo 3.* Los nombres geográficos históricos se escribirán con la misma ortografía que tradicionalmente han tenido. Los que ahora se incorporen, se escribirán con la ortografía actual.

"*Artículo 4.* Cuando los nombres geográficos se escriban con todas las letras mayúsculas, a las letras que lleven acento u otro símbolo ortográfico, se les marcará para su perfecta pronunciación. Esto se cumplirá en mapas, cartas carteles, avisos o en cualquier sitio donde aparezcan nombres geográficos.

"*Artículo 5.* Si existe alguna duda sobre un nombre geográfico, aun cuando ésta sea de cualquier índole, se hará una investigación exhaustiva de su naturaleza para establecer su definitiva acepción.

"*Artículo 6.* Se prohíbe terminantemente el uso de palabras obscenas para nombres geográficos, o que por su naturaleza se presten a suspicacias o sean lesivas a terceros. Los que ya estén asentados se sustituirán por otros, siempre y cuando lo exija la mayoría absoluta de los pobladores del lugar.

"*Artículo 7.* Fuera de lo previsto en el artículo anterior, se prohíbe el cambio de nombres geográficos y el de nomenclaturas urbanas ya existentes.

"*Artículo 8.* Si ya existe un nombre geográfico dentro de un municipio, no se podrá utilizar uno similar en la misma región. Los nombres geográficos iguales y ya existentes dentro de los linderos indicados, se individualizarán sin que se pierda la naturaleza del nombre original.

"*Artículo 9.* Cuando se utilice para nombres geográficos el de personas naturales, se requiere:

"*a*) El transcurso de quince años contados a partir de la fecha del fallecimiento de la persona de que se trata;

"*b*) Un pronunciamiento favorable el cual sólo se emitirá en atención a los méritos de dicha persona y, en especial, de los obtenidos en virtud de servicios prestados a la colectividad.

"*Artículo 10.* En cada una de las entradas de una población, sea cual fuere su tamaño, el número de sus habitantes o categoría, las autoridades municipales colocarán un aviso con el nombre de la localidad. El aviso debe tener un tamaño y ubicación tal que sea perfectamente visible.

"*Artículo 11.* Una vez fijado un nombre geográfico o una nomenclatura urbana, se participará a la Dirección de Cartografía Nacional para su inclusión en los mapas o cartas correspondientes.

"*Artículo 12.* Los urbanizadores se dirigirán al Archivo del 'Registro Nacional de Nombres Geográficos', para obtener el permiso de los nombres a emplear.

"*Artículo 13.* Los nombres geográficos y la nomenclatura urbana que se hayan enviado a la Dirección de

Cartografía Nacional para su registro, ya no se podrán sustituir por otros, salvo casos especiales y de conformidad con esa Ley.

"Capítulo II

"De las Autoridades Competentes

"Artículo 14. Las autoridades municipales quedan obligadas a velar por que los nombres geográficos sean escritos correctamente por entidades públicas o particulares de cualquier índole.

"Artículo 15. La reglamentación de los nombres a que se refiere al artículo anterior, así como también de su cumplimiento, queda a cargo de las autoridades municipales.

"Capítulo III

"De las cartas y mapas en general

"Artículo 16. Las investigaciones en el terreno y la oficina deben ser completas como se pueda, a fin de informar sobre:

"*a*) La forma escrita y oral de cada nombre, según los habitantes y, de ser posible, su significado a los fines de determinar su etimología;

"*b*) Que se determine con la mayor exactitud posible las características, la extensión y la ubicación de cada uno de los accidentes topográficos;

"*c*) Que se defina claramente el sentido de términos geográficos empleados en el país;

"*d*) Que la determinación de un topónimo proceda, por lo menos, de dos fuentes distintas;

"*e*) Que accidentes topográficos de iguales características lleven iguales términos geográficos.

"Artículo 17. Los nombres geográficos, una vez que aparezcan publicados en mapas o cartas elaboradas por la Dirección de Cartografía Nacional, se consideran como nombres oficiales. En todo caso, la última publicación tendrá prevalencia sobre la anterior.

"Capítulo IV

"Del Registro de los Nombres Geográficos

"Artículo 18. En la capital de la República y con sede en la Dirección de Cartografía Nacional, se creará un 'Registro Nacional de Nombres Geográficos'. Este Registro será el depositario de todos los topónimos de la Nación y tendrá carácter público.

"Artículo 19. Los registros de nombres geográficos se harán por duplicado y se conservarán en edificios separados.

"Artículo 20. El Archivo Nacional de Nombres Geográficos tendrá a su cargo el estudio de toda la materia referente a la mejor investigación y conservación de los nombres geográficos en escala nacional.

"Artículo 21. La organización del Archivo Nacional de Nombres Geográficos, el personal competente y el material se proveerá por órgano del Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Cartografía Nacional.

"Artículo 22. El Archivo Nacional de Nombres Geográficos queda autorizado para requerir de las entidades nacionales, estatales, municipales y particulares en general las aportaciones tecnicocientíficas en las investigaciones de la materia.

"Artículo 23. El Archivo Nacional de Nombres Geográficos queda facultado para designar al Comité Consultivo de Nombres Geográficos entre personas de alto nivel cultural, o integrantes de prestigiosas instituciones del país relacionadas con problemas de esta índole. El Comité Consultivo prestará su asesoramiento *ad honorem*.

"Artículo 24. El que de alguna manera contraviniere las disposiciones de la presente Ley será penado con multa de mil a cinco mil bolívares, según el caso, que se impondrá por órgano del Ministerio de Obras Públicas."

Se espera que este Anteproyecto de Ley de Nombres Geográficos sea aprobado por el Soberano Congreso Nacional, ya que es imperiosa la necesidad de proporcionar al país un instrumento legal que permita controlar la actual anarquía imperante en cuanto a la Nomenclatura Geográfica Nacional.

E. *Investigaciones y trabajos actuales*

De conformidad con los acuerdos internacionales y en virtud de las necesidades nacionales de normalización, estudio y sistematización de los nombres geográficos en Venezuela, se adelantan algunos trabajos e investigaciones en torno a esta problemática, tales como:

1. *Gacetillas de nombres geográficos*

El Programa de las Gacetillas de Nombres Geográficos se inicia en Venezuela para el año de 1967, inspirado en la resolución No. 3 de la Primera Conferencia de las Naciones Unidas para Normalizar los Nombres Geográficos, celebrada en Ginebra ese mismo año.

Estas gacetillas están dirigidas a registrar en forma mecánica datos toponímicos referentes, en primer lugar, al nombre y tipo de accidente y, en segundo lugar, sus coordenadas geográficas, su ubicación y la fuente cartográfica donde se ha obtenido el dato.

Esta información registrada en forma mecánica permite tener un Banco de Datos Toponímicos, donde a través del computador es posible obtener en forma rápida un listado de las islas que existen en Venezuela, por ejemplo, o bien las haciendas y fincas que se encuentran en una determinada entidad política, como también cuántos ríos existen en el país, y así una serie de datos cruzados que permiten tener una imagen ágil y global de nuestra realidad geográfica.

Este Programa es sumamente importante en el tratamiento sistemático de la toponimia nacional, ya que es, además de un inventario básico de nuestra geografía, un punto de partida para la elaboración del Diccionario Geográfico de Venezuela y para los análisis de etimologías de los nombres geográficos nacionales.

La primera entrega de la Gacetilla de Nombres Geográficos de Venezuela apareció en el año de 1969, con un total de 3.368 topónimos de la Región Centro-Norte del país. La segunda se publica en 1970 con la toponimia correspondiente al Distrito Federal y los Estados: Aragua, Miranda y Nueva Esparta. En 1972 aparece el tercer número de la Gacetilla con

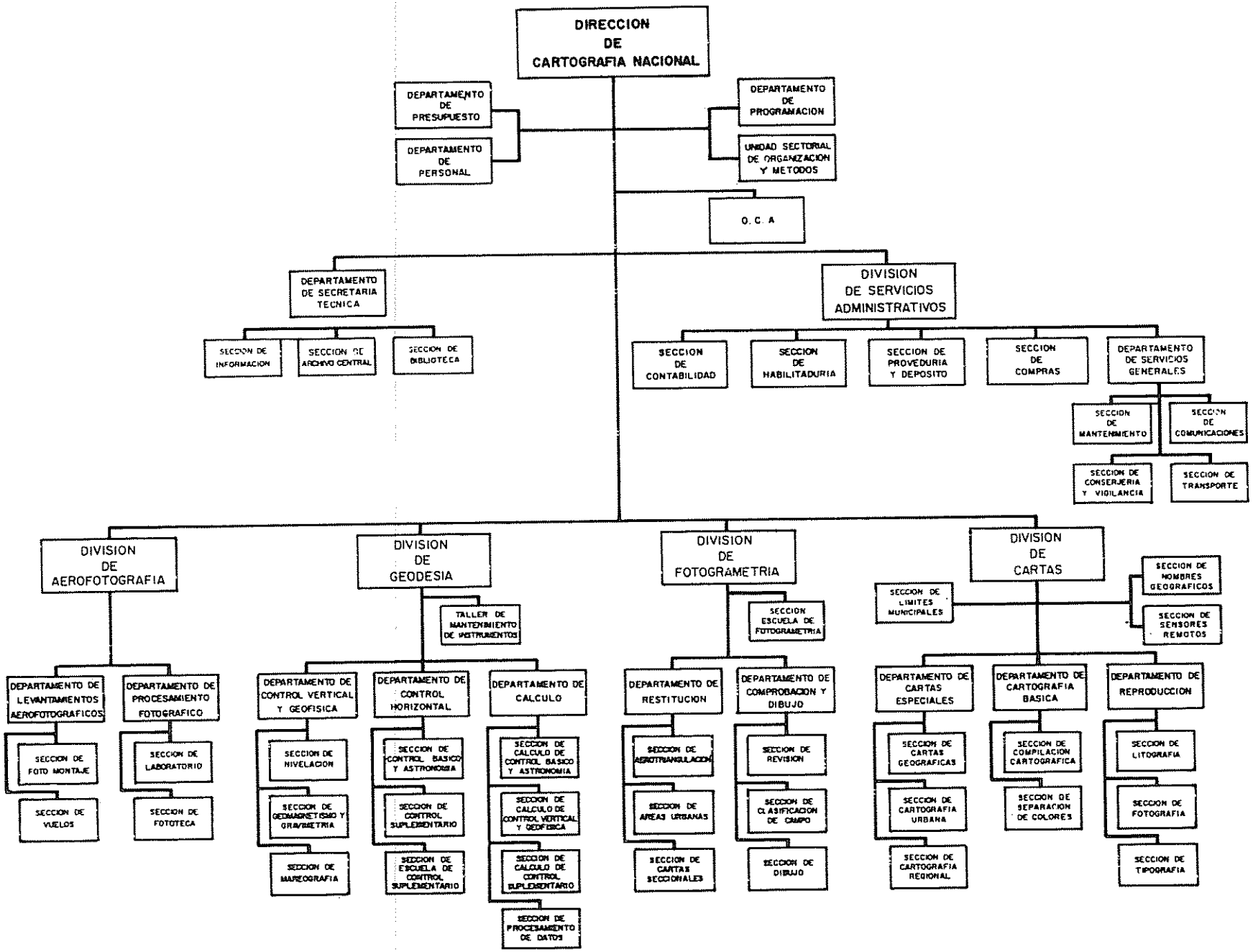


Figura 47. Venezuela: estructura de la Dirección de Cartografía Nacional

un total de 11.704 topónimos y para el año de 1974 se publica nuevamente con un total de 16.520 topónimos.

Hasta el presente se han procesado 6.777 nombres geográficos más, que hacen un gran total de 23.297 topónimos que corresponden sólo a un 30% aproximadamente del territorio nacional; lo que pone de manifiesto la inmensidad del trabajo que ha de realizarse.

El Programa de las Gacetillas, como se puede observar, es un paso firme hacia la sistematización de los estudios toponímicos en Venezuela y, una vez concluido, será el primer inventario exhaustivo de los Nombres Geográficos de Venezuela.

2. *El Diccionario Geográfico de Venezuela*

La idea de elaborar el Diccionario Geográfico de Venezuela surge por motivación del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), recogiendo la inquietud de las Reuniones sobre Normalización de Nombres Geográficos y fundamentalmente por el interés que tiene la Dirección de Cartografía Nacional en proporcionar al país un trabajo toponímico cónsono con el desarrollo de las labores que, sobre nombres geográficos, se adelantan en América y en el mundo.

La Resolución No. XXXIII de la XX Reunión del Consejo Directivo del IPGH, celebrada en México en 1966, señala al respecto que es necesario que los diferentes países elaboren sus propios diccionarios para poder realizar un trabajo más amplio que se denominará *Diccionario de Nombres Geográficos Aborígenes de las Américas*. Este trabajo se basará precisamente en los aportes de estos diccionarios geográficos nacionales.

En este sentido en Venezuela se ha preparado un programa tendiente a realizar tal cometido, a fin de participar activamente en ese movimiento internacional y de proporcionarle a los investigadores nacionales una fuente de consulta básica para los análisis de nuestra realidad geohistórica. Al efecto se han elaborado unas fichas especiales donde se recopilarán una serie de datos fundamentales para la investigación toponímica y la redacción de las diferentes descripciones geográficas, históricas y etimológicas. El programa contempla el registro de topónimos, tanto de centros poblados, como de accidentes hidrográficos y orográficos, sobre la base de las cartas editadas por la Dirección de Cartografía Nacional, trabajos de campo e investigaciones bibliográficas.

3. *La toponimia en Venezuela*

Se trata de un amplio trabajo conceptual sobre la toponimia, primero en su género en el país. Está dirigido fundamentalmente a crear en Venezuela la motivación necesaria sobre esta disciplina y abrir nuevos derroteros en la investigación científica nacional.

Está dividido en tres capítulos: En el *primero*, sobre Aspectos Generales, se abordan temas referentes a definiciones toponímicas y su importancia, y se presenta una proposición sobre taxonomía de los topónimos. En el *segundo*, dirigido a los Aspectos Metodológicos, se plantean algunas consideraciones en cuanto a la obtención y tratamiento de topónimos, tanto en el gabinete como en el campo; y en el *tercero*, que es el fondo de la tesis, se presenta un *Panorama Histórico de la Toponimia en Venezuela*; en este sentido se hacen algunas consideraciones generales acerca del poblamiento de nuestro territorio sobre la base de evidencias lingüísticas, arqueológicas y toponímicas; asimismo, se abordan temas sobre el origen de los topónimos venezolanos, los precursores de la toponimia en el país como fuente para el estudio de esta disciplina; luego se hace un análisis de los estudios toponímicos en Venezuela a partir de la celebración de los eventos mundiales y americanos sobre normalización de nombres geográficos.

4. *Toponimia de la Guajira Venezolana*

Se trata de un estudio piloto para el tratamiento de la toponimia en zonas donde habitan actualmente grupos indígenas. Se piensa que este trabajo sirva de modelo para realizar otros en las distintas regiones habitadas por grupos aborígenes. Se publicó para el año de 1971 con características de un Diccionario de Nombres Geográficos de esa región, y actualmente se realizan los correspondientes análisis toponímicos a fin de establecer capas de poblamientos y movimientos migratorios. En este sentido se han efectuado recientes trabajos de campo y se han obtenido nuevos datos de la región.

5. *La toponimia venezolana en las Crónicas de Indias*

Trabajo dirigido a revisar las Crónicas de Indias, a fin de extraer de ellas los datos de interés para el estudio, análisis, evolución de la toponimia venezolana en esas fuentes históricas y compararlas con la nomenclatura geográfica actual. Asimismo se extractarán de esas crónicas los datos geohistóricos y etimológicos si los hubiere, y se presentará en forma ordenada un listado de nombres geográficos y su respectiva fuente, a fin de facilitar la búsqueda de datos e información a los investigadores sobre el tema.

Cada topónimo llevará su referencia geográfica actual (coordenadas), su ubicación política, fuentes de la información y otros datos que se juzgue de interés, asimismo una relación cronológica de las variantes ortográficas de los nombres geográficos a través de las diferentes narraciones de Indias.

6. *Los topónimos en la cartografía histórica de Venezuela*

Se trata de un trabajo, si se quiere, complemento del anterior, pero está dirigido a revisar la nomenclatura de todas las cartas producidas sobre el país, desde la conquista hasta la creación de la Cartografía Nacional en 1935.

Se presentará el nombre actual de los accidentes, su ubicación geográfica y política y luego la variación del nombre en los distintos mapas, haciendo referencia al año de edición, autor y otros datos importantes del mapa, si los hubiere, donde se obtuvo la información. Este trabajo permitirá observar la dinámica de la ortografía y cambios en los topónimos venezolanos y será una valiosa ayuda para investigaciones posteriores sobre el tema.

Anexo

CÓMO OBTENER NUESTRAS PUBLICACIONES

1. Llenar la hoja de solicitud.
2. Enviar la solicitud a:

   Cartografía Nacional M O P
   Edificio Camejo, 1er piso, Oficina No. 103
   Esquina de Camejo
   Caracas, 101, Venezuela.

3. Una vez recibidas las publicaciones solicitadas, se elabora un cheque a nombre de Cartografía Nacional M.O.P. (puede emitirse en dólares o en bolívares) y se envía a la dirección mencionada en el punto 2.

SOLICITUD

Favor enviar las siguientes publicaciones:

A CARTOGRAFÍA

Mapa ( ) Carta ( ) Mapa formato atlas ( )

No. de copias *Nombre* *Número Escala* *Fecha de edición*

B AEROFOTOGRAFÍA

Par Estéreo ( ) Ampliación ( ) Fotoíndice ( ) Fotocroquis ( )

No. de copias *No. de misión* *Fecha de vuelo* *Hoja* *Escala*

C SENSORES REMOTOS ( ) Copia de contacto ( ) Ampliación ( ) Película ( ) Papel

Imágenes de satélites ( ) Banda ( ) Composición a color ( ) Mosaico

Imágenes de radar: ( ) Mosaico ( ) Imagen simple ( ) Vegetación ( ) Hidrología ( ) Suelos

No. de copias *Hoja No.* *Escala*

D OTRAS PUBLICACIONES

A: Nombre . . . . . .

(Favor en letra de imprenta)

Dirección . . . . . .

Ciudad . . . . . Estado . . . . . Zona postal . . . . .

HOW TO OBTAIN OUR PUBLICATIONS

1. Fill the order form.

2 Send the order form to:

Cartografía Nacional M.O.P.
Edificio Camejo, 1er piso, Oficina No. 103
Esquina de Camejo
Caracas, 101, Venezuela.

3. Once you have received the publications, please make a cheque out to Cartografía Nacional M.O.P. (it can be made in US dollars or in Venezuelan currency) and send it to the same address mentioned in 2.

ORDER FORM

Please send the following publications:

A CARTOGRAPHY

Map ( ) Chart ( ) Map in atlas format ( )

No. of copies *Name* *Number* *Scale* *Edition date*

B AERIAL PHOTOGRAPHY

Stereo-Pair ( ) Enlargement ( ) Photo-Index ( ) Photo-Mosaic ( )

No. of copies *Flight No.* *Flight date* *Sheet No.* *Scale*

C REMOTE SENSORS

Satellite images: ( ) Band ( ) Color composite ( ) Mosaic

Radar images: ( ) Mosaic ( ) Plane image ( ) Vegetation ( ) Hydrology ( ) Soils ( ) Contact copy ( ) Enlargement ( ) Film ( ) Paper

No. of copies *Sheet No.* *Scale*

D OTHER PUBLICATIONS

To: Name . . . . . .

(Please use block letters)

Address . . . . . .

City . . . . . State . . . . . Zip code . . . . .

AGENDA ITEM 7

The importance of gravity in the establishment and maintenance of vertical-control networks*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

Les canevas géodésiques altimétriques de haute précision sont établis par nivellement géométrique. Etant donné que les appareils sont mis en station selon la verticale locale, les données de nivellement sont fonction de la gravité. En raison du prix très faible et de la grande précision des mesures de gravité relative, la réduction des données ne soulève pas de grandes difficultés. Ayant défini une surface de référence, les différences de géopotentiel obtenues sont transformées en altitudes. Pour les mesures orthométriques, il existe théoriquement un certain inconvénient du fait que l'on introduit une hypothèse quant à la courbure des surfaces planes et à la densité des roches; on évite cet inconvénient avec les mesures normales.

Etant donné que les hauteurs correspondent à des surfaces planes, celles-ci changeront si les surfaces sont modifiées par des déplacements de masse à l'intérieur de la Terre. On peut surveiller l'effet de ces déplacements à la surface du sol en procédant à un nouveau nivellement et en effectuant des mesures répétées de la gravité. Si l'on établit un certain modèle (élastique) de la Terre, de nouvelles mesures de la gravité permettront d'obtenir les déplacements relatifs de la surface, qui pourrait alors être comparés aux résultats obtenus lors des nouveaux nivellements. Si le modèle élastique est exact, les déplacements absolus dans l'espace peuvent être calculés en combinant de nouveaux nivellements avec plusieurs mesures de la gravité. Dans ce domaine de l'analyse combinée, qui joue un rôle important à la fois pour la mise à jour des réseaux de contrôle altimétrique et pour les recherches géodynamiques, de nombreux problèmes se posent encore.

Le document résume les principaux faits et problèmes du rapport complexe nivellement-gravité et il les étudie de façon systématique. L'accent est mis particulièrement sur les modèles fonctionnels et les questions de précision.

RESUMEN

Las redes de control vertical de alta precisión se establecen por nivelación geométrica. A medida que el nivel de cada estación se orienta hacia la vertical local, los resultados de la nivelación dependen de la gravedad. Debido a la gran economía y exactitud de las mediciones de la gravedad relativa, la reducción de los datos de nivelación no únicos a diferencias de geopotencial única no plantea problemas graves. Habiendo definido una superficie de altura básica, las diferencias se transforman en alturas. A las alturas ortométricas, ocurre la desventaja teórica de que se pueden introducir algunas hipótesis sobre la curvatura de las superficies horizontales y la densidad de las rocas; esta desventaja se evita a alturas normales.

Puesto que las alturas se refieren a superficies horizontales, cambiarán si estas superficies son modificadas por desplazamientos de masas dentro de la tierra. El efecto de estos desplazamientos sobre la superficie de la tierra puede observarse mediante la renivelación y mediante mediciones repetidas de la gravedad. Suponiendo un modelo de la Tierra (elástico), las observaciones repetidas de la gravedad permiten determinar los desplazamientos relativos de la superficie que pueden compararse con los resultados de la renivelación. Si el modelo elástico es correcto, pueden calcularse los desplazamientos absolutos en el espacio a partir de la combinación de nivelaciones repetidas y también mediciones de la gravedad. En esta esfera del análisis combinado, que es importante para el mantenimiento de redes de control vertical y para las investigaciones geodinámicas, quedan aún muchos problemas por resolver.

En este documento se resumen y examinan de una manera sistemática los datos y problemas principales del complejo "nivelación y gravedad". Se hace especial hincapié en los modelos funcionales y en la exactitud.

INTRODUCTION

For the establishment of vertical-control networks of high precision, only the geometric-levelling method is employed. Because the sights are short, the influence of atmospheric refraction is significantly reduced with this method, so that an accuracy of between roughly 0.3 and 1.0 mm per $\sqrt{\text{km}}$ can be achieved. At each station, the level is oriented to the local vertical (tangent to the plumb-line); thus levelling results depend on gravity. As the heights derived from levelling refer to level surfaces, they will change if mass displacements occur. This effect will in turn influence the investigation of vertical crustal movements. The effect can be monitored by repeated gravity measurements, and these, on the other hand, may contribute to the detection of vertical movements.

* The original text of this paper, prepared by Wolfgang Torge, Institute of Theoretical Geodesy, Technical University, Hannover, appeared as document E/CONF.67/L.51

Although these circumstances are well-known, we think it worthwhile to summarize the main facts of the "levelling-and-gravity" complex and to discuss the relations among them in a systematic manner. These relations have an importance that goes beyond their use in the establishment and maintenance of the high-precision vertical-control networks that serve as a basis for all surveying, cartographic and engineering projects; they also are important in the study of regional height variations, which are an important problem in geodynamic research.

Gravity reduction of levelling results

From the rod readings at one station, geometric levelling gives the quasi-differential height difference $\delta n \simeq dn$ of the level surfaces passing through the rod stations. For a more detailed representation see, among others, Heiskanen and Moritz (1967, pp. 160 ff.) and Torge (1975, pp. 132ff.) [1] Because of the non-parallelism of the level surfaces $W = \text{const.}$ (in which W = gravity geopotential), the integral of the value dn between two stations P_1, P_2 depends on the levelling line. In a closed circuit, we obtain a theoretical line-dependent misclosure:

$$\Delta n_{12} = \int_1^2 dn \approx \sum_1^2 \delta n \,, \quad \oint dn \neq 0 \,. \tag{1}$$

In other words, the differential dn is an imperfect one, not derivable from a position function. It is transformed into the perfect differential dW by gravity, g:

$$dW = -g\, dn \,. \tag{2}$$

The geopotential difference ΔW is independent of the path of levelling:

$$\Delta W_{12} = W_2 - W_1 = \int_1^2 dW = -\int_1^2 g\, dn \approx -\sum_1^2 g\, \delta n; \quad \oint dW = 0 \,. \tag{3}$$

A thorough investigation of the nonintegrability of the local astronomic co-ordinate system has been given recently by Grafarend (1975).

Thus, surface gravity has entered into the levelling results, transforming them into unique potential differences. Practical evaluation of equation (3) is done by calculating δn by sections, multiplying each by an average gravity value g_S over his section S:

$$\Delta W_{12} = -\sum_1^2 \left(g_S \sum_S \delta n\right) . \tag{4}$$

Because g_S is estimated from measured point values by an interpolation, observation errors and interpolation errors inevitably occur. In order to obtain a relative height accuracy of 10^{-6} ($\hat{=}$ 0.1 mm/100 m), g_S must be determined to within ± 1 mGal. This can be accomplished by proper spacing of the gravity stations, giving special consideration to gravity nonlinearities along the levelling line (height and azimuth variations and gravity anomalies). Generally, an average point distance of 15 to 25 km in flat country and 5 to 10 km in hilly country will fulfil this requirement (Ramsayer, 1963); point observation errors of $\pm$ 0.1 mGal are harmless.

Transformation of geopotential differences to height systems

The geopotential differences (or the height differences derived from them) are referred to a height datum surface, the geoid or the quasi-geoid. One or more points on this surface is approximated ($\pm$ 1 to 2 m) by marigraph registrations. The surface is then represented by the height of the fundamental station and finally, by the adjusted heights of all bench-marks. The geoid as a level surface shall coincide with mean sea level (MSL), although deviations are known of 1 to 2 m between MSL and a level surface (e.g., Mather, 1973).

Three different height systems are used in geodesy. The *geopotential number*, C, is the geopotential difference (equation 3) referred to the geoid:

$$C = W_o - W_p = -\int_{P_o}^{P} dW = \int_{P_o}^{P} g\, dn \approx \sum_{P_o}^{P} g\, \delta n \,. \tag{5}$$

C can be determined from the surface quantities δn and g without any hypothesis. Transformation to metric values is carried out by dividing C by a gravity value.

Orthometric height, H, is the distance of the surface point from the geoid, measured along the plumb line:

$$H = \frac{C}{\bar{g}}, \quad \bar{g} = \frac{1}{H}\int_o^H g\, dH \,. \tag{6}$$

The mean gravity along the plumb line, $\bar{g}$, can be estimated only if assumptions are made about the distribution of the topographic masses. A gravity value in the earth's interior, g', (at height H') can be derived from the surface value by downward continuation:

$$g' = g - \int_H^{H} \frac{\partial g}{\partial H}\, dH \,. \tag{7}$$

The vertical gravity gradient $\partial g / \partial H$ depends on two quantities that we cannot measure: the principal cur-

[1] Citations in parentheses refer to the reference list appended to the present paper.

vatures of the level surface (proportional to W_{xx} and W_{yy}) and the rock density δ:

$$\frac{\partial g}{\partial H} W_{xx} + W_{yy} + 4\pi G\varrho - 2\omega^2 , \qquad (8)$$

where G is the gravitational constant and ω is the angular velocity of the earth's rotation. The Helmert height hypothesis, the one most widely used, introduces the curvature of the ellipsoid (U_{xx}, U_{yy}) and a constant rock density, e.g. 2.67 g/cm³. The model may be refined by introducing variable densities and taking the terrain correction into account (giving Niethammer heights). For a relative height accuracy of 10^{-6}, we again have to determine $\bar{g}$ to within $\pm$ 1 mGal. Introducing equation (8) into equation (7) and equation (7) into equation (6), and carrying out the integrations, we get

$$\bar{g} = g + \left(\frac{1}{2}(U_{xx} + U_{yy}) + 2\pi G\varrho - \omega^2\right) H . \qquad (9)$$

In order to obtain 1-mGal accuracy in $\bar{g}$, mean curvature and density have to be determined with relative accuracies of $\pm$ 6 to 9 per cent (if H = 100 m) and $\pm$ 6 to 9 per cent (if H = 1,000 m). As the real values may deviate from the model values by some 10 per cent, we see that in high mountains the accuracy of the orthometric heights is reduced to centimeter order. This theoretical disadvantage, in connexion with a certain arbitrariness in the selection of the reduction model, has been discussed recently by Wolf (1975b) and Groten (1975).

Normal height, the value recommended by these authors and introduced in the eastern European countries (e.g. Schneider, 1960), has been defined by Molodenski (1958, pp. 148 ff.):

$$H^N = \frac{C}{\bar{\gamma}}, \quad \bar{\gamma} = \frac{1}{H^N}\int_O^{H^N} \gamma \, dH^N . \qquad (10)$$

The value H^N is measured along the curved normal plumb line. The mean normal gravity $\bar{\gamma}$ can be calculated rigorously, so no hypothesis is necessary. In defining H^N, the reference surface "quasi-geoid" is introduced, which is not a level surface. The quasi-geoid coincides with the geoid on the oceans, while on the continents the difference between geoid and quasi-geoid depends on the "mixed" anomaly $\bar{g} - \bar{\gamma}$ and the height:

$$H^N - H = \frac{1}{\bar{\gamma}}(\bar{g} - \bar{\gamma}) H , \qquad (11)$$

reaching the decameter order in plains regions.

Time variations of height systems

The height systems described above will all change in time, for several different reasons:

(*a*) The radial distance between MSL and the earth's gravity center may change either by extension of the earth or by variation of the ocean water masses. This results in a displacement in space of the height datum surface;

(*b*) Geometric displacements of the earth's surface will result, at relevelling, in different levelling differences between control points;

(*c*) Mass displacements in the earth's interior, especially in the crust and upper mantle, will produce elevations and inclinations of the level surfaces that constitute the reference for geometric levelling.

As to (*a*), a possible earth expansion will probably not exceed 0.5 mm/year, while the eustatic variations of the sea level are on the order of 1 mm/year at the present time. The investigation of these variations can be carred out by laser distance measurements to the moon and to artificial satellites, which will reach centimeter accuracy in the near future. Perhaps more promising, the problem can be attacked using high-precision absolute gravity measuring techniques which have reached an accuracy of $\pm$ 1 μGal ($\hat{=}$ 3 mm) under stationary conditions and better than $\pm$ 10 μGal under field conditions (Sakuma, 1975). The use of absolute gravity measurements has been proposed for monitoring global gravity variations and radial variations of surface points (Levallois, 1971).

With regard to (*b*), geometrical height variations may occur without any change of gravity potential. Relevelling results refer then to the same level surfaces as the first levelling, and indicate height variations in space.

More commonly, change will result from the cause described in paragraph (*c*): mass displacements will change the geopotential and shift the level surfaces. The mass displacements will be produced by, for example, movements of the outer core, flow processes in the asthenosphere, slow movements of the lithospheric plates, tectonic activity in orogenesis regions and isostatic adjustments, as well as by more local phenomena, such as subsidence due to groundwater withdrawal. A systematic review, covering geodynamic effects of varying scale and period, has been given recently by Pellinen (1975).

The effects of these time variations on the earth's surface can be monitored by relevelling and by repeated gravity measurements. From relevelling we already have a great deal of information about vertical crustal movements. Thus, in the isostatically adjusted continental regions, recent vertical movements are on the order ± 4 mm/year or less (see, e.g., Boulanger *et al.*, 1971), while in such land-uplift areas as Fennoscandia maximum movements are on the order of 10 mm/year (Kukkamäki, 1975). The same order of elevation can be found in mountainous regions, such as the Transcaucasus. Pre-seismic land upheavals and post-seismic subsidence are especially well-investigated in Japan (Nakagawa and Satomura, 1975).

Mass displacements are indicated by gravity variations. For the short-periodic tidal effects produced by the changing positions of the earth, moon and sun, we know the movement model sufficiently well; the influence on gravity is less than 0.3 mGal, and gravity measurements can be corrected correspondingly with μGal accuracy. Long-periodic and secular non-tidal gravity variations are being investigated in different parts of the world. From observations in the Soviet Union (Boulanger, 1974) and in the United States (Strange, 1975), one may conclude that variations of this type generally do not exceed 10 μGal/year. This is confirmed by repeated observations in the uplift area of Fennoscandia, with a maximum change of 34 μGal/5 years over $\sim$ 800 km (Kiviniemi, 1974), and in northern Iceland over an accreting plate boundary, with a maximum change of between 30 and 40 μGal/5 years over $\sim$ 75 km (Schleusener and Torge, 1971). Greater gravity variations may occur during earthquake activity (Nakagawa and Satomura, 1975).

Crustal movements and relevelling results

How do the time variations mentioned above influence the relevelling results? First of all, we may state that long periodic and secular gravity variations will not influence the levelling reduction (equation 4) or the transformation to orthometric heights (equation 6). So the following relations are valid for any height system, not only for the orthometric heights.

But if geopotential is changing, as indicated by the long-periodic or secular gravity variations, level surfaces will change their positions in space. The levelling results, and the heights derived from them, will then refer to different reference surfaces in the epochs t_0 and t. The first investigator to pay attention to this effect, probably, was Vogler (1873), who clearly stated that geometric levelling alone cannot distinguish between changes in geopotential differences that result from vertical displacements and those that result from disturbances of the plumb line produced by variations in mass densities.

The systematic influence of the tides on the levelling can be calculated (Kukkamäki, 1949). The maximum effect (0.09 mm/km) is reduced in long levelling lines to the order of 0.01 mm/km or less, as these lines are observed over many tidal periods and with changes in the direction of the tidal sources.

The influence on levelling of long-periodic and secular gravity variations has been thoroughly discussed by Biro (1973, 1974 and 1975), whose ideas will be followed here, Pick (1974) and Faitelson *et al.* (1975) have focused their investigations on the influence of gravity variations on different types of geodetic measurements.

The connexion between a gravity change, $\delta g^{\times}$, and the level surface displacement, $\delta r^{\times}$, for a spherical ($r = R$) and rigid earth model is given by the free-air gradient (see, e.g., Torge, 1975, p. 38):

$$\delta r^{x} = \frac{R}{2g}\,\delta g^{x} . \tag{12}$$

For the physical surface of the real earth, assuming, according to Love's theory, that only elastic deformations occur, we can then find the *absolute displacement* (Torge, p. 50):

$$\delta r = h\,\delta r^{x} = h\,\frac{R}{2g}\,\delta g^{x} \tag{13a}$$

where h = Love's number.

Transforming the gravity variation $\delta g^{\times}$ to the "observed" variation δg in the displaced surface point, by the gravimetric factor δ:

$$\delta g = \delta \circ \delta g^{x} ,$$

we get

$$\delta r = \frac{h}{\delta} \circ \frac{R}{2g}\,\delta g . \tag{13b}$$

The *relative displacement*, referring to the reference level surfaces in the epochs t_0 and t, is given by

$$\delta H = H(t) - H(t_0) .$$

Introducing equation (6), and setting

$$\bar{g}(t) = \bar{g}(t_0) = g , \; C(t) - C(t_0) = -\delta W$$

we obtain $$\delta H = -\frac{\delta W}{g} .$$

As the potential change in the surface point can be expressed by the observed gravity change

$$\delta W = \frac{R}{2}\,\delta g ,$$

we finally have

$$\delta H = -\frac{R}{2g}\,\delta g . \qquad (14)$$

From equations (13) and (14), we can determine the *displacement of the reference level surfaces*:

$$\delta \ell = \delta r - \delta H = \frac{R}{2g}\,(1+\frac{h}{\delta})\,\delta g . \qquad (15)$$

Proceeding to the *height difference* between the points P_1 and P_2, we obtain from equations (13), (14) and (15) the absolute displacement

$$\delta r_{12} = \delta r_2 - \delta r_1 = \frac{h}{\delta}\,\frac{R}{2g}\,(\delta g_2 - \delta g_1) , \qquad (16)$$

the relative displacement

$$\delta H_{12} = \delta H_2 - \delta H_1 = -\frac{R}{2g}\,(\delta g_2 - \delta g_1) \qquad (17)$$

and the level-surface displacement

$$\delta \ell_{12} = \delta \ell_2 - \delta \ell_1 = (1+\frac{h}{\delta})\,\frac{R}{2g}\,(\delta g_2 - \delta g_1) . \qquad (18)$$

The relative height variation (equation 17) can thus be determined by repeated levellings:

$$\delta H_{12} = \delta H_2 - \delta H_1 = \Delta H_{12}(t) - \Delta H_{12}(to) \qquad (19a)$$

and by repeated gravity measurements:

$$\delta g_{12} = \delta g_2 - \delta g_1 = \Delta g_{12}(t) - \Delta g_{12}(to) . \qquad (19b)$$

Introducing the global values

$$h = 0.64 , \delta = 1.16$$

and

$$R = 6371 \text{ km} , g = 9.82\ ms^{-2} ,$$

we obtain

$$\delta r_{12} = 1.78\ \delta g_{12} , \ \delta H_{12} = -3.24 \delta g_{12} , \ \delta \ell_{12} = 5.02 \delta g_{12} , \qquad (20)$$

where δg is given in mGal and δr, δH and δl are given in m.

Real crustal movements can be detected from repeated levelling and gravity measurements, as in equation (16), if—and only if—the assumption of the elastic behaviour of the earth is correct. This can be controlled by comparing the relative variations of height differences, obtained by relevelling and repeated gravity measurements. While sufficient agreement has been found, for instance, in some parts of the United States (Strange, 1975) and during seismic crustal movements in Japan, no correlation was detected in Fennoscandia (Kiviniemi, 1974) or in northern Iceland.

Combined levelling and gravity networks

Equations (17) and (19) offer the possibility of investigating relative vertical movements by relevelling and repeated gravity measurements, if the elastic model of the earth is correct. With the accuracy assumptions $\pm$ 1 mm/$\sqrt{\text{km}}$ for the levelling and $\pm$ 0.015 mGal for the gravity difference we find the same accuracy ($\pm$ 0.05 m) for both types of measurement at a distance of 2,500 km. The use of absolute-gravity meters of μGal accuracy will reduce this minimum distance. Thus, gravimetric control points can strengthen relevelling networks (Biro, 1975; Holdahl, 1975a). Gravimetric control of this type might be especially valuable in large continental networks and for the detection of height variations in water areas of large extent. A high-precision gravity network was established for this purpose in the eastern Mediterranean in 1974, by co-operation between the Institute of Theoretical Geodesy, Technical University, Hannover, and the Department of Geodetic Astronomy, University of Thessaloniki (Torge *et al.* 1975).

The functional model for the adjustment of repeated levellings, taking vertical movements into account, has been given by Wolf (1975, p. 28). Different model variations are discussed by Ghitau (1973) and Holdahl (1975b). For a time-dependent height we can write

$$H(t) = H(t_o) + \int_{t_o}^{t} (\frac{dH}{dt})\,dt . \qquad (21)$$

In the simplest case, the elevation velocity may be assumed to be a constant between t_0 and t:

$$c = \frac{H(t) - H(t_o)}{t - t_o} . \qquad (22)$$

The observation equation for the observed (levelled) height difference is then:

$$\Delta H_{12}(t) + v_{\Delta H_{12}}(t) = -H_1(t_o) + H_2(t_o) - c_1(t - t_o) + c_2(t - t_o) . \qquad (23)$$

Reobservations of gravity give condition equations with unknowns. For absolute-gravity measurements in P_1, we obtain, using equation (14),

$$g_1(t)+v_{g_1(t)}-g_1(t_o)-v_{g_1(to)}+ \qquad (24a)$$
$$\frac{2g_1}{R}(t-t_o)\,c_1 = O \ ,$$

and for relative-gravity measurements, equations (17) and (19b) yield

$$\Delta g_{12}(t)+v_{\Delta g_{12}(t)}-\Delta g_{12}(to)-v_{\Delta g_{12}(to)}- \qquad (25a)$$
$$\frac{2g_1}{R}(t-t_o)\,c_1+\frac{2g_2}{R}(t-t_o)\,c_2=O \ .$$

If the assumption of independent "quasi" observations,

$$\delta g_1 = g_1(t)-g_1(t_o) \ , \ \delta g_{12} = \Delta g_{12}(t)-\Delta g_{12}(t_o) \ ,$$

is allowed, we get the observation equations

$$\delta g_1 + v_{\delta g_1} = -\frac{2g_1}{R}(t-t_o)\,c_1 \qquad (24b)$$

and

$$\delta g_{12}+v_{\delta g_{12}} = \frac{2g_1}{R}(t-t_o)\,c_1 - \frac{2g_2}{R}(t-t_o)\,c_2 \ . \qquad (25b)$$

The unknowns H and c have to be determined from equations (23), (24) and (25). The fit of the linear velocity model should be checked by statistical analyses of the residuals. The model can be refined by higher-order polynomials and by extension to a velocity surface, thus smoothing the velocity changes in time and in the survey region (Holdahl, 1975b).

Conclusion

Gravity plays an important role in vertical control networks. Due to the high economy and accuracy of relative-gravity measurements, no severe problems arise from gravity in the establishment of height systems by levelling. If height variations are to be monitored by reobservations of vertical-control networks, repeated high-precision gravity measurements can give additional information. Furthermore, the reobservations of gravity can be used for estimating absolute vertical movements. Some problems in this field, however, are still open or insufficiently solved:

(*a*) The accuracy of gravity measurements should be increased to μGal order;

(*b*) Measurements of local disturbances should also be reduced to μGal order;

(*c*) More data should be collected about gravity variations in time, together with relevelling results;

(*d*) More investigations should be done into the nature of crustal movements, and dynamic models should be developed to explain the observed variations in gravity;

(*e*) Further investigation is also needed into the behaviour of elevation velocities in time and space.

References

Biró, P. (1973) Der Einfluß von zeitlichen Änderungen des Erdschwerefeldes auf die Höhe von Nivellementsfestpunkten. Mitt Inst. f. Theor. Geod. Univ. Bonn, Nr. 12.

Biró, P. (1974) Der Einfluß der Säkularänderung des Erdschwerefeldes auf die nivellierten Höhenunterschiede. Veröff. Zentral-inst. f. Physik der Erde (Potsdam) Nr. 30(2): 315-322.

Biró, P. (1975). Vertical crustal movements and time changes of the gravity field. XVI. Gen. Ass. I.U.G.G., Symp. on Rec. Crust. Mov., Grenoble.

Boulanger, Y., *et al* (1971). Summary map of the recent vertical crustal movements for eastern Europe. XV. Gen. Ass. I.U.G.G.-I.A.G., Moscow.

Boulanger, J.D. (1975). Secular variations of gravity. Bull. d'Inform. Bureau Gravimetrique Internat., No. 36, 63-68.

Faitelson, A.S., A.S. Mironov and M.I. Yurkina (1975). Slow variations of the earth's gravity field and recent crustal movements. XVI. Gen. Ass. I.U.G.G., Symp. on Rec. Crust Mov., Grenoble.

Ghitău, D. (1973) Über den Aufbau eines allgemeinen Modells zur Beschreibung von Landhebungen auf Grund von Wiederholungsnivellements. Zeitschr. f. Verm. wesen 98, 28-36.

Grafarend, E. W. (1975) Three dimensional geodesy I; the holonomity problem. Zeitschr. f. Verm. wesen 100, 269-281.

Groten, E. (1975) Zur Genauigkeit im Südhessischen Teil des Deutschen Haupthöhennetzes. Zeitschr. f. Verm. wesen 100: 431-443.

Heiskanen, W.A. and H. Moritz (1967). Physical Geodesy, San Francisco and London: W. H. Freeman and Co.

Holdahl, S.R. (1975a). Report of the Working Group on Recent Crustal Movements in North America. XVI Gen. Ass. I.U.G.G., Symp. on Rec. Crust. Mov., Grenoble.

Holdahl, S.R. (1975b). Models and strategies for computing vertical crustal movements in the United States. XVI. Gen. Ass. I.U.G.G., Symp. on Rec. Crust Mov., Grenoble.

Kiviniemi, A. (1974) High precision measurements for studying the secular variation in gravity in Finland. Publ. Finn. Geod. Inst. (Helsinki) No. 78.

Kukkamäki, T.J. (1949) Tidal correction of the levelling. Veröff. Finn. Geod. Inst. (Helsinki) 36: 143-152.

Kukkamäki, T.J. (1975). Report 1971-1975 of the Fennoscandian Sub-Commission of the Comm. on Recent Crustal Movements. XVI. Gen. Ass. I.U.G.G.-I.A.G., Grenoble.

Levallois, J.J. (1971) Quelques conséquences géophysiques des nouvelles méthodes de haute précision de mesures absolues de g. Bull. Géod., 111-112.

Mather, R.S. (1973) The influence of sea surface topography on geodetic operations. *In* R.S. Mather, P.V. Angus-Leppan (eds.), Proceed. Symp. on Earth's Gravitational Field and Secular Variations in Position, Sydney, pp. 585-599.

Molodenski, M.S. (1958) Grundbegriffe der geodätischen Gravimetrie. VEB Verlag Technik, Berlin.

Nakagawa, I. and M. Satomura (1975). On precise gravity measurements at stations of small gravity difference. XVI. Gen. Ass. I.U.G.G.-I.A.G., Grenoble.

Pellinen, L P (1975). Studies in the Geodynamics area. Secr Rep Sect V, XVI Gen Ass I U G G -I A G , Grenoble

Pick, M (1974). Recent movements and the variations of the earth's gravity field. Veröff Zentralinst f Physik der Erde (Potsdam). Nr 30 (2): 299-302

Ramsayer, K (1963). Über den zulässigen Abstand der Schwerepunkte bei der Bestimmung geopotentieller Koten im Hochgebirge, Mittelgebirge und Flachland Deutsche Geod Komm , Reihe A, Nr 44, München

Sakuma, A (1975) Report of I A G Special Study Group No 3 18 on Absolute Measurements of Gravity XVI Gen Ass I U G G -I A G , Grenoble

Schleusener, A., and W. Torge (1971) Investigations of secular gravity variations in Iceland Zeitschr f Geophysik 37: 679-701

Schneider, E (1960) Die Normalhöhen in der Praxis Vermessungstechnik 8:90 94

Strange, W E (1975). Monitoring of secular changes of gravity in the United States. XVI Gen Ass I U G G -I A G , Grenoble

Torge, W (1975) Geodäsie. Berlin and New York: De Gruyter

Torge, W , L N. Mavridis, H Drewes and D Arabelos (1975) Establishment of a high precision gravity network in the Eastern Mediterranean XVI Gen Ass I U G G -I A G , Grenoble

Vogler, Chr.A (1873) Über Ziele und Hülfsmittel geometrischer Präcisions-Nivellements Lit -art Anst Th Riedel (München)

Wolf, H (1975a) Ausgleichungsrechnung Bonn: F Dümmler Verlag

Wolf, H (1975b). Über die Einführung von Normalhöhen. Zeitschr f Verm wesen 100: 1-5

Géodésie sur satellite Doppler*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document analyses Doppler observation systems as they have developed over the past 15 years and studies their potential for obtaining geodetic nets which offer assurances of stability, homogeneity and ease of use.

RESUMEN

El documento analiza los métodos Doppler de observación desarrollados desde hace 15 años y estudia las posibilidades que ofrecen para la realización de redes geodésicas que ofrezcan las garantías necesarias de precisión, homogeneidad y facilidad de explotación y uso.

Introduction

La géodésie a, dans ses attributions fondamentales, le rôle de fournir un canevas au sol de points sélectionnés, dont les coordonnées seront adoptées pour établir les documents cartographiques et les banques de données.

Ce canevas doit avoir les qualités essentielles suivantes :

a) Etre unique pour un territoire donné; à la limite, on tend vers un système unique pour le globe entier;

b) Etre aussi homogène que possible, c'est-à-dire pouvoir donner à l'utilisateur, en tout point, une échelle et une orientation satisfaisantes;

c) Etre matérialisé au sol par des repères stables (bornes), d'exploitation facile.

La géodésie traditionnelle, aux portées limitées par les visées optiques entre points au sol, satisfait plus ou moins bien aux trois critères énoncés :

Un réseau classique est difficile à unifier dans un pays donné, à cause de l'étalement des mesures dans le temps;

L'homogénéité est en général excellente;

La matérialisation au sol est facile dans certaines conditions climatiques (pays tempérés ou désertiques), plus précaire dans d'autres. L'exploitation ultérieure et la conservation ne sont pas toujours faciles (notamment pour les points sur des sommets boisés, en climat tropical ou équatorial).

L'introduction en géodésie de cibles évoluant en altitude (avions, satellites) a essentiellement augmenté la portée de chaque opération, permettant directement l'établissement de réseaux à larges mailles selon différentes méthodes :

a) Les méthodes optiques (photographie sur fond d'étoiles, mesures de distances par laser) permettent de réaliser l'unicité à grandes distances, mais pour un nombre faible de points.

b) Les méthodes électromagnétiques (distances, vitesses radiales) sont promises à un grand développement, parce qu'elles permettent des opérations précises et rapides, non tributaires des conditions météorologiques ou topographiques, et généralisables à de vastes territoires.

Nous analysons ici très spécialement les méthodes Doppler sur satellites TRANSIT, telles qu'elles se sont développées depuis 15 ans, et leur possibilité de réaliser des réseaux géodésiques présentant des garanties intéressantes de stabilité, d'homogénéité et d'utilisation facile.

Le principe des méthodes Doppler

Le système de navigation par satellites TRANSIT a été mis au point, en 1961, par la marine américaine. Il se compose essentiellement :

a) De satellites TRANSIT qui sont en fonctionnement sur des orbites polaires, d'altitude moyenne 1 100 kilomètres (durée de rotation : 108 minutes) et de longitudes variées. Chaque satellite émet deux fréquences simultanées et en phase (400 MHz, 150 MHz), dont la régularité est assurée par un oscillateur à quartz embarqué. Actuellement, il y a six satellites utilisables en orbite;

b) De récepteurs au sol qui enregistrent les émissions de ces satellites, calculent en permanence les orbites, et injectent dans chaque satellite, à intervalles de 12 heures, des

* Le texte original de cette communication, préparé par C. Boucher, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF 67/L.8.

positions prédites (avec une précision de l'ordre de 20 mètres) valables pour les 12 heures suivantes. La position des récepteurs au sol a été fixée dans le système géocentrique, si bien que tous les satellites — et les coordonnées terrestres qui en découlent — se trouvent dans le même système de référence;

c) A partir des satellites TRANSIT, émetteurs de fréquences stables et transmettant par ailleurs, par messages complets de deux minutes, leurs coordonnées prédites, des récepteurs isolés sont capables de se positionner à la surface du globe selon le principe suivant :

i) Un récepteur Doppler comporte un oscillateur stable capable de produire une fréquence de 400 MHz voisine de celle du satellite. La combinaison de la fréquence (N) reçue du satellite avec celle du récepteur (R) crée des battements, de fréquence (R - N), qui sont directement fonction de la vitesse relative radiale du satellite par rapport à la station au sol;

ii) La variation de cette fréquence de battements, au cours du passage d'un satellite, combinée aux données fournies par les messages de deux minutes, permet, au sol, de calculer la position de la station;

iii) Cette possibilité a été, en premier lieu, réservée par les Etats-Unis à des stations militaires américaines — notamment à la détermination de bâtiments en mer — à la précision de 50 mètres environ.

L'utilisation des méthodes Doppler en géodésie s'est développée simultanément, notamment en France, où les satellites DIAPASON (DIA) et DIADÈME (DIC, DID, 1967) comportaient des émetteurs de fréquences stables, capables d'être utilisés par des récepteurs appropriés. Cette possibilité, réservée à des stations fixes (laboratoires), s'est étendue depuis 1970 à des stations mobiles, les appareils de réception s'étant considérablement allégés.

La réception, en un point, de plusieurs passages de satellites TRANSIT permet, en quelques jours, d'obtenir une précision absolue de l'ordre de 3-5 mètres, sur la position de ce point.

L'observation fondamentale, dans une station de réception, consiste à compter les battements C dans un intervalle de temps $(t_1 - t_2)$ entre la fréquence fE du satellite, transmise avec un temps de propagation T, et la fréquence propre fR du récepteur:

$$C = fR\,(t_2 - t_1) - fE\,[t_2 - T_2) - (t_1 - T_1)];$$

$$C = \Delta f\,(t_2 - t_1) + \frac{fE}{c}\,(D_2 - D_1)$$

c étant la vitesse de la lumière, D_1 et D_2 les distances optiques de la station au satellite aux temps t_1 et t_2.

Les corrections météorologiques permettent de substituer aux distances optiques les distances géométriques.

On voit apparaître une relation entre le comptage C, la différence $(D_2 - D_1)$ et la différence des fréquences Δf entre récepteur et émetteur. Quand cette différence est connue, cette relation donne comme lieu de la station un hyperboloïde ayant pour foyers les deux positions successives du satellite aux temps t_1 et t_2.

Les temps de comptage $(t_2 - t_1)$, primitivement de l'ordre de deux minutes, ont été ramenés à quelques secondes sur les appareils récents, permettant de réaliser jusqu'à 200 mesures indépendantes par passage : la position de la station est réalisée ainsi par l'intersection de 200 hyperboloïdes.

La variable (Δf) peut être laissée en paramètre libre : la méthode peut alors être rapprochée du procédé de relèvement en triangulation (Δf étant analogue à la constante d'orientation du tour d'horizon).

Une innovation importante a été introduite dès l'utilisation de réceptions simultanées de la même orbite pour deux appareils : la translocation (Etats-Unis et Canada); au bout de quelques jours, la précision relative entre les deux stations au sol devient élevée : de l'ordre de 1 à 2 mètres, quelle que soit la distance (jusqu'à 1 000 km).

Enfin, un traitement mathématique plus précis, par collocation, introduit des paramètres supplémentaires, en particulier pour décrire les arcs de trajectoire au-dessus des stations d'observation mobiles : méthode arc court (*short arc*). Cette méthode peut faire descendre la précision relative en dessous du mètre.

Appareillage de l'Institut géographique national. Méthodes de calcul

L'Institut géographique national dispose de six appareils récepteurs du même type JMR, d'intervalles de comptage 4,6 secondes, déclenchés par les signaux du satellite, donc pratiquement synchrones d'une station à l'autre. L'appareillage est particulièrement facile à transporter (15 kg) et d'une présentation compacte.

Les enregistrements fondamentaux (temps-comptages) sont réalisés sur des cassettes à bandes magnétiques. Ces dernières seront exploitées de la façon suivante :

a) Directement sur un mini-ordinateur (type PDP 8, Wang, HP 2000) pour détermination de la station à partir des enregistrements effectués en cette seule station (de l'ordre d'une centaine en cinq jours) [programme SP3];

b) Transcrites sur bandes IBM, elles sont calculées à l'IGN (sur IBM 370), selon une chaîne de traitement qui comporte notamment :

i) L'analyse du message et l'affinage de la trajectoire;

ii) Le calcul point par point;

iii) Le calcul de l'ensemble des points par méthodes arc court.

La précision espérée sur les coordonnées relatives des stations est de l'ordre du mètre.

Avantages pratiques de la méthode Doppler

Pour établir un canevas géodésique dans un territoire non équipé, la géodésie Doppler est particulièrement efficace parce qu'elle satisfait aux trois critères énoncés ci-dessus. Il convient de souligner ce qui suit :

a) Le système de référence est automatiquement celui de NWL; c'est un système mondial;

b) A cause de la grande sensibilité de la mesure fondamentale, la précision relative de deux points voisins stationnés simultanément, *a fortiori* celle d'un réseau, peut être élevée. On peut raisonnablement estimer que le progrès des méthodes instrumentales et de calcul permettra d'atteindre 1 mètre à 200 kilomètres;

i) Les procédés d'observation et de calcul mis en œuvre à l'IGN sont spécialement axés vers la conservation de cette précision relative;

ii) Dans le cas d'une reprise d'observations, ou de la jonction avec des coordonnées existantes déterminées par Doppler ou par géodésie classique, cette précision relative peut être sauvegardée moyennant de restationner au départ deux ou trois points du réseau déjà connu;

c) Les points de station peuvent être choisis selon un grand éventail de possibilités :

i) Facilité de conservation (bornes);

ii) Identification facile sur photographies aériennes;

iii) Facilité d'exploitation par triangulation classique;

d) La rapidité d'établissement d'un réseau fondamental dans une vaste région — il est théoriquement possible de stationner un point nouveau par jour en utilisant six récepteurs — permet d'atteindre rapidement des coordonnées stables, particulièrement précieuses pour l'exploitation ultérieure (cartographie, banques de données).

Conclusion

La géodésie par méthode Doppler constitue une sorte de méthode de relèvement à trois dimensions sur un réseau géodésique fondamental qui est dans l'espace (l'ensemble des orbitres TRANSIT).

Il convient de souligner la continuité de cette situation avec celle qui est prévue dans un proche avenir (projet GEOLE du CNES) dans laquelle les coordonnées au sol seront déterminées par la combinaison (distance et Doppler) sur un réseau orbital de l'espace, constitué par les trajectoires d'un (ou plusieurs) satellite, lui-même repéré dans un système terrestre de balises fixes, ou dans un avenir plus lointain, après déclassification, avec le système américain NAVSTAR.

D'ores et déjà, l'Applied Physics Laboratory de l'Université John Hopkins perfectionne le système TRANSIT, ce qui ne peut qu'améliorer ses performances, mais de combien ?

Future of satellite geodesy in mapping, charting and geodesy applications*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

L'avenir de la géodésie par satellite s'oriente dans deux directions : le positionnement par satellite et les mesures géophysiques. La géodésie dynamique déterminera l'avenir des travaux de positionnement par satellite. Les applications de le géodésie dynamique spatiale permettront de mesurer avec précision le géoïde des zones océaniques et de mieux définir la forme et le champ gravitationnel de la Terre.

Pour ces travaux de positionnement géodésique par satellite, la Defense Mapping Agency (DMA) utilise actuellement des récepteurs Doppler (stations GEOCEIVER ou TRANET) et les éphémérides de précision des satellites. Des appareils plus nouveaux et de présentation plus compacte, comme le JMR-1 (Doppler Survey Set) et le Magnavox MX 702-3D, sont également à l'essai pour des applications de positionnement géodésique. Les derniers matériels de poursuite Doppler permettent à la fois de capter les éphémérides diffusées par les satellites du Navy Navigation Satellite System (NNSS) et les données d'observation Doppler. Ces systèmes permettent de localiser des positions en réduisant sensiblement le temps d'occupation des stations et l'appui informatique requis, qui peuvent être utilisés en géodésie, pour le contrôle cartographique et pour le raccordement des réseaux géodésiques.

D'ici à 10 ans, un canevas géodésique Doppler aura été mis en place dans la plus grande partie des zones émergées du globe. Ce canevas fournira à la fois de bonnes positions géodésiques et les hauteurs du géoïde aux stations où l'on connaît le niveau moyen de la mer. Les techniques de récep-

RESUMEN

El futuro de la geodesia mediante satélites está orientado en dos direcciones: la localización de puntos en el espacio y las mediciones geofísicas. La geodesia dinámica determinará la evolución futura de la localización en el espacio. Las aplicaciones de la geodesia dinámica mediante satélites permitirá obtener un geoide de dimensiones precisas para las zonas oceánicas y una definición mejor de la forma y el campo de gravedad de la Tierra.

En las operaciones actuales de geodesia mediante satélites del Organismo Cartográfico de Defensa en la esfera de la localización geodésica se utilizan receptores Doppler de satélites (estación geoceiver o TRANET) y la efemérides precisa del satélite. También se están ensayando operacionalmente en aplicaciones relativas a la localización geodésica instrumentos más modernos y compactos, tales como el aparato Doppler de reconocimiento JMR-1 y el Magnavox MX 702-3D. Estos equipos de rastreo Doppler más modernos reciben las efemérides transmitidas por el sistema de satélites de navegación de la Marina (Navy Navigation Satellite System) (NNSS) además de los datos de rastreo Doppler. Tales sistemas proporcionan una capacidad de localización cuyas necesidades de tiempo de ocupación de la estación y de apoyo de computadoras son considerablemente menores y que puede aplicarse a la topografía, al control cartográfico y a las redes de reconocimiento conexas.

En el curso del próximo decenio se dispondrá de posiciones determinadas por el método Doppler para gran parte de la superficie terrestre del mundo. Con ese reconocimiento no sólo se obtendrán posiciones de calidad geodésica, sino también las alturas del geoide en las estaciones en las que se cuente con datos sobre el nivel medio del mar. También se han ideado aplicaciones del receptor Doppler para apoyar

* The original text of this paper, prepared by Larry D. Beers, Lt Col, United States Air Force, and Edward W. Finnegan, Defense Mapping Agency, appeared as document E/CONF.67/L.2.

tion Doppler sont également utilisées dans les travaux hydrographiques. Le NNSS, avec son matériel de poursuite, est indispensable aux techniques actuelles de positionnement Doppler; il doit devenir opérationnel vers le milieu des années 80. La DMA continuera probablement à utiliser les éphémérides de précision et les stations de poursuite TRANET jusqu'à ce que le système mondial de positionnement NAVSTAR devienne entièrement opérationnel (aux environs de 1985).

Les futurs systèmes de positionnement par satellite seront probablement dérivés du système mondial de positionnement (GPS) NAVSTAR. Ce système de radionavigation et de positionnement par satellite fournira des données de haute précision sur la position tridimensionnelle des stations et sur leur vitesse (ainsi qu'une base de temps) aux utilisateurs dotés de l'équipement adéquat se trouvant à la surface ou à proximité. Lorsque le GPS NAVSTAR sera devenu pleinement opérationnel, 24 satellites auront été placés sur des orbites circulaires de 20 000 kilomètres, à inclinaison de 63°. On en est pour le moment à la première phase de développement. En 1977, le programme GPS lancera six satellites autonomes sous-synchrones. Certaines applications pratiques, notamment géodésiques, sont prévues d'ici à 1980. Parallèlement à la mise en place du GPS, la DMA contrôlera, expérimentera et développera son matériel et ses techniques de positionnement par satellite. La précision attendue du GPS, aux fins de son utilisation dynamique, sera meilleure que 10 mètres dans toutes les dimensions. Lorsqu'il sera utilisé à des fins géodésiques, le GPS permettra notamment d'obtenir une grande précision de positionnement géodésique, moyennant des coûts moindres d'appareillage et de fonctionnement.

Le lancement de GEOS-3, en avril 1975, a marqué le début d'un grand programme de mesures par radar de la hauteur satellite/surface de la mer. Le satellite SEASAT-A, qui doit être lancé en 1978, sera équipé d'un altimètre encore plus précis, qui devrait permettre d'accroître à la fois la densité et la précision des mesures de la hauteur du géoïde dans la plupart des zones océaniques. L'objectif final de l'altimétrie par satellite SEASAT est de définir un géoïde océanique global d'une précision de 10 centimètres. Parmi les autres techniques spatiales dynamiques susceptibles d'applications géodésiques, il faut citer la poursuite satellite/satellite, les satellites à traînée nulle et la gradiométrie par satellite.

La DMA envisage d'exploiter au début des années 1980 le système mondial de positionnement NAVSTAR opérationnel, comportant des systèmes de positionnement par satellite (terre, air et mer) capables de répondre aux besoins cartographiques et géodésiques futurs. Dans l'intervalle, la DMA continuera à utiliser les techniques Doppler pour le positionnement géodésique, ainsi que les éphémérides de précision NAVSAT. Puisque la définition du géoïde océanique ne résoudra pas tous les problèmes géophysiques, elle étudiera de nouvelles techniques pour mieux définir les grandeurs géodésiques et géophysiques de base au moyen de la géodésie spatiale.

operaciones de reconocimiento en el mar. Se ha programado que el NNSS, que es necesario para la actual técnica de localización Doppler, y el equipo de rastreo que le da apoyo, sigan funcionando hasta mediados del decenio de 1980. Se prevé que el DMA continuará utilizando las efemérides precisas y la red de apoyo TRANET hasta que el sistema mundial de localización (Global Positioning System) (GPS) NAVSTAR alcance su capacidad operacional total alrededor de 1985.

Los futuros sistemas de localización en el espacio dependerán probablemente del sistema mundial de localización (GPS) NAVSTAR. Este sistema espacial de radionavegación y localización proporcionará información muy exacta en tres dimensiones sobre la posición y la velocidad (así como tiempo en el sistema), a los usuarios debidamente equipados en cualquier parte de la Tierra o cerca de ella. En su configuración operacional completa, el GPS NAVSTAR desplegará 24 vehículos espaciales en órbitas circulares de 20.000 kilómetros, con una inclinación de 63 grados. El GPS NAVSTAR se encuentra en la primera etapa de elaboración. En 1977, el GPS lanzará seis satélites subsincrónicos y autónomos. Se espera que para 1980 haya alcanzado una capacidad operacional parcial, que incluya algunas aplicaciones geodésicas. Paralelamente a la evolución del GPS, el DMA observará, ensayará y determinará sus futuros instrumentos y técnicas de localización desde el espacio. La exactitud prevista del GPS operacional para usuarios dinámicos es superior a 10 metros en todas las dimensiones. Se espera que el GPS NAVSTAR también permita determinar posiciones precisas cuando se utilice en levantamientos geodésicos. Brindará las ventajas de menores costos de instrumentación y funcionamiento.

Con el lanzamiento del GEOS-3, en abril de 1975, se comenzaron a hacer en zonas oceánicas numerosas mediciones altimétricas con radar de las alturas del geoide desde el satélite a la superficie del mar. Se proyecta un altímetro aún más preciso para el satélite SEASAT-A, que se lanzará en 1978. Se espera que con las mediciones altimétricas del SEASAT se aumente la densidad y exactitud de las mediciones de altura del geoide en la mayor parte de la superficie oceánica. El objetivo final de las mediciones altimétricas con el SEASAT es establecer un geoide mundial oceánico con una exactitud de 10 cm. Otras técnicas dinámicas mediante satélites que resultan prometedoras para las aplicaciones geodésicas futuras incluyen el rastreo de satélite a satélite, los satélites sin resistencia al avance y la gradiometría mediante satélites.

El DMA espera explotar la capacidad operacional del sistema mundial de localización NAVSTAR a principios del decenio de 1980 con sistemas de localización espacial (tierra, aire y mar) que permitirán atender las necesidades futuras en materia de cartografía y geodesia. Entre tanto, el DMA seguirá utilizando la geodesia mediante satélites con el método Doppler, en la que la localización geodésica dependerá de las efemérides precisas del NAVSAT. Dado que la definición del geoide océanico no resolverá todos los problemas geofísicos, el DMA procurará desarrollar otras técnicas utilizando la geodesia mediante satélites para definir mejor las magnitudes geodésicas y geofísicas básicas.

Introduction

The future thrust of satellite geodesy in mapping, charting and geodesy applications will be in two directions; first, in spatial positioning (land, air and sea) and second, in geophysical measurements. In the past decade, satellite geodesy activities were classified as dynamic or geometric. Geometric satellite geodesy is now approaching its full exploitation, after having provided data for both local and world-wide satellite triangulation networks. On the other hand, dynamic geodesy, especially that incorporating Doppler satellite techniques, very-long-baseline interferometry and laser ranging, will set the trend for spatial positioning in the future.

One of the continuing goals of geodesy is better to define the shape and gravity field of the earth. A major part of this goal remains unattained, as the shape of the oceans remains undefined. However, geoid heights are currently being determined over ocean areas by satellite techniques. This application of dynamic satellite geodesy will provide a precisely measured geoid for ocean areas and a better definition of the shape and gravity field of the earth.

Doppler survey

Current Defense Mapping Agency (DMA) satellite geodesy operations for geodetic positioning involve the Doppler satellite receiver (Geoceiver or TRANET station) and a precise satellite ephemeris. In this technique, a combination of permanent Tracking Network (TRANET) and four Operational Network (OPNET) stations, deployed world-wide, provides the basic framework of geodetic positions to support precise ephemeris production, polar-motion studies and the subsequent mobile positioning capability of portable Doppler receivers, such as the Geoceiver. Newer and more compact instruments, such as the JMR-1 Doppler Survey Set and the Magnavox MX 702-3D, are also being operationally tested for geodetic positioning applications. These more recent Doppler tracking units receive the Navy Navigation Satellite System (NNSS) broadcast ephemerides in addition to Doppler tracking data. Recent studies include comparisons between geodetic positions derived from the broadcast and those derived from the precise ephemerides. These results, along with comparisons between the broadcast and precise ephemerides, indicate the application of real-time positioning for land surveying, mapping control and relative survey networks. These systems provide a positioning capability with a significantly reduced station occupation time and computer-support requirement.

The relative ease with which geodetic positions have been obtained with existing portable Doppler tracking equipment, along with anticipated improvements in both instrumentation and portability, lead to the conclusion that Doppler-surveyed positions will be available for much of the land area of the world within the next decade. This survey will provide not only positions of geodetic quality, but also geoid heights at those stations where mean sea-level data is available.

Doppler receiver applications have also been derived to support marine survey operations. For most geodetic positioning applications, accuracy requirements dictate the procedures and techniques that can be used. Throughout DMA, large observing programmes, as well as data-processing procedures and techniques, are closely co-ordinated. Equipment maintenance is consolidated at a single location and standardization of Doppler data is being developed. NNSS, which (with its supporting tracking equipment) is necessary to the current Doppler positioning technique, is programmed for operation into the mid-1980s. DMA's continued use of the precise ephemerides and the supporting TRANET is anticipated until a total operational capability is attained by the NAVSTAR Global Positioning System in approximately 1985.

Navstar GPS

Future spatial-positioning systems will probably depend on the NAVSTAR Global Positioning System (GPS). This space-based radionavigation and positioning system will provide highly accurate three-dimensional position and velocity information (as well as system time) to suitably equipped users anywhere on or near the earth. In its complete operational configuration, the NAVSTAR GPS will deploy 24 space vehicles in 20,000-km circular orbits with an inclination of 63 degrees. Nominal space vehicle deployment will be three planes, each containing eight satellites, and separated by 120° of longitude.

The NAVSTAR GPS is in the first phase of development; the aims of this phase are to validate the system concept, identify the preferred system design and define system cost. In 1977, the GPS programme will launch six subsynchronous, autonomous satellites. This satellite constellation will provide a "four-in-view" geometry, for periods of up to three hours a day, over selected test areas. A partial operational capability, including limited geodetic application, is expected by 1980. Parallel with the development of GPS, DMA will monitor, test and establish its future spatial-positioning instrumentation and techniques.

Ephemeris positions of the NAVSTAR satellites will be related to a refined World Geodetic System. As a result, GPS user equipment will derive position and velocity with respect to this earth-centred, earth-fixed system of reference. The expected accuracy of the operational GPS for dynamic users is better than 10 in all dimensions.

The NAVSTAR GPS is expected to have a major impact throughout DMA and the civil navigation, mapping and surveying agencies. One significant impact will be the necessity to convert NAVSTAR GPS derived positions to horizontal and vertical positions that are compatible with the mapping, charting and geodesy (MC and G) products in use at that time. Interface is also required in the aeronautical and nautical information programmes. Although GPS will create these and other demands upon MC and G products produced by DMA, the benefits to be realized are equally significant: the NAVSTAR GPS is expected to provide geodetic position accuracies to meet all user requirements, while offering the advantages of lower instrumentation and operating costs.

Geophysical measurement

Extensive satellite-to-sea-surface radar altimetry measurements of geoid heights in ocean areas began with the launch of GEOS-3 in April 1975. This observing programme effectively represents the technological beginning of an effort to determine the shape of the geoid in ocean areas. The altimetry data is expected to provide geoid height profiles at intervals of about 500 km. An even more precise altimeter is planned for the SEASAT-A satellite, to be launched in 1978. SEASAT altimetry is expected to increase both the density

and accuracy of geoid height measurements over most of the ocean surface. The ultimate goal of SEASAT altimetry is to establish a global oceanic geoid accurate to 10 cm. This data should not only define the shape of the earth in oceanic areas but it should also provide valuable data that can be used in conjunction with land-gravity observations to define the over-all shape and gravity field of the earth. Vertical deflexions may be derived from geoid slope information. Theoretical studies indicate that the potential accuracy in deflexion of the vertical from satellite altimetry data is in the range of 1 to 5 seconds of arc in either component. The lack of either adequate geoid height or surface-gravity observations in oceanic areas has always been one of the limiting factors in gravitational-model development and evaluation.

Other dynamic satellite techniques that have promise for future geodetic applications include satellite-to-satellite tracking, drag-free satellites and satellite gradiometry. The tracking of a low-altitude satellite by a high-altitude satellite provides a means of determining the fine structure of the gravity field. An experiment of this nature is being done this year (1975) using the high synchronous ATS-6 satellite at 35,786 km to track the low-altitude (843 km) GEOS-3 satellite.

The lower a satellite is in orbit, the more sensitive it is to the higher frequencies in the geopotential. However, the satellite is more greatly affected by drag. A solution to this dilemma is a drag-free design, so that the satellite is responsive only to gravitational forces. This technique allows the perturbating effects of non-gravitational forces to be eliminated from future geodetic analysis. This system was used with the TRIAD I satellite, launched in September 1972; the success of TRIAD is most encouraging. A similar objective is sought with the soon-to-be-launched LAGEOS satellite, which will be used for dynamic determination of site locations, polar motion and crustal displacement.

Another proposed method, which also takes advantage of low-altitude orbit, is gradiometry. With this method, a gravity gradiometer carried in a satellite samples the variations of the gravitational field directly. The effect of drag is not important because the gradiometer is insensitive to non-gravitational accelerations. The chief difficulty of this technique is the design and construction of an instrument sufficiently sensitive to acquire useful data. Given such instrumentation, with an integration time of some 35 seconds, five days of data will provide enough data for improvement of a gravitational model of the earth.

SUMMARY

DMA will respond to the development of full operational capability of the NAVSTAR Global Positioning System in the early 1980s with spatial positioning systems (land, air and sea) that will be responsive to future MC and G requirements. In the interim, DMA will continue with Doppler satellite geodesy, with geodetic positioning dependent upon the precise NAVSAT ephemeris. The agency will absorb whatever impact the NAVSTAR Global Positioning System has on its organization, mission and function.

Moreover, since the definition of the ocean geoid will not be the answer to all geophysical problems, additional technology will be pursued by DMA, using satellite geodesy to better define basic geodetic and geophysical quantities.

Methods of data acquisition for the establishment of a multipurpose land-registration system in urban and rural areas, with special emphasis on photogrammetry*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

Les besoins cartographiques sont liés au développement économique. Ce document passe en revue les régions du monde pour lesquelles il faudrait, de toute urgence, établir des cartes, compte tenu de leur densité de population et de leur population urbaine.

Selon ce document, la cartographie doit être considérée comme une phase nécessaire de la mise en place d'un système d'information sur l'environnement permettant de planifier l'utilisation des ressources naturelles et humaines.

La photogrammétrie peut être utilisée avec avantage pour rassembler des données à divers stades; en particulier, l'aérotriangulation analytique permet de déterminer les réseaux géodésiques.

Parmi les diverses méthodes cartographiques, l'orthophotographie a l'avantage considérable de fournir très rapi-

RESUMEN

La demanda de mapas está relacionada con el desarrollo económico. En el informe se pasa revista a las regiones del mundo que requieren mapas con mayor urgencia, según lo indica la densidad de población y la población urbana total de cada región.

Se opina en este trabajo que la cartografía debe considerarse como una fase necesaria del establecimiento de un sistema de información ambiental, indispensable para planificar el empleo que se dará a los recursos naturales y humanos.

Los métodos fotogramétricos pueden ser eficaces para recoger datos en varias etapas; en particular, la triangulación analítica aérea permite el establecimiento de redes de control.

De todos los métodos estándar de cartografía, la ortofotocartografía tiene la gran ventaja de que permite obtener

* The original text of this paper, prepared by Dr. Gottfried Konecny, Professor of Photogrammetry, Technical University, Hannover, appeared as document E/CONF.67/L.63. The full text of this paper has already been published in *World Cartography*, Vol. XIV (United Nations publication, Sales No. E.76.I.13), pp. 97-102.

dement et très économiquement des cartes topographiques; il est de plus possible d'établir des cartes au trait à partir des orthophotographies. La dernière section de ce document analyse les progrès récemment réalisés en la matière. Cette méthode devrait permettre d'obtenir les données plus rapidement, plus sûrement, et à un moindre coût.

mapas topográficos rápida y económicamente; las ortofotografías también permiten deducir posteriormente la información necesaria para el trazado de mapas planimétricos. La sección final del trabajo trata de los nuevos adelantos de la ortofotocartografía que prometen métodos para obtener datos más fidedignos, con más rapidez y a un costo menor.

Photogrammétrie numérique et cartographique automatique Application aux grandes échelles*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document summarizes the programme set up by the Institut géographique national, France, designed to perfect a processing line for the digital data provided by photogrammetric plotters for work on scales varying between 1:1,000 and 1:5,000.

RESUMEN

El documento resume el programa emprendido por el Instituto Geográfico Nacional de Francia para perfeccionar la cadena de elaboración de datos numéricos suministrados por aparatos de reproducción para trabajos en escalas que van de 1:1 000 a 1:5 000.

Menée depuis mars 1974, l'étude entreprise vise à mettre au point une chaîne de traitement des données numériques fournies en sortie d'appareils de restitution photogrammétrique. L'expérimentation a été faite sur des échelles variant du 1/5 000 au 1/1 000.

Objectifs poursuivis

1. Obtenir à partir des données numériques un document graphique d'une qualité suffisante pour se substituer tant pour la forme que pour le prix de revient et les délais d'exécution aux *Documents techniques provisoires*'' publiés par l'Institut géographique national (IGN).

2. Développer des programmes de symbolisations élaborés permettant d'obtenir des documents cartographiques dans une facture aussi proche que possible des productions régulières de l'IGN.

3. Constituer à terme un fichier planimétrique et altimétrique susceptible de sorties graphiques dans des critères définis par les utilisateurs quant au choix de l'échelle, du découpage, du système de représentation plane, de la symbolisation, des thèmes à représenter, etc.

Schéma de la chaîne

1. Restitution sur stéréo-restituteur avec dispositif d'enregistrement sur bande magnétique des coordonnées $x\ y\ z$ du stéréo-modèle (actuellement appareil PRESA RC 411) et des codes nécessaires à l'identification.

2. Constitution de fichiers de travail à deux niveaux en accès direct sur ordinateur central IBM 370/135 (premier niveau : description physique des éléments; deuxième niveau : description topométrique des points). Visualisation et contrôle par tracé automatique sur table Calcomp 718.

3. Correction des erreurs détectées :

Directement sur les fichiers de travail (traitement par lots);

En mode conversationnel sur traceur/numériseur Contraves ou sur console de visualisation interactive Tektronix/PDP 8;

Par numérisation complémentaire sur numériseur D-MAC.

4. Traitement des fichiers de travail (corrections, mise au net, symbolisation) sur ordinateur central IBM 370/135.

5. Sortie graphique symbolisée sur traceur de précision Contraves.

6. Archivage.

Conclusions provisoires de l'étude

La chaîne actuelle n'est encore qu'expérimentale mais devrait devenir opérationnelle avant la fin de l'année 1976. Elle devrait permettre, dans un premier temps, une production de 200 feuilles au 1/5 000 ou au 1/2 000 par an, avec un coût moyen inférieur à 20 francs l'hectare, par la mise en œuvre du matériel suivant :

a) Un atelier de photogrammétrie produisant trois couples par jour (vraisemblablement une dizaine d'appareils);

b) Un ordinateur central de capacité moyenne (deux unités disques, quatre unités bande magnétique, mémoire centrale 192 K);

c) Une table traçante rapide;

d) Un traceur de précision;

e) Deux systèmes de correction sur console interactive.

Les délais prévisibles d'établissement d'une feuille complète pourraient se situer entre 5 et 10 jours après la fin des opérations de photogrammétrie.

* Le texte original de cette communication, préparé par M. Saumonneau, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF.67/L.14

DIGICART: a universal system of large-scale mapping*

Paper presented by the German Democratic Republic

RÉSUMÉ

Pour répondre aux besoins croissants de documents à grande échelle, en particulier pour la construction de complexes industriels et de routes ainsi que pour la construction et l'amélioration des logements, le Service géodésique de la République démocratique allemande a mis au point un système de traitement des informations géodésiques et cartographiques, appelé DIGICART. Utilisé avec des instruments construits par VEB Carl Zeiss (Iéna), ce système permet l'établissement économique et semi-automatique de cartes à grande échelle, l'obtention des données nécessaires sous forme numérique (directement utilisables par les machines), la correspondance avec des banques de données et l'utilisation de systèmes d'affichage actifs. Le système DIGICART peut utiliser les données obtenues à partir de photographies aériennes, de levés géodésiques numériques, de cartes et de listes de coordonnées. La priorité est accordée à l'acquisition des données photogrammétriques. La conversion numérique et la réduction des données sont effectuées à l'aide d'un programme complexe écrit en FORTRAN. Un grand nombre de programmes de servitude permettent de détecter les erreurs et de contrôler les calculs avec une précision suffisante.

Les résultats définitifs sont obtenus sous forme numérique sur bandes magnétiques et en clair, ainsi que sur des rubans perforés pour le dessin automatique. Un système complet de reproduction sur microfilm permet de rassembler et de conserver les documents ainsi obtenus.

Le système DIGICART se prête particulièrement bien aux applications suivantes : confection de plans cadastraux, opérations numériques comme le calcul des surfaces, établissement de registres cadastraux, réalisation de toute une gamme de projections à des échelles supérieures ou égales au 1/5 000 et calcul de modèles numériques du terrain, mise à jour des dossiers de base DIGICART, et complétement de divers types de cartes.

RESUMEN

A fin de atender la demanda cada vez mayor de mapas en gran escala, particularmente necesarios para la construcción de plantas industriales y carreteras, así como para la construcción y el mejoramiento de viviendas, el Servicio Geodésico de la República Democrática Alemana ha desarrollado un sistema para elaborar información cartográfica y geodésica denominado DIGICART. El sistema, adaptado al empleo de instrumentos que proporciona la empresa estatal (VEB) Carl Zeiss, de Jena, permite la producción económica y automática — con ayuda manual — de mapas en gran escala, el suministro de los datos requeridos en forma digital (elaborables por máquinas), la intercomunicación con bancos de datos y el empleo de técnicas de visualización activa. El DIGICART puede elaborar datos a partir de fotografías aéreas, levantamientos geodésicos numéricos, mapas y listas de coordenadas. Se da prioridad a la adquisición de datos fotogramétricos. Las transformaciones numéricas y la reducción de los datos se llevan a cabo con la ayuda de un complejo programa desarrollado en FORTRAN. Se han preparado numerosas rutinas de verificación a fin de que la detección de errores y el control de los cálculos permitan resultados satisfactorios.

Los resultados finales se obtienen como valores digitales grabados en cinta magnética, como texto impreso y como datos en cinta perforada que se usan para el control de las máquinas de dibujar. Se cuenta también con un sistema completo de microfilmes para recoger y conservar la producción cartográfica.

Entre las aplicaciones para las cuales el empleo de DIGICART es particularmente útil están el trazado de mapas catastrales relacionados con operaciones numéricas, como el cálculo de superficies o la creación de archivos de registros de tierras, la realización de todo tipo de documentos de proyección en escalas de 1:5 000 o mayores relacionados con los cálculos de modelos digitales de terrenos, la actualización de los archivos básicos del propio DIGICART y la complementación de mapas de diversos tipos.

INTRODUCTION

The high speed of industrial and agricultural development in the German Democratic Republic creates steadily increasing cartographic requirements, which can be satisfied only by large-scale mapping. First and foremost, up-to-date, large-scale maps are needed, with varied content and at various scales, for the construction of industrial plants and traffic roads as well as for housing construction and amelioration. Moreover, the map users more frequently require data in a shorter period of time and in digital (automatically processible) form.

Efficient surveying and photogrammetric instruments, as well as automatic data-processing machines, are now available for cartographic activities. Accordingly, the Geodetic Service of the German Democratic Republic has developed a geodetic-cartographic information-processing system, named DIGICART. According to object and scale this system permits (*a*) economic, manually assisted large-scale map production, with considerable accuracy, and (*b*) the provision of required data in digital, media-machinable form. The entire technique has been harmonized with instruments deliverable by VEB Carl Zeiss, Jena. Prerequisites have thus been created to satisfy the steadily increasing demand for large-scale maps and to meet the highly specialized needs of diverse map users.

DATA ACQUISITION

The DIGICART system is capable of processing data obtained from aerial photographs, geodetic-numerical surveys, maps or lists of co-ordinates.

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L.36.

Photogrammetric data acquisition is given priority (see figure 48). First a field identification is carried through with the help of enlarged aerial photographs for supporting digital photogrammetric stereoplotting. Besides inscribing horizontal details, symbols etc., complementary and control measurements are carried out simultaneously. After that the model co-ordinates are determined in the Stereometrograph (VEB Carl Zeiss, Jena) and transferred to punch tape by means of the Co-ordimeter F.

Geodetic data acquisition is used either to complement photogrammetric acquisition or as an independent method, e.g. by tacheometric survey. The survey of points can be made with the help of intersection, radiation or orthogonal surveys. Thus traditional, well-known surveying instruments (DAHLTA 010 A, THEO 020 A, REDTA 002 or BRT 006, all made by VEB Carl Zeiss, Jena) can be employed for obtaining DIGICART input data. The data for this purpose are entred into special field notebooks and then transferred to punch tape.

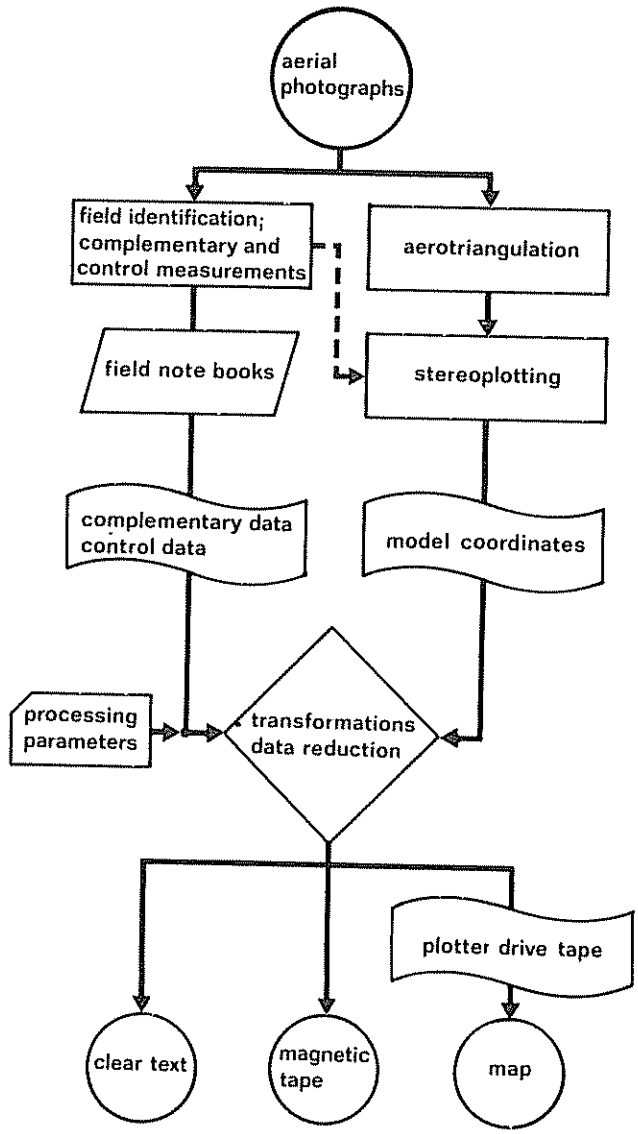


Figure 48. German Democratic Republic: DIGICART: photogrammetric data acquisition (block chart)

In a similar way, any digital data already stored, or those data obtained from graphic documents by means of X, Y-digitizers can also be provided for automatic processing. For this purpose the Präzisionskoordinatograph (VEB Carl Zeiss, Jena) coupled with the Co-ordimeter F has also proved successful. All these methods of data acquisition can be applied independently of each other or in any combination.

In addition to co-ordinates, data are required (semantic information) that express the relations between the points, and thus complete such a graphic file. In the DIGICART system these data are represented by operation key numbers. These indicate the arithmetic, graphic and updating functions to be carried out. In the case of separate programming, the co-ordinates are recorded separately from the sequence of operation key numbers. Therefore each point must be assigned a number, as order data for combining the two parts of the programme. In the case of integrated programming the operation key numbers are recorded together with the co-ordinates. Thus such order data are not necessary.

Finally, control data (redundant observations) and parameters (figures of sheet lines etc.) are to be made available for automatic processing.

Data processing and output

A complex programme has been developed for numerical transformations and data reductions. It was programmed in FORTRAN and modified for the Soviet BESM 6 computer. The programme system consists of several segments, activated by a supervisor programme according to programme version and the kind of data offered. Large objects require a division into sections. Within each section not morre than 1,200 ground-plan points can be treated. The storage capacities needed are:

(*a*) A main storage, with $\geq$ 40 K, for routine programmes and routine operating array;

(*b*) An external storage, with $\geq$ 400 K, for input data and intermediate quantities.

During automatic processing, extensive test routines provide for a sufficient error detection. The largest segment of this programme system is the compiling system, which interprets and realizes the arithmetic and updating functions. In this way the random errors inevitable in measuring are eliminated, in such a way that they do not reduce the value of the final results. Thus the demands of rectilinearity and rectangularity (and other requirements) are met. The programme also provides for the comparison of control elements measured directly on the ground with values resulting from the co-ordinates calculated.

The final results are made available as digital values, on magnetic tape and clear text, and as control data, on punch tape, for automatic drawing by means of CARTIMAT (VEB Carl Zeiss, Jena).

The content of the internal storage can be made available completely or selected in part, according to sheet line or scale. Furthermore, a co-ordinate list, stored in an external storage, is controlled, corrected and supplemented by realizing particular editing functions also indicated by special operation-key numbers. The data for the plotter drive tape are processed in the CARTIMAT by means of a special computer in on-line mode. The maps are drawn, as needed, in pencil,

ink or ball-point pen on drawing paper or as negative scribing on plastic drawing material or glass.

For collecting and preservation of cartographic products a complete microfilming system, PENTAKTA, is available. This consists of a camera, developer, printer, diazo-copying unit, reader printer, reader and microfiche storage and organization. PENTAKTA is made by VEB Pentagon Dresden, and VEB Carl Zeiss, Jena. The unit uses ORWO film, delivered by VEB Filmfabrik Wolfen. With this equipment it is possible to take photographs of scribing originals, single-colour and multicolour editions, half-tone documents etc. based on the use of 105-×-148-mm microsheet films. In addition there are possibilities for duplicating and re-enlarging; this can be done with high accuracy and optimum representation of details.

Advantages and applications

DIGICART is a universal information-processing system for obtaining, processing and providing the data required in large-scale mapping. The advantages of DIGICART result mainly from the automatic processibility of data obtained from various sources and from the production of output in automatically processible digital form and in the form of maps.

In particular, the applications of DIGICART include:

(*a*) Making cadastral maps in connexion with such numerical operations as calculating areas or setting up land-register files and real-estate documentations;

(*b*) Manufacturing all kinds of projection documents (site plans, special plans for the representation of supply lines etc.) at scales ≥ 1:5,000, in connexion with calculations for digital terrain models;

(*c*) Updating the DIGICART basic files; and

(*d*) Supplementary maps of various kinds.

The broad use of the DIGICART system permits the erection of a current data base for extremely varied applications, the reduction of access time for required data and the acceleration of the whole process of large-scale map-making. The multiple utilization of such files, and the reduction in the expense of field-work, both increase efficiency. The DIGICART system can also be used for correspondence with data banks and for use with active display technology.

Numerous reports, describing the theoretical bases of DIGICART, its instruments and practical experience with the system, have been published in the journal *Vermessungstechnik* (the periodical for geodesy, photogrammetry and cartography of the GDR, in *Vermessungsinformationen* and in other proceedings of VEB Carl Zeiss, Jena.

Efficient surveying methods and instrumentation employed for map-making in the German Democratic Republic*

Paper presented by the German Democratic Republic

RÉSUMÉ

Ce document décrit des méthodes et des instruments modernes et économiques utilisés pour des levés géodésiques et des travaux photogrammétriques et cartographiques — méthodes et instruments mis au point et largement utilisés en République démocratique allemande. Parmi beaucoup d'autres, deux sont examinés de façon détaillée : le nivellement de précision automatique motorisé et l'application de l'orthophotographie à la production de cartes aux échelles du 1/50 000 et du 1/100 000.

Nivellement de précision

Le réseau planimétrique national constitue la base de la planimétrie des cartes, comme le réseau altimétrique pour la représentation du relief. Depuis une vingtaine d'années, l'Université technique de Dresde travaille à la mise au point d'un système de nivellement motorisé. Dans la zone étudiée, les niveaux et les mires sont montés sur des véhicules et transportés d'un point de station à un autre. Cette méthode a été perfectionnée de manière à donner une excellente précision. Les opérations sont effectuées à l'aide d'un niveau géodésique automatique construit par Carl Zeiss (Iéna). Cet

RESUMEN

Este documento describe algunos de los métodos e instrumentos más económicos y modernos para hacer levantamientos geodésicos y producir mapas fotogramétricos. Esos métodos e instrumentos han sido desarrollados en la República Democrática Alemana, donde se utilizan extensamente. De estos métodos e instrumentos nuevos, que son muchos, se tratan en detalle dos: la nivelación de precisión automatizada y motorizada, y la aplicación de la ortofotografía a la producción de mapas en escalas de 1:50 000 y 1:100 000.

Nivelación de precisión

La red planimétrica nacional de control forma la base de la representación planimétrica en los mapas, así como de la red nacional de control de la elevación y de la representación del relieve. El método de la nivelación motorizada ha sido desarrollado en la Universidad Técnica de Dresde a lo largo de los últimos 20 años. En el área donde se hace el levantamiento se montan el nivel y las miras en vehículos motorizados que los transportan de una estación a la siguiente. El método ha sido perfeccionado de tal manera que pueden obtenerse nivelaciones precisas sin pérdida alguna de exactitud. El método se aplica ventajosamente con un nivel geodésico automático fabricado por la casa Zeiss, de Jena. Este instrumento establece un horizonte cuasiabsoluto, de manera que las distancias de la visual adelante y de la visual atrás ya no necesitan

* The original text of this paper, in three sections, prepared by Klaus Szangolies, Jena, and W Freund, Jena, appeared as document E/CONF 67/L.38.

instrument établit un horizon quasi absolu, de sorte que les distances des visées avant et arrière peuvent être seulement de quelques mètres. Par ailleurs, l'oculaire retournable permet de faire des visées avant et arrière à partir de la même position dans le véhicule.

Ces deux caractéristiques sont également très utiles pour la méthode conventionnelle "à pied", l'instrument permettant d'économiser environ 15 p. 100 du coût des opérations. La méthode de nivellement motorisé permet d'économiser environ 40 p. 100 du temps et 25 p. 100 du coût des méthodes classiques non motorisées.

En photogrammétrie, deux méthodes actuellement utilisées, la méthode numérique et la méthode orthophotographique, donnent des cartes topographiques beaucoup plus rapidement et moyennant un coût beaucoup moins élevé. La méthode numérique est décrite en détail dans le document E/CONF.67/L.36, le présent document concernant essentiellement l'orthophotographie. L'expérience acquise jusqu'à présent montre que l'orthophotographie peut être utilisée pour produire des cartes aux échelles du 1/500 au 1/100 000. Dans ce cas, les petites échelles sont particulièrement intéressantes.

Dans le cas des petites échelles, entre 1/200 000 et 1/2 500 000 ou au-delà, les photographies prises par satellites et les images de radar latéral se sont parfois avérées utiles pour la réalisation des cartes.

Pour les plus grandes échelles, du 1/50 000 au 1/100 000, ces techniques sont difficilement applicables. De plus, les cartes obtenues à l'aide des images de satellites ou de radars ne peuvent pas être considérées comme des documents topographiques.

L'orthophotographie, en revanche, se prête particulièrement bien à la réalisation de cartes du 1/50 000 au 1/100 000. Depuis une dizaine d'années, l'orthophotographie est de plus en plus utilisée pour la réalisation de cartes topographiques. Par exemple, plusieurs instruments construits en République démocratique allemande servent depuis plus de cinq ans à réaliser des cartes topographiques de grandes régions de l'Australie au 1/100 000.

Ce matériel est particulièrement utile pour la réalisation de cartes orthophotographiques à petite échelle : il peut utiliser des photographies prises avec des objectifs normaux, grand angulaires et super grand angulaires, et les transformer directement à l'échelle de la carte.

Pour ce qui est de la rapidité d'exécution, l'orthophotographie est de 2 à 10 fois plus rapide que la méthode classique de stéréorestitution.

Par rapport aux cartes symbolisées obtenues par restitution, les cartes orthophotographiques ont l'avantage, notamment dans les régions peu explorées, de contenir beaucoup plus d'informations sur les forêts, l'hydrographie, les zones inondées, les sols, la géologie, etc. Ainsi, les cartes orthophotographiques, bien qu'elles soient comparables aux cartes symboliques pour ce qui est de la précision, sont indubitablement beaucoup plus utiles.

Dans le cas de terrains vallonnés ou montagneux, il est utile de combiner l'orthophotographie et la représentation du relief par tirets tangents ou par enregistrement numérique. A partir de ces représentations numériques ou graphiques de l'élévation, il est possible de réaliser des cartes équipées de

ser iguales a un decímetro pues basta con que sean de varios metros. Además, el anteojo giratorio permite al operador tomar visuales adelante y atrás sin cambiar de posición en el vehículo.

Estas dos características son también sumamente útiles cuando se utiliza el método tradicional de nivelación a pie, en cuyo caso el instrumento ahorra el 15% de los gastos de nivelación. La nivelación motorizada permite ahorrar aproximadamente el 40% del tiempo y el 25% del costo respecto de la nivelación hecha a pie.

En fotogrametría se emplean actualmente dos técnicas, la técnica digital y la técnica ortofotográfica que ofrecen un método completo para producir mapas topográficos con gran rapidez y economía. La técnica digital ha sido tratada en detalle en el documento E/CONF.67/L.36; el presente trabajo trata principalmente de la ortofotografía. La experiencia adquirida hasta el momento indica que la ortofotografía es un medio adecuado para producir mapas en cualquier escala comprendida entre 1:500 y 1:100.000, aunque las pequeñas escalas revisten a este repecto particular interés.

Cuando se trata de escalas pequeñas, es decir, las comprendidas entre 1:200.000 y 1:2.500.000 o menores, las fotografías tomadas desde satélites y las imágenes de radar de visión lateral han resultado ser en algunos casos útiles, como material de documentación cartográfica.

En las escalas cartográficas mayores, es decir, las comprendidas entre 1:50.000 y 1:100.000, esas técnicas prácticamente no pueden aplicarse. Además, los mapas obtenidos a partir de fotografías tomadas desde satélites o con radar no pueden seriamente considerarse mapas topográficos.

En cambio, la ortofotografía es una técnica particularmente adecuada para trazar mapas en las escalas comprendidas entre 1:50.000 y 1:100.000. En los últimos 10 años la ortofotografía se ha aplicado extensamente en la cartografía topográfica. Por ejemplo, varios sistemas de instrumentos producidos en la República Democrática Alemana han sido utilizados durante más de cinco años para trazar mapas topográficos de extensas partes de Australia en una escala de 1:100.000.

El equipo es particularmente útil para producir mapas ortofotográficos en pequeña escala: puede elaborar fotografías tomadas con lentes normales, lentes gran angular o lentes super gran angular directamente en la escala del mapa.

Desde el punto de vista de la velocidad, la ortofotografía permite producir mapas de dos a 10 veces más velozmente que los estereotrazados tradicionales.

Una ventaja particular del mapa ortofotográfico, en comparación con los mapas simbólicos trazados, en especial en las regiones poco exploradas, es su rico contenido de información sobre los montes de árboles en pie, las aguas, las zonas inundadas, los suelos, la geología, etc. El mapa ortofográfico tiene una exactitud comparable a la del mapa simbólico pero su utilidad es definitivamente superior.

En terrenos con sierras o montañas resulta ventajoso combinar la ortofotografía con la representación del relieve mediante líneas proyectadas o registros digitales. A partir de esas representaciones gráficas o digitales de la elevación es posible trazar mapas de curvas de nivel que pueden impri-

courbes de niveau et qui peuvent être superposées aux cartes planimétriques orthophotographiques, les rendant ainsi plus utiles.

En résumé, les instruments modernes d'orthophotographie permettent de réaliser ces travaux avec une qualité maximum, en peu de temps et moyennant des coûts peu élevés.

mirse encima del mapa planimétrico ortofotográfico, mejorando así su utilidad general.

En resumen, el instrumental moderno de ortofotografía ofrece los medios para realizar trabajos cartográficos de máxima calidad, en poco tiempo y con gran eficacia económica.

Efficient photogrammetric instrumentation—a must for economic map production*

Introduction

As a fast, economical method for the production of topographic maps at any scale, large-scale town maps or project plans, photogrammetry outranks any other technique. In addition, the importance and employment of photogrammetry are expanding in interpretation work, in the measurement of engineering objects, and in many other fields.

Compared to other measuring techniques, photogrammetry is superior in accuracy, in economy, in speed and in the information content and documentary value of the photographs employed.

In the German Democratic Republic, comprehensive research efforts have been and will continue to be made in this field; these efforts deal with basic research, instrument development, software development, instrument applications and the development of work process techniques.

Many industries, research institutions and educational facilities in the German Democratic Republic employ diverse types of photogrammetric equipment in great numbers. Most of these are products of VEB Carl Zeiss, Jena.

Instrumentation employed in the main fields of photogrammetric work

Aerial photography

Aerial photographs are required for the production of topographic and town maps, for project planning, for interpretation work in forestry, agriculture, geology and hydrology, for monthly advance measurements of open-cast lignite mines and the like. Aerial photographs are taken from airplanes or helicopters.

The photographic equipment most in use comprises

(*a*) The MRB 15/2323 (wide-angle) camera;
(*b*) The MRB 9/2323 (super-wide-angle) camera;
(*c*) The AEROLUX exposure meter;
(*d*) The REGISCOP recording statoscope; and
(*e*) The AEROSCOP navigation telescope.

This equipment is employed for photographic flights using monochrome, colour, false-colour and infrared film materials.

Film processing and printing

The photographs, whether taken from aircraft or terrestrial stations, are developed, fixed, dried and printed in a photographic laboratory. The majority of prints are made with electronic contrast balancing, a feature permitting maximum exploitation of the information stored in the negative. In orthophotography, contrast-balanced diapositives are more or less essential.

Film-handling equipment includes

(*a*) The EG-120 rewind film processer;
(*b*) The TS 120 film dryer; and
(*c*) The ELCOP electronic contact printer.

Photointerpretation

The technique of interpreting the informative content of aerial photographs is widely used in preparing other photogrammetric work (e.g., stereoplotting, map revision and aerotriangulation); forestry and agriculture; geology; water supply; and the planning of traffic routes and energy lines.

Instrumentation used in this field includes

(*a*) The pocket stereoscope;
(*b*) The TOPOPRET field interpretation set;
(*c*) The mirror stereoscope;
(*d*) The stereopantometer;
(*e*) The Sketchmaster; and
(*f*) The INTERPRETOSKOP interpretation instrument.

The last-mentioned instrument, in particular, has proved a very useful item, with its continuously variable range of magnifications between 2× and 15×; it is employed in all larger-scale assignments.

Stereoplotting

Maps produced by stereoplotting machines include topographic maps at scales between 1:5,000 and 1:25,000 or smaller, as well as town maps and project plans for (among other things) industrial plants, railway lines and open-cast lignite mines, at scales between 1:5,000 and 1:500 or larger. Stereoplotting maps may be in the form of a pattern scribed into a twin-layer foil or may be drawn on paper with lead pencil or ball-point pen. For stereoplotting jobs, the following equipment is used :

(*a*) The STEREOMETROGRAPH precision stereoplotter;
(*b*) The TOPOCART stereoplotter;
(*c*) The TOPOFLEX topographical stereoplotter; and
(*d*) The Precision Co-ordinatograph (as a plotting table).

The choice of the plotting machine to be employed depends on the required degree of accuracy and universality. Thus, the STEREOMETROGRAPH is used predominantly for stereoplotting and numerical compilation at large scales, and for aerotriangulation; the TOPOCART is used chiefly for plotting, at any scale, but is also used in numerical work and aerotriangulation; the TOPOFLEX is used for stereoplotting at medium and small scales and for map revision, numerical compilation and operator training.

* This section was prepared by Dr.-Ing. habil. Klaus Szangolies, Jena.

Map revision

The updating and revision of existing maps is a task of constantly increasing volume and importance. For such work, the TOPOFLEX Topographic and map revision plotter, a stereoplotter specially equipped for map revision jobs, is available. This machine has an internal plotting table with variable magnification; photograph orientation for map revision can be reduced to between five and ten minutes.

Orthophotography

Compared with a drawn map, an orthophoto map has a much higher information content. Orthophoto maps also can be produced faster and more economically than plotted maps. Orthophotography is suitable for making maps at any scale between 1:500 and 1:100,000.

For the production of orthophoto maps, a set of equipment is used that can produce normal, wide-angle and super-wide-angle photographs, both black-and-white and in colour. The equipment consists of the TOPOCART stereoplotter with ORTHOPHOT orthoprinter. As compared with stereoplotting, orthophotography permits a 50 to 80 per cent saving in cost, and a 50 to 90 per cent saving in time.

Digital photogrammetry

Advances in electronic data processing have made digital photogrammetry a practicable concept. At present, orthophotography and digital techniques have the greatest potentials for economizing and speeding up the map-making process.

Digital techniques are employed to compile data from photographs in, among other fields, aerotriangulation; construction of terrain models for planning; volume determination etc.; cadastral surveys; and map-making.

The machines used for digital photogrammetry include

(*a*) The STECOMETER precision stereocomparator;
(*b*) The COORDIMETER-F data logger;
(*c*) The TRANSMARK laser point transfer machine;
(*d*) The CARTIMAT automatic co-ordinatograph; and
(*e*) The ASCORECORD monocomparator.

In addition, a variety of software is available for the fields mentioned above.

Terrestrial photogrammetry

Terrestrial photogrammetric methods are efficiently applied in building, civil engineering, machine and vehicle construction, shipbuilding, architecture, transportation, open-cast mining and many other fields.

Besides the necessary software, the following instrumentation is employed:

(*a*) The PHOTHEO 19/1318 phototheodolite;
(*b*) The UMK 10/1318 universal measuring camera (for films and plates);
(*c*) The SMK 5.5/0808 stereometric camera;
(*d*) The TECHNOCART terrestrial plotter; and
(*e*) The equipment described earlier as being used for stereoplotting and digital photogrammetry.

This instrumentation permits high-precision photographs to be taken from ground stations at distances between 1 m and infinity; information may be compiled from the photos graphically, numerically or by orthophotography.

SUMMARY

Photogrammetric and surveying offices in the German Democratic Republic can make use of a full range of high-quality, high-productivity instrumentation, together with the appropriate software for numerical data processing and efficient working techniques.

Also available from domestic production are all needed equipment for surveying and cartography, including photographic and drawing materials, labware and other accessories.

On request, the instrumentation, equipment, materials and techniques used domestically can be made available to institutions abroad.

Modern surveying methods and instrumentation employed in making small-scale topographic maps*

INTRODUCTION

The production of topographic maps is a rather complex problem. Its efficiency hinges on many frequently changing factors, such as map scale, accuracy requirements, the configuration and vegetation cover of the ground, climate and the level of staff qualification, to name but a few. The best possible results can be obtained only if the processes employed optimally reconcile all influences and if modern, efficient surveying instruments are used.

Despite the great gains made in photogrammetry in recent years, it is obvious that there are many cases where the conventional methods of ground surveying cannot be abandoned. This paper will report on the instrumentation used by surveying offices of the German Democratic Republic for their major surveying operations.

PRINCIPAL SURVEYING AND MAP-MAKING OPERATIONS: INSTRUMENTATION

First-order triangulation

The mapping of large stretches of country at large scales is based on a determination of first-order triangulation stations and subsequent control extension—a connexion of which the individual surveyor engaged in field work may not be immediately conscious nowadays, because of the far-reaching specialization of jobs. A large theodolite is used to carry out the major geodetic-astronomical observations for position and time, azimuth observations on field stations (Laplacian points) and first-order observations of horizontal angles. In the German Democratic Republic, the THEO-002 is used; it is equipped with tilt compensators of high setting accuracy, to eliminate vertical axis tilt, and with an automatic device for compensating the varying systematic horizontal and vertical components of the trunnion-axis tilt error. These features serve to avoid those systematic error accumulations in large triangulation nets that often used to be inexplicable.

* This section was prepared by Dipl.-Ing. W. Freund, Jena.

Extension of triangulation

The extension of the triangulation net constitutes a link between first-order triangulation and the ordinary field survey. It is carried out by means of second- and third-order triangulation or traversing of different orders, with closing on known points. Depending on the accuracy required, either the THEO-010-A one-second theodolite or the THEO-020-A tacheometer theodolite is employed for these operations.

Tacheometric filling-in

Local semi-automatic mapping

In the compilation of maps from classical surveys, polar methods have a dominating role. The procedure preferred in the German Democratic Republic is to use a self-reducing tacheometer linked with a circular plotting table. In many countries, this method is less well-known than its capabilities would warrant; for this reason, the method is outlined here.

To use the tacheometer-plotting table combination, the lateral sighting direction is automatically transferred to the rotating top of the plotting table, while the reduced distance (which is read off the stadia rod) is set on the interchangeable plotting rule and marked on the circular transparent chart by pressing down a pricker point. This saves the surveyor the work of drawing field sketches, reading horizontal angles and keeping the field record. It is still possible, though, to record the figures for distances, vertical and horizontal angles, if these are required. Ground elevations can easily be established in the field by reading elevation differences off the self-reducing tacheometer; if the elevation figures of the respective points are noted on the chart, it is possible to interpolate contours immediately in the field. Contouring in the field permits an economy of up to 50 per cent of the points to be surveyed in field-book tacheometry, and thus combines the advantages of field-book tacheometry and plane-table work.

Joining the circular charts into a single map sheet is much less of a problem than it might at first seem. In the German Democratic Republic, the methods used are copy pricking, rigid-chart montage and floating-chart montage.

In the copy pricking method, the charts are aligned, in sequence, with the stations and orientation marks provided on the basic map, and the individual points surveyed are transferred down with the pricker needle.

For a rigid-chart montage, the co-ordinates and direction angles of the stations must already be known during the field-work. In this case the charts should be constructed of stabilized white cardboard. A grid of squares is established in the field by marking on the chart margin the 0°, 90°, 180° and 270° directions of the respective net. To montage the charts, they are aligned, cut at the points of overlap, and pasted on a base sheet. A pencil drawing is thus obtained, which is capable of being reproduced as a master map or of being traced with the pencil or scribing tool.

In the floating-chart montage, the charts are pasted to the base one at a time, in uncut condition, and are then traced on a top sheet of transparent paper.

According to extensive technological investigation by the research centre of the German Democratic Republic Surveying and Cartographic Service, a team of two men equipped with the self-reducing tacheometer with plotting table can finish a job in 64 per cent less time than a five-man team using field-book tacheometry. The cost saving achieved with the attached plotting table is 15 per cent compared to a three-man team and 32 per cent compared to a five-man team using field-book tacheometry.

This method has the additional advantage that errors in representing terrain details and planimetry are recognized immediately, eliminating the need for follow-up trips to the same area for correction purposes.

The equipment employed in the German Democratic Republic for this method is the Dahlta-010-A tacheometer and the Karti-250 plotting table.

Surveys of densely built up areas

For detail surveys of densely built up areas, where the majority of sighting distances are less than 60 m, German Democratic Republic surveying offices often use the polar method, employing a self-reducing split-image range finder or telemeter. This procedure takes full advantage of the polar survey/optical range finder method without the drawback of having to carry cumbersome rods. In most cases, planimetric points for which no limiting point accuracy is required do not need to be signalled with targets. Thus it is possible in difficult cases to combine the survey by targeted limiting points with sightings to unsignalled building contours. Contours too high to be accessible can also be sighted conveniently, as the instrument automatically reduces the distances to the horiziontal.

In the German Democratic Republic, this method is carried out with the BRT-006 self-reducing telemeter, which can also be linked with the Karti-250 plotting table.

Precise levelling

The national planimetric control network forms the basis for planimetric representation on a map, as it does, in fact, for the national elevation-control network and for the representation of relief. Levelling should not, therefore, be left out of consideration here.

Within the past 20 years, a method for motorized levelling was developed at the Dresden Technical University. Within the area to be surveyed, the level and the rods are mounted on motor vehicles, by which they are transported from one station to the next. This method has been refined to the point where it can be used to obtain precise levels without any loss of accuracy. The method is carried out to advantage with the Ni-002, an automatic geodetic level. This instrument establishes a quasi-absolute horizon, so that the foresight and backsight distances need no longer be equal to a decimeter, but only to several meters. Moreover, the swing-around eyepiece permits the taking of foresights and backsights from the same operator position in the car.

These two latter features are also a great help in the conventional walking method, where the Ni-002 saves about 15 per cent of the levelling cost. Motorized levelling with the Ni-002 saves about 40 per cent of the time and 25 per cent of the cost of conventional pedestrian levelling.

Conclusion

The close connexion between modern surveying methods and advanced instrumentation is exemplified by practices

2982 44x

Figure 49. German Democratic Republic section of a 1:100,000 orthophoto map of Australia, produced with the Topocart-Orthophot system

followed in the German Democratic Republic. All instruments mentioned in the report are products of VEB Carl Zeiss, Jena.

Orthophotography—the most economical method of making small-scale topographic maps*

There are still vast areas of the globe, especially where population density is low and economic development poor, of which topographical maps either do not exist or are inadequate.

As these regions, including deserts, steppes, jungles and alpine regions, are opened to traffic and economy, the need becomes pressing to make topographical maps that cover large areas, and to make them as quickly and economically as possible.

Where scales are small enough, i.e. between 1:200,000 and 1:2,500,000 or smaller, satellite photographs and side-looking radar photographs have proved useful as cartographic input material in some cases. For maps at larger scales, e.g. 1:50,000 or 1:100,000, these techniques are hardly applicable. Besides, maps derived from satellite or radar photography cannot seriously be regarded as topographic.

Orthophotography, on the other hand, is a particularly suitable technique for mapping in the range between 1:50,000 and 1:100,000. In the past ten years, orthophotography has found widespread application in topographic mapping. As an example, several Topocart-Orthophot systems manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena, have been used for more than five years to make topographic maps of large parts of Australia at scale 1:100,000 (figure 49). The particular merit of this equipment appears in the production of small-scale orthophoto maps: it can process normal, wide-angle and super-wide-angle photography directly to map scale.

Aerial photographs for small-scale orthophoto maps are best taken with super-wide-angle cameras of 88-mm (3.5″) focal length (figure 50) or with wide-angle cameras of 152-mm (6″) focal length (figure 51), the former being primarily suitable for flat or hilly terrain, and the latter for mountainous and alpine regions.

Table 1 lists the taking situations and data, as well as the performance evaluation, of up-to-date photogrammetric equipment for small-scale orthophoto map production.

With one Topocart-Orthophot system, for example (figure 52), it would be possible to make a 1:100,000 orthophoto map of the entire Amazon Basin (2,000,000 km^2 in area) from 1:80,000 air photos within 16 years. With eight Topocart-Orthophot systems, the same map could be completed in two years, it would comprise 800 sheets (cf. table 1).

Orthophotography also compares favourably with conventional stereoplotting in terms of speed of operation, the former being between two and ten times faster.

A particular advantage of the orthophoto map, over the symbolized, plotted map, especially in poorly opened up regions, is that the orthophoto map contains a wealth of information on forest stands, waters, flooded areas, soils, geology and the like. Thus the orthophoto map, while comparable with the symbolized map in accuracy, is definitely superior in usefulness.

For hilly or mountainous ground it is of advantage to combine orthophotography with a relief representation by

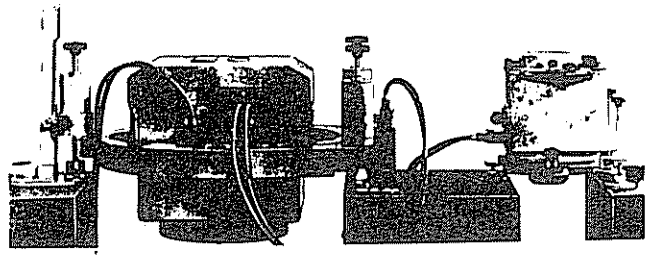


Figure 50. German Democratic Republic: MRB 9/2323 super-wide-angle aerial survey camera manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena

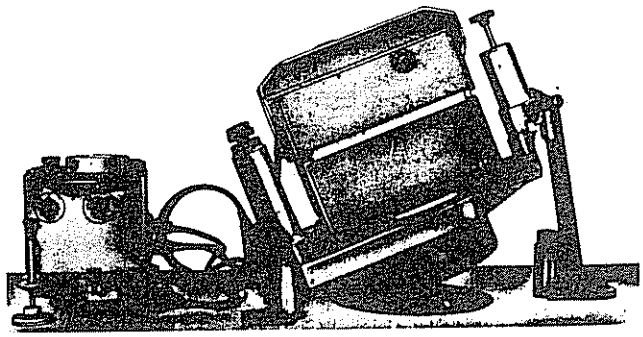


Figure 51. German Democratic Republic: MRB 15/2323 wide-angle aerial survey camera manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena

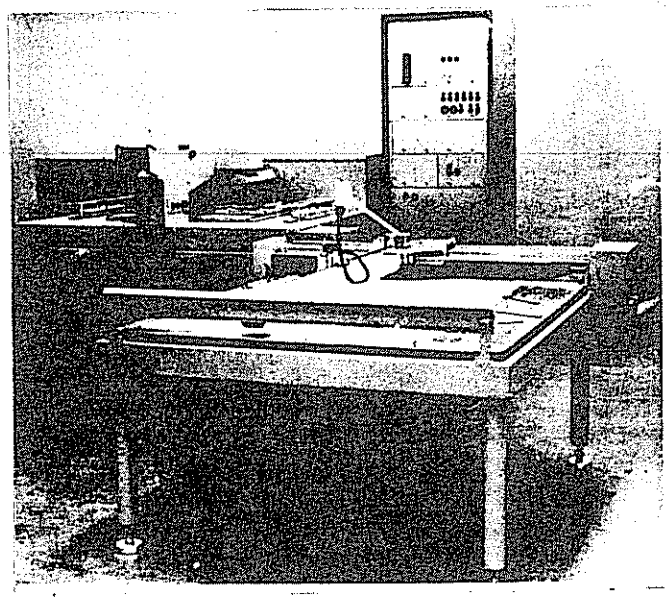


Figure 52. German Democratic Republic: the Topocart-Orthophot system, manufactured by VEB Carl Zeiss, Jena, produces orthophoto maps suitable for large-scale mapping

* This section was prepared by Dr.-Ing. habil. Klaus Szangolies, Jena.

dropped lines or digital record. From such digital or graphic representations of elevation it is possible to derive contour maps that can be printed on top of the planimetric orthophoto map, thus adding to its over-all usefulness.

In summary, modern instrumentation, such as the Topocart-Orthophot system, offers all facilities for performing the above-described jobs with maximum quality, low time consumption and high economic efficiency.

Table 1. Photographic flight data and efficiency of orthophotography for making orthophoto maps at scales 1:50,000 and 1:100,000[a]

	Map scales			
	1:50,000		*1:100,000*	
	Plains	*Mountains*	*Plains*	*Mountains*
Camera	MRB 9/2323 (super-wide-angle)	MRB 15/2323 (wide-angle)	MRB 9/2323	MRB 15/2323
Photo scale	1:50,000	1:50,000	1:80,000	1:80,000 (1:40,000)
Mean flying altitude above ground	4,500 m	7,500 m	7,000 m	12,000 m (6,000 m)
Area covered per stereomodel	50 km²	50 km²	125 km²	125 km² (30 km²)
Area covered per map sheet (50 × 50 cm)	625 km²	625 km²	2,500 km²	2,500 km²
Compilation with Topocart-Orthophot				
Models/work shift	2	2	3	3 (2)
km²/work shift	100	100	250	250 (60)
Annual output (250 work days/year and 2 shifts/day)	50,000 km² = 80 map sheets	50,000 km² = 80 map sheets	125,000 km² = 50 map sheets	125,000 km² (30,000 km²) = 50 map sheets

[a] Data added in parentheses ( ) require subsequent photographic reduction from orthophoto scale 1:50,000 to map scale 1:100,000. All other compilations can be made directly to map scale

El desarrollo de la triangulación aérea en la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL)*

Documento presentado por México

SUMMARY

In order to serve as a base for the preparation of the 1:50,000 topographical map, 1,500,000 km², or 75 per cent of the national territory, have been photographed in black and white; approximately 1,000,000 km² have been covered by 1:50,000 photographs taken with a wide-angle camera and the rest by 1:70,000 photographs taken with a super-wide-angle camera.

725,000 km² have been covered by 1:25,000 photographs taken with a wide-angle camera. Fifty per cent of this coverage was photographed in colour.

Special flights have been carried out over disaster areas. In addition, series of oblique colour photographs have been taken of 39 airports. A silver recovery process has been introduced into the photography laboratory processes.

In order to serve as a base for the aerotriangulation required for the 1:50,000 topographical map, horizontal and vertical ground control points have been established for 1,150,000 km², i.e., 57 per cent of the total.

Nine points on the coast of the Gulf of Mexico have been determined by the Doppler positioning method making a total

RÉSUMÉ

Pour constituer la base de la carte topographique au 1/50 000, on a photographié en noir et blanc 1 500 000 km² du territoire national (75 p. 100 de la superficie totale), dont un million de km² au 1/50 000 avec une chambre à grand angulaire, et le reste au 1/70 000 avec une chambre à très grand angulaire.

On a photographié une superficie de 725 000 km² au 1/25 000 avec une chambre à grand angulaire. La moitié de ces photographies ont été réalisées en couleur.

On a effectué des vols spéciaux au-dessus des zones sinistrées. On a également réalisé une série de photographies obliques en couleur de 39 aéroports. On a instauré un système de récupération de l'argent résiduel des opérations du laboratoire photographique.

Pour établir la base de la triangulation aérienne exigée par la carte topographique au 1/50 000, on a mis en place un réseau de références géodésiques planimétriques et altimétriques couvrant une superficie de 1 150 000 km², soit 57 p. 100 du total.

Par la méthode Doppler, on a déterminé neuf points de la côte du golfe du Mexique (ce qui porte à 26 le nombre des points déterminés de cette façon), avec une précision dans la cote et les coordonnées de l'ordre du mètre.

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF.67/L.28/Add.1.

of 26 points determined by this method, with an accuracy of the order of one metre in position and elevation.

Both aerial traversing and independent models have been used for analytical aerotriangulation. The numerical relative orientation is carried out by a desk computer, with an output of nine models per seven-hour shift.

The analytical aerotriangulation method, which replaced the analog models, is applied by using a stereocomparator, with a current average output of 20 models per seven-hour shift.

A method has been developed and programmed for analytical aerotriangulation using precision analog instruments, the results obtained being similar in quantity and accuracy to those obtained with the stereocomparator. This method can therefore be recommended for developing countries which do not have a stereocomparator, since it makes it possible to work with photograms of any focal length, which is not feasible with the analog method.

A study on the linking of ERTS satellite images by aerotriangulation methods has been carried out.

For the extension of the ground control network necessary for the preparation of the 1:50,000 topographical map, 32,000 models in 102 blocks covering more than 1,000,000 km^2 have been triangulated and adjusted.

The density of the ground control network used was approximately one horizontal control point for each 700 km^2 and one vertical control point for each 50 km^2.

In all the blocks, the method of polynomial fitting of bands and blocks developed by G. H. Schut in Canada was used.

Direct tracing from altimetric instruments was introduced in 1971, resulting in greater fidelity in relief representation and considerable savings in time and expense.

A quality control system has been established for the topographical map, with a view to determining the accuracy achieved by our methods.

1,010 sheets of the 1:50,000 series, covering an area of 900,000 km^2, have been plotted.

Urban maps on a scale of 1:5,000 of 12 cities in Mexico have been plotted and published. Work is currently under way on the 1:10,000 series, which is to replace the 1:5,000 series.

1:10,000 photomaps of six Mexican cities have been prepared on the basis of orthophotographs.

Research is currently being carried out on the application of orthophotomaps to the cadastral register systems.

The project to establish a geographical data bank has been implemented, and the required programming has now been completed; accordingly, the information produced by the Comisión de Estudios del Territorio Nacional (National Land Survey Commission) (CETENAL) is currently being transferred to the bank.

A Cessna 310 aircraft has been fitted with a Doppler navigation system, which improves the quality of the flights.

On a utilisé des méthodes de triangulation aérienne analytique, tant par aéropolygonation que par établissement de modèles indépendants. On procède à l'orientation relative numérique à l'aide d'un ordinateur de bureau, avec un rendement de neuf modèles par période de sept heures.

On a utilisé la méthode de triangulation aérienne analytique, qui a remplacé les modèles analogiques, en utilisant un stéréocomparateur, avec, jusqu'à présent, un rendement moyen de 20 modèles par période de sept heures.

On a mis au point et programmé une méthode de triangulation aérienne analytique utilisant des instruments analogiques de précision et on a obtenu des résultats comparables, quant au rendement et à la précision, à ceux du comparateur, ce qui en fait une méthode recommandable pour les pays en développement qui n'ont pas de stéréocomparateurs. Cette méthode permet en effet de travailler à partir de photogrammes établis avec n'importe quelle distance focale, ce que ne permet pas la méthode analogique.

On a étudié l'enchaînement par aérotriangulation d'images prises à partir du satellite ERTS.

Pour étendre le canevas terrestre exigé par l'élaboration de la carte topographique au 1/50 000, on a triangulé et ajusté 32 000 modèles en 102 blocs, couvrant plus d'un million de km^2.

Le canevas terrestre mis en place a atteint une densité approximative d'un point de référence planimétrique pour 700 km^2 et un point de référence altimétrique pour 50 km^2.

Pour tous les blocs, on a utilisé la méthode d'ajustement de bandes et de blocs par interpolation polynômiale mise au point au Canada par G. H. Schut.

A partir de 1971, on a utilisé directement le tracé à partir des instruments altimétriques, ce qui donne un rendu du relief plus fidèle et permet d'épargner un temps et des frais considérables.

On a mis en œuvre un système de contrôle de la qualité de la carte topographique, afin de déterminer la précision obtenue par nos méthodes.

On a restitué 1 010 feuilles de la série au 1/50 000, couvrant une superficie de 900 000 km^2.

On a procédé à la restitution et à la correction de plans au 1/5 000 de 12 villes du pays. Actuellement, on s'occupe de la série au 1/10 000, qui remplace la série au 1/5 000.

On a dressé la photocarte au 1/10 000 de six villes du pays. Ces photocartes ont été complétées d'après des ortophotographies.

Actuellement, on étudie les applications des ortophotocartes au système du cadastre.

On a mis en place une banque de données géographiques, et la programmation nécessaire est à présent achevée, de sorte que tous les renseignements fournis par la Commission d'étude du territoire national (CETENAL) sont versés à cette banque.

On a installé sur un avion Cessna 310 un système de navigation Doppler qui permet d'améliorer la qualité des missions.

On a conçu et construit un simulateur pour tester et calibrer l'appareillage Doppler.

A simulator to test and calibrate Doppler navigation equipment has been designed and built.

A radial stereoplotter has been designed and built to transfer to the topographical base the information traced on contact prints on paper or film diapositives by photo-interpreters.

In order to permit the use of film diapositives in field work, a mirror stereoscope which uses daylight and makes it possible to work without a supporting surface has been designed and built.

For the automatic digitizing of cartographical information, a scanner which is applied to our automatic plotter has been designed and built.

A digital clock has been designed and built to assist in azimuth determination in traversing work.

An image transformer (0.2 ×) has been designed and built: it is used to make mini-copies of 23 × 23 cm negatives for the verification of photographic flights.

For the training of photogrammetric technicians, candidates with pre-university level education are selected: they are given ophthalmalogical, stereoscopic vision and psychotechnical tests. Successful candidates are given a three-month theoretical and practical course.

To date, 1,500 candidates have been considered and 210 accepted as plotters. Those with the keenest vision have been assigned to aerotriangulation work.

On a conçu et construit un stéréorestituteur radial pour transférer sur la base topographique les renseignements que les photo-interprètes tracent sur les clichés réalisés par contact sur papier ou sur film transparent.

Pour permettre l'usage de diapositives sur le terrain, on a conçu et construit un stéréoscope à miroir qui utilise la lumière du jour et permet de travailler sans prendre appui sur une surface plane.

Pour mettre en forme numérique les renseignements cartographiques en forme automatisée, on a conçu et construit un balayeur optique qui s'adapte à notre traceur automatique.

Pour aider à déterminer l'azimut lors des travaux de polygonation, on a conçu et construit une horloge à affichage numérique.

On a conçu et construit un copieur-réducteur (réduction au 2/10) qui sert à établir des copies miniatures des négatifs de format 23 × 23 cm, pour le contrôle des vols de prise de vues.

Pour former des opérateurs techniciens en photogrammétrie, on choisit des candidats de niveau préuniversitaire, auxquels on fait subir des examens ophtalmologiques, des tests psychotechniques et des épreuves de vision stéréoscopique. Les candidats acceptés suivent un cours théorique et pratique de trois mois.

Jusqu'à présent, on a analysé 1 500 dossiers et accepté 210 candidats comme opérateurs de restitution. Les personnes douées de la plus grande acuité visuelle ont été affectées à la triangulation aérienne.

Introducción

A partir de 1968 los trabajos fotogramétricos en México experimentaron un desarrollo considerable debido a la creación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL).

La adquisición e instalación del equipo se realizó en 1969; así como el entrenamiento del personal, pues cabe destacar que en aquel entonces no se contaba con el número suficiente de personal capacitado en técnicas fotogramétricas y cartográficas.

El desenvolvimiento fotogramétrico de la CETENAL se basó en la experiencia de un grupo reducido de técnicos mexicanos que trasmitieron a un número considerable de personas, jóvenes en su mayoría, los fundamentos de los métodos conocidos, para en base a ellos permitir las innovaciones y adaptaciones que fueran necesarias a fin de incrementar la eficiencia de los mismos.

Puede decirse que el desarrollo fotogramétrico experimentado en CETENAL en los últimos seis años ha sido bastante satisfactorio, los métodos han sido adaptados a nuestras necesidades y los índices de producción han superado en muchos casos los estándares aceptados.

Las experiencias logradas estos seis años han sido presentadas en diversos congresos y convenciones; se incluyen a continuación algunos de los trabajos, que servirán para dar una idea de nuestros logros.

El desarrollo de la triangulación aérea en CETENAL

A fines de 1969, al iniciarse las labores en la Sección de Triangulación Aérea, el equipo con que se contaba estaba formado por cuatro Autógrafos Wild A-7 y cuatro Transferidores de Puntos Pug-3, y el reto al que la Sección se enfrentaba era el de producir suficiente control fotogramétrico para abastecer a 20 aparatos de restitución Stereo-Simplex II C, encargados de elaborar la Carta Topográfica de la República a escala 1:50.000 a partir de fotogramas de escala media 1:50.000. La producción media mínima esperada era de dos modelos por día, por cada Stereo-Simplex.

Por otra parte, en ese entonces no se contaba en México con suficientes técnicos experimentados en el manejo de instrumentos fotogramétricos, por lo cual hubo de procederse a la instrucción y entrenamiento de personal que, en la mayoría de los casos, no poseía experiencia fotogramétrica previa.

El equipo de cómputo disponible lo constituía una computadora IBM 1130 con 16 K (posteriormente se ampliaría a 32 K), y cuatro computadoras de escritorio Olivetti tipo 101.

Ante este panorama, el método que se consideró más conveniente para operar en esta primera etapa fue el de triangulación Analógica por Aeropolígono, dadas las ventajas que presenta debido al hecho de que la orientación relativa correcta de cada modelo constituye una inmediata verificación de la calidad de la orientación relativa del precedente, por lo que con este método se logra que los operadores adquieran, en forma rápida y objetiva, conciencia de la

importancia que sobre los resultados finales de la triangulación aérea tiene la mejor distribución de los paralajes aceptables en cada modelo.

Una ventaja adicional del Método de Aeropolígono particularmente importante en ese entonces, dadas las limitantes existentes en cuanto al número de personal especializado de que podía disponerse para dedicarlo a los aspectos analíticos que requieren otros métodos, es el hecho de que las fajas, al formarse analógicamente en el instrumento, pueden ser integradas al bloque en forma directa para su ajuste y compensación.

El programa de ajuste empleado fue el "*Program for the Adjustment of Strips and of Bloks by Polynomial Transformations*", desarrollado en el National Research Council (NRC) por G. H. Schut. La configuración de los bloques, así como la distribución y especificaciones para el apoyo terrestre están ilustrados en la figura 53.

Esta primera etapa de desarrollo de la Sección de Triangulación Aérea fue provechosa en tanto que permitió una formación adecuada de operadores y un camino más inmediato a la obtención del control fotogramétrico. Sin embargo, las posibles ventajas del Método de Modelos Independientes con relación al de Aeropolígono no se perdían de vista y, ya en el primer Congreso Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia, fueron señaladas por el Ing. Angel García Amaro en la ponencia titulada Métodos de Triangulación y Orientación Relativa en Ajustes de Bloques.

En base a las conclusiones de esa ponencia, se consideró conveniente establecer un Método de Orientación Relativa Numérica, con 9 puntos por modelo para una mayor velocidad en la ejecución de la misma y, por otra parte, iniciar los trabajos tendientes a establecer el Método de Triangulación por Modelos Independientes.

El paso a la utilización del Método de Triangulación por Modelos Independientes se dio a principios de 1972 al contarse con el Programa de Formación de Fajas por Modelos Independientes (Formation of Strips from Independent Models), desarrollado por G. H. Schut, adaptado en la Sección de Cómputo, así como con el personal suficiente adiestrado en el manejo del programa.

También en 1972 fue adquirido por la Comisión un Estereocomparador Wild STK-1, el cual además de permitirnos

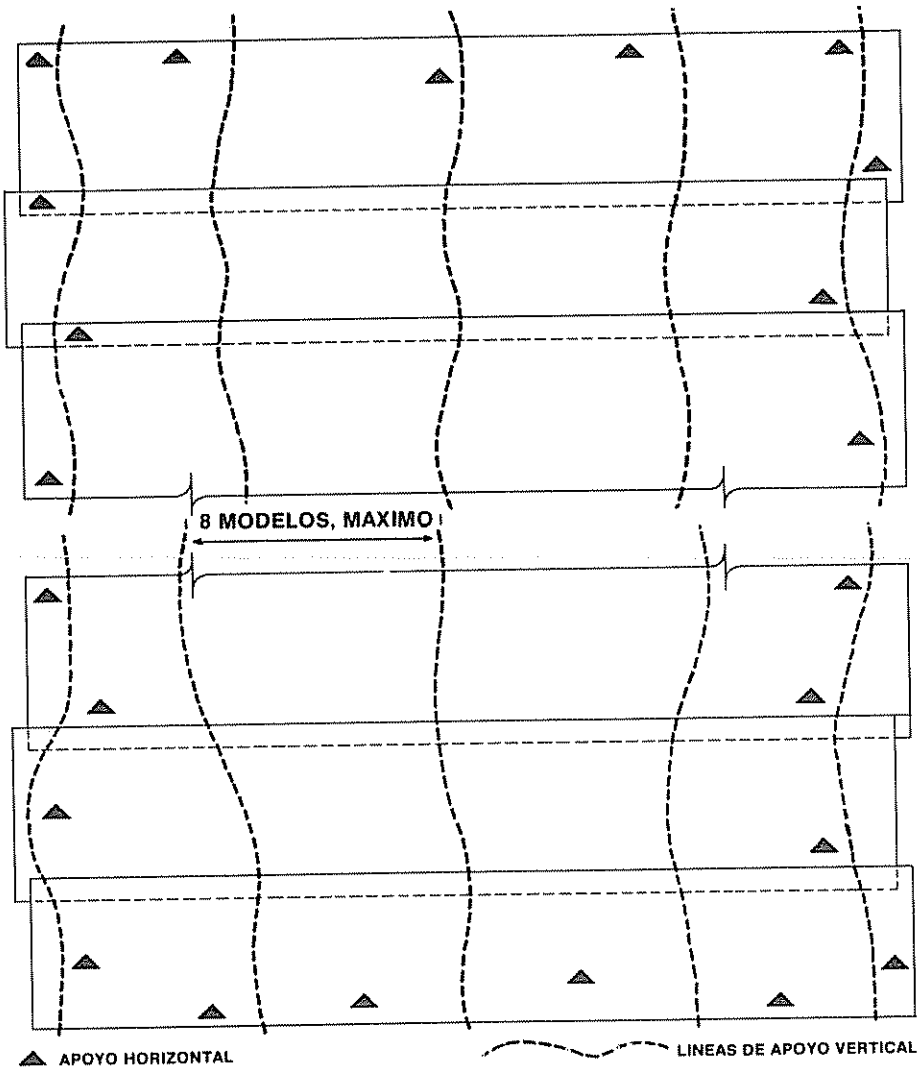


Figura 53. México: configuración de bloques y apoyo terrestre

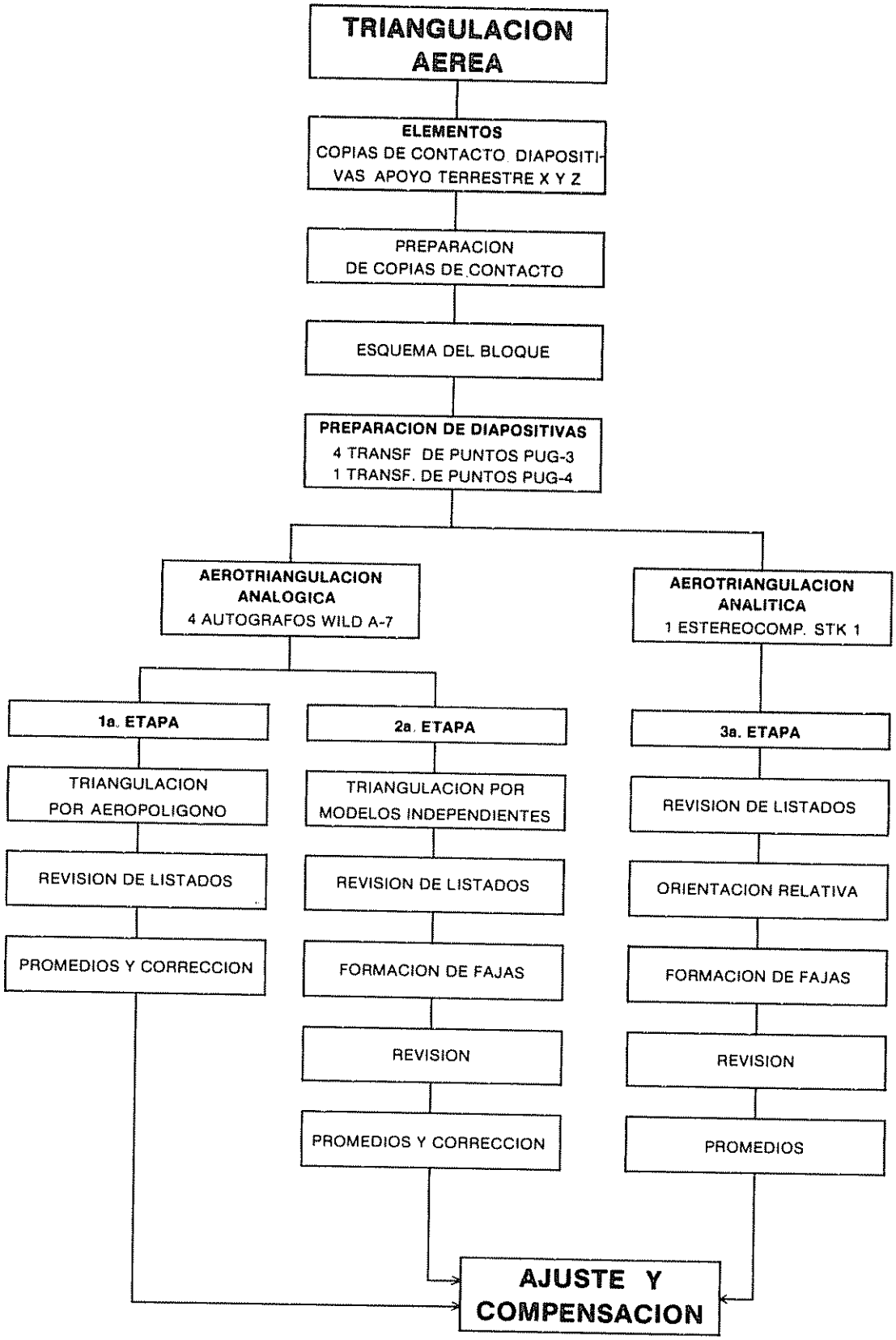


Figura 54. México: metodología empleada en la Sección de Triangulación Aérea

ingresar al campo de la fotogrametría analítica, constituye un factor de gran importancia en cuanto a la productividad se refiere, por las dos razones siguientes:

1. La medición directa de coordenadas de imagen en el STK-1 es, además de más precisa, más rápida, comparada con medición de coordenadas de modelos en los aparatos analógicos;

2. La ventaja de la fotogrametría analítica en cuanto a no tener limitaciones de formato o distancias focales utilizadas, nos permitió ejecutar la triangulación aérea de fotogramas obtenidos con Cámara Super Gran Angular, los cuales no hubiesen podido triangularse en el A-7. Con esto, aprovechando el rango de distancias focales utilizables en el Stereo-Simplex, se logró la restitución de estos fotogramas para la elaboración de la carta esc. 1:50.000 con lo cual, la eficiencia del sistema aumentó en forma considerable, dado el mayor cubrimiento que se tiene con la Cámara Super Gran Angular para una misma altura de vuelo.

Además del estudio en relación a métodos de orientación relativa y ajuste de bloques, se han realizado en la Sección estudios acerca de los siguientes temas:

a) Determinación del número y posición óptimos de los puntos a emplear para la orientación relativa analítica, en modelos completos e incompletos. Las conclusiones de este estudio dieron como resultado que se adoptaran 10 puntos por modelo como mínimo para orientación relativa analítica en el proceso de triangulación aérea. El Programa de Orientación Relativa Analítica empleado es el desarrollado por G. H. Schut en el NRC;

b) Comportamiento del ajuste polinómico de bloques con relación al número de iteraciones empleadas.

Actualmente se encuentran en ejecución los siguientes proyectos:

a) Triangulación analítica en aparatos analógicos;

b) Evaluación de la precisión en ortofotos a esc. 1:10.000 elaborados de fotogramas esc. 1:25.000 empleando el apoyo obtenido para la Carta Topográfica, densificado en el área específica a cubrir con ortofotos;

c) Estudio para el levantamiento catastral de áreas urbanas en forma gráfica y analítica.

Metodología e índices de producción

La metodología empleada en la Sección de Triangulación Aérea en las distintas etapas mencionadas es la ilustrada en la figura 54.

Los índices de producción obtenidos para la triangulación analógica, tanto por Aeropolígono como por Modelos Independientes están contenidas en la figura 55.

Estos índices son satisfactorios si se toman en cuenta el grado de accidentes del terreno (montañoso en su mayor parte), o los estándares de producción señalados por otros países; sin embargo, un análisis de los rendimientos por hora obtenidos en triangulación aérea, nos llevó a observar que la gráfica de eficiencia de operación seguía un patrón como el que señala la figura 56, en la cual, el área asciurada representaría la ineficiencia del proceso de registro de coordenadas en instrumentos fotogramétricos.

Al instalarse el Estereocomparador y dadas las características de manejo de éste, el fenómeno se repitió y aún más se

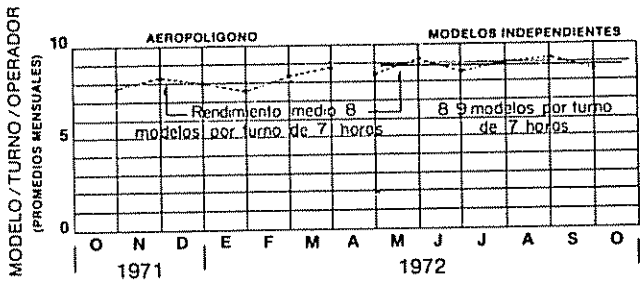


Figura 55. México: índices de producción para la triangulación analógica

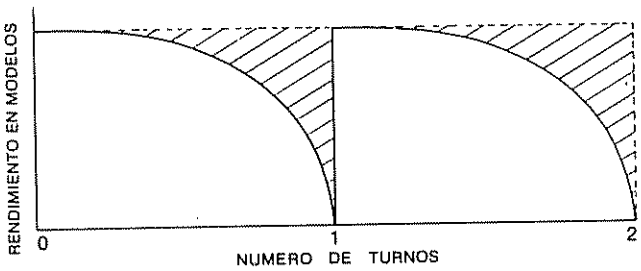


Figura 56. México: gráfica de eficiencia de operación

acentuó, obteniéndose que la producción del STK-1 en modelos • turno • operador, a pesar de la ventaja que representa el hecho de no requerirse orientación relativa previa, sólo era de 10 modelos que comparados con los (8-9) modelos • turno • operador que se obtienen en triangulación aérea analógica nos señalaban que no era un rendimiento muy satisfactorio, ya que la diferencia no es representativa.

Un análisis de las causas de esta situación nos lleva claramente a la conclusión de que el sistema de mantener a un solo operador durante todo el turno es inadecuado, porque inevitablemente se tendrá una pérdida de su rendimiento como resultado de la monoactividad a la que está sometido.

Esto es perfectamente entendible desde el punto de vista fisiológico; sin embargo, para el nivel de costo de los instrumentos fotogramétricos de primer orden, es indispensable buscar la condición de óptimo rendimiento. La solución que se ensayó, y a la postre ha dado excelentes resultados, fue la de establecer un método de operación con el cual un operador maneja el Estereocomparador sólo un 50% del turno de 7 horas; finalizando esta primera mitad, su puesto es ocupado por otro que hasta ese momento ha estado dedicado a una labor distinta a la que realiza en el instrumento. Con esta modalidad, la eficiencia de operación aumenta en gran medida como lo muestra la gráfica en la figura 57.

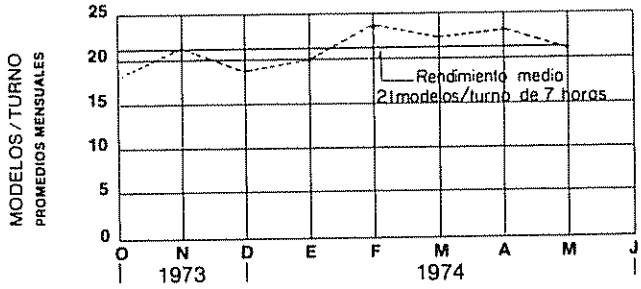


Figura 57. México: aumento de la eficiencia de operación

Tabla 1

RELACION DE BLOQUES COMPENSADOS

No.	BLOQUE	No DE LINEAS	No DE MODELOS	CAMARA Y ESC MEDIA	TRIANGEN	No. DE PUNTOS CONTROL HORIZONTAL	No. PUNTOS CONTROL VERTICAL	No. PUNTOS CONTROL FOTOGRAM.
3	1	10	343	G.A. 1:50 000	A-7	22	118	918
3	2	14	346	G.A. 1:50 000	A-7	26	343	1845
3	3	8	220	G.A. 1:50 000	A-7	18	175	1385
3	4	9	343	G.A. 1:50 000	A-7	21	261	1296
3	5	10	269	G.A. 1:50 000	A-7	17	195	884
3	6	8	255	G.A. 1:50 000	A-7	24	124	1027
4	1	17	324	G.A. 1:50 000	A-7	23	348	1393
4	2	11	319	G.A. 1:50 000	A-7	22	382	1085
4	3	12	258	G.A. 1:50 000	A-7	25	287	995
4	4	14	218	G.A. 1:50 000	A-7	13	251	662
4	5	11	181	G.A. 1:50 000	A-7	14	225	664
4	6	13	314	G.A. 1:50 000	A-7	26	237	1226
5	1	12	218	G.A. 1:50 000	A-7	20	259	782
5	2	14	249	G.A. 1:50 000	A-7	19	347	901
5	3	13	270	G.A. 1:50 000	A-7	22	342	1062
5	4	13	257	G.A. 1:50 000	A-7	18	364	1127
6	1	9	262	G.A. 1:50 000	A-7	17	250	1338
6	4	11	211	G.A. 1:50 000	A-7	20	239	692
6	5	11	267	G.A. 1:50 000	A-7	24	290	1262
6	6	24	335	G.A. 1:50 000	A-7	25	342	975
7	1	15	334	G.A. 1:50 000	A-7	24	248	844
7	2	15	342	G.A. 1:50 000	A-7	31	324	1399
8	1	13	222	G.A. 1:50 000	A-7	24	206	634
8	2	13	210	G.A. 1:50 000	A-7	20	168	764
9	1	8	137	G.A. 1:50 000	A-7	12	123	760
9	2	10	180	G.A. 1:50 000	A-7	17	120	1404
9	3	11	249	G.A. 1:50 000	A-7	22	165	1293
9	4	13	390	G.A. 1:50 000	A-7	23	222	1046
9	5	8	290	G.A. 1:50 000	A-7	22	133	716
12	1	16	523	G.A. 1:50 000	A-7	24	351	1025
12	2	15	442	G.A. 1:50 000	A-7	26	327	990
13	1	23	649	G.A. 1:50 000	A-7	42	557	1944
14	1	13	395	G.A. 1:50 000	A-7	27	227	2302
14	2	15	601	G.A. 1:50 000	A-7	27	344	1917
15	1	18	611	G.A. 1:50 000	A-7	30	369	2075
15	2	11	363	G.A. 1:50 000	A-7	41	220	1737

Tabla 1 *(continuación)*

16	1	20	414	G.A. 1:50 000	A-7	27	286	1533
16	2	18	328	G.A. 1:50 000	A-7	23	267	1130
16	3	16	393	G.A. 1:50 000	A-7	24	390	1208
19	1	14	425	G.A. 1:50 000	A-7	17	179	949
19	2	15	407	G.A. 1:50 000	A-7	18	356	1117
19	3	12	294	G.A. 1:50 000	A-7	22	310	1071
19	A-A	12	250	G.A. 1:50 000	STK-1	16	244	1381
20	1	18	648	G.A. 1:50 000	A-7	29	548	1433
20	2	8	296	G.A. 1:50 000	A-7	28	145	805
22	1	16	412	G.A. 1:50 000	A-7	29	358	1834
31	3	10	236	G.A. 1:50 000	A-7	20	240	886
40	1	18	386	G.A. 1:50 000	A-7	26	572	1347
41	1	14	290	SGA.1:70 000	STK-1	32	470	1264
42	1	16	519	G.A. 1:50 000	A-7	31	647	1100
43	1	13	313	SGA.1:70 000	STK-1	30	489	2350
44	1	11	347	G.A. 1:50 000	STK-1	23	318	1714
60	1	17	457	G.A. 1:50 000	STK-1	20	384	2401
60	2	15	369	G.A. 1:50 000	STK-1	22	361	2300
61	1	17	460	G.A. 1:50 000	STK-1	23	462	2284
61	2	17	450	G.A. 1:50 000	STK-1	22	409	2444
62	1	10	330	G.A. 1:50 000	STK-1	15	2466	359
62	2	15	361	G.A. 1:50 000	STK-1	19	383	1711
74	1	8	296	G.A. 1:50 000	A-7	25	214	1318
74	2	8	287	G.A. 1:50 000	A-7	28	183	1289
74	3	11	318	G.A. 1:50 000	A-7	22	195	1242
75	1	14	435	G.A. 1:50 000	A-7	20	369	1911
75	2	14	506	G.A. 1:50 000	A-7	20	372	1566
75	3	11	363	G.A. 1:50 000	A-7	20	416	1154
76	1	21	477	G.A. 1:50 000	A-7	31	360	957
77	1	18	461	G.A. 1:50 000	A-7	27	321	1884
77	2	17	365	G.A. 1:50 000	STK-1	25	272	1560
77	3	16	389	G.A. 1:50 000	A-7	29	614	2182
78	1	21	483	G.A. 1:50 000	A-7	29	200	1100
78	2	23	436	G.A. 1:50 000	STK-1	21	420	2617
82	1	12	200	SGA.1:70 000	STK-1	22	215	2006
82	2	12	316	SGA.1:70 000	A-7	25	238	1647
83	1	16	470	G.A. 1:50 000	A-7	27	359	1344
83	2	14	332	G.A. 1:50 000	A-7	18	285	1427
84	1	12	593	SGA.1:70 000	A-7	24	322	1281
84	2	13	293	SGA.1:70 000	A-7	27	348	1719
85	1	18	467	G.A. 1:50 000	A-7	26	409	1361
85	2	12	337	G.A. 1:50 000	A-7	23	370	1049

Tabla 2

ERRORES MEDIOS CUADRATICOS						
BLOQUE	EN PUNTOS DE APOYO TERRESTRE			EN PUNTOS DE LIGA ENTRE FAJAS		
	Sx	Sy	Sz	Sx	Sy	Sz
	m	m	m	m	m	m
4/6	4.30	1.59	1.69	1.85	3.45	1.53
4/5	1.82	2.82	1.82	1.35	1.79	1.37
4/3	1.59	1.19	1.24	3.07	1.65	1.56
5/4	7.30	7.13	1.53	7.59	6.62	2.19
5/1	8.27	12.17	1.52	5.93	7.20	1.38
5/2	2.81	2.36	2.08	2.11	2.13	1.76
5/3	3.26	5.86	1.73	3.43	3.57	2 02
75/3	6.45	4.66	1.95	2.29	1.96	1.84
6/4	4.82	3.63	1.82	2.51	2.39	1.68
4/4	6.32	6.14	1.61	1.45	1.79	1.03
6/1	3.25	5.52	1.98	3.58	2.67	2.06
75/1	6.09	5.10	1.93	4.79	3.38	2.32
3/2	3.64	6.72	2.05	2.58	3.66	1.85
3/3	3.59	4.59	1.62	2.99	3.72	1.70
6/5	3.28	3.74	1.86	3.38	5.05	2.37
74/3	7.71	7.30	1.81	5.86	5.96	2.29
74/2	6.69	4.02	1.77	2.75	2.41	2.13
13/-	7.81	12.02	1.63	5.64	5.99	1.78
3/4	3.19	4.60	1.33	1.51	2.12	1.50
9/4	2.86	2.40	1.60	1.80	1.80	1.93
9/5	1.70	3.39	1.39	4.19	2.97	2.24
3/5	1.56	2.02	1.67	2.41	1.88	1.96
9/3	3.52	2.98	2.06	2.62	2.35	2.42
9/2	2.62	4.41	1.77	2.06	2.25	1.87
9/1	2.66	3.21	1.55	2.37	2.19	1.86
12/1	3.49	5.67	1.73	2.31	2.08	1.89
3/6	2.33	3.26	1.82	2.23	2.33	1.91
12/2	6.47	2.97	1.57	2.57	1.98	1.95
14/2	6.58	5.42	1.97	3.04	2.79	2.33
14/1	4.22	4.01	1.63	2.94	3.11	1.78
8/1	4.16	2.40	1.56	1.69	1.83	1.65

Tabla 2 *(continuación)*

8/2	5.04	2.71	1.55	5.16	3.07	1.87
15/2	8.08	8.39	1.72	6.17	5.58	1.95
7/2	3.37	4.59	1.85	7.25	4.33	2.49
7/1	7.94	9.76	2.03	6.83	7.92	2.43
19/2	1.56	1.94	1.50	1.61	1.26	1.82
19/3	3.75	3.50	1.63	2.37	2.45	2.07
19/1	2.77	8.07	1.59	2.32	3.10	1.82
15/1	4.05	4.65	1.66	5.09	5.47	1.99
16/2	4.10	3.12	1.71	2.70	2.61	1.96
16/3	3.86	2.91	1.68	2.69	2.61	1.95
16/1	3.14	3.72	1.75	2.97	3.56	2.08
83/2	2.34	2.84	1.38	2.95	2.15	1.84
83/1	2.34	3.23	1.33	2.55	2.25	1.68
22/-	3.58	4.06	1.92	2.62	3.07	2.07
74/1	3.63	3.40	1.90	3.57	6.11	2.14
20/4	5 13	6.46	1 72	2 77	3.05	2.03
85/1	3.84	3.31	1.63	7.43	8.76	1.70
20/1	6.16	5.44	1.65	3.90	2.96	1.87
84/1	4.38	4.20	1.79	3.32	3.56	1.69
84/2	3.88	4.99	1.70	3.18	3.75	1.75
78/1	2.19	2.33	1.16	1.54	1.36	1.23
77/2	9.26	10.34	1.47	9.06	8.01	1.75
82/2	3.74	2.97	1.70	2.49	4.89	1.89
77/1	2.49	3.90	1.70	2.79	3.27	1.94
82/1	4.76	2.54	1.51	2.46	3.12	1.47
85/2	5.29	4.45	1.32	6.13	8.42	1.72
40/-	3.32	5.08	1.31	2.45	1.33	1.43
31/3	6.42	2.56	1.55	1.49	1.35	1.40
41/-	3.97	6.47	1.54	3.03	2.79	1.84
78/2	4.24	3.67	1.19	2.76	2.13	1.11
42/-	2.82	1.76	1.51	1.61	1.41	1.72
43/-	2.55	2.49	1.64	2.26	3.14	1.67
62/2	1.42	1.10	1.25	1.28	1.34	1.46
44/-	2.93	1.03	1.21	1.32	1.10	1.29
62/1	3.48	1.98	1.34	1.63	1.66	1.35
61/1	2.48	3.31	1.29	1.33	1.65	1.58
61/2	2.27	3.03	1.27	1.72	1.86	1.35
19/A-A	2.60	3.72	1.14	2.28	2.42	1,35
60/1	2.97	3.20	1.35	2.05	2.11	1.41
60/2	2.36	2.57	1.17	1.46	1.63	1.26
77/3	4.99	5 65	1.41	3.85	4.37	1.56

TABLA 3

			METODO			
		UNIDADES	AERO–POLIGONO	MODELOS INDEPEN–DIENTES	T. ANALITICA S. G A	T. ANALITICA G.A
EN PUNTOS DE APOYO TERRESTRE	S(X)	M	4.36	4.20	3 75	2.56
		MM*	0 087	0 084	0 054	0 051
	S(Y)	M	4 58	3 27	3.62	2.49
		MM*	0.091	0 066	0.051	0 050
	S(Z)	M	1.69	1.39	1 60	1 32
		% % Hv	0 22	0 18	0 27	0 17
EN PUNTOS DE LIGA ENTRE FAJAS	S(X)	M	3 68	2 08	2 56	1 63
		MM*	0.069	0 042	0.037	0 033
	S(Y)	M	3.48	1 60	3 49	1 72
		MM*	0 070	0.032	0 050	0 34
	S(Z)	M	1 91	1 42	1 72	1.38
		% % Hv	0 25	0 19	0.30	0 18

*MM a la escala de imagen

Por otra parte, al adoptarse este método de operación fue posible que el personal aplicara sus conocimientos en todo el proceso operativo; de modo que actualmente el operador de triangulación aérea efectúa:

Preparación de fotografías y diapositivas;

Registro de coordenadas instrumentales;

Revisión de listados de triangulación aérea;

Integración y corrección de los *decks* de datos.

Lo anterior redunda en una superación del criterio del operador, ya que, al tener una visión general del proceso, está más compenetrado de los problemas que pueden surgir en cada etapa.

Aquí es conveniente destacar que la preparación de un bloque para su compensación y ajuste cuando la triangulación se ha realizado por métodos analíticos, es un proceso que necesariamente consta de varias etapas, como se ve en la figura 54, y cada una de ellas requiere una cuidadosa ejecución, para lo cual es necesario contar con personal capacitado.

Para la magnitud normal de nuestra producción mensual de aproximadamente 600 modelos, ha resultado muy conveniente que el personal de triangulación aérea tenga una visión de conjunto del proceso y pueda en cualquier momento servir de auxiliar en las etapas de análisis. Por otra parte, este método es adecuado porque coadyuva a formar un ambiente de trabajo en equipo propicio para la superación del personal.

Precisiones

Al inicio de las labores de la Sección, se establecieron ciertas tolerancias en relación con la precisión mínima aceptable, tanto en orientación relativa como en liga de modelos. Esto fue hecho con objeto de estandarizar la calidad de los resultados y, al mismo tiempo, para proveernos de un control de la misma.

Estas tolerancias para el Método de Aeropolígono fueron:

0,03 mm como valor máximo para las paralajes residuales en el modelo;

$\pm$ 0,05 mm como discrepancia máxima en las coordenadas de los puntos de liga entre modelos.

Para el Método de Modelos Independientes la especificación para la orientación relativa es la misma, obteniéndose que, como se esperaba, la liga de modelos al realizarse en forma analítica fue de mejor calidad que en el caso de aeropolígono.

Por lo que respecta a la triangulación analítica, un parámetro importante para medir su precisión es la distancia mínima entre rayos correspondientes después de la orientación relativa analítica (Want). Su importancia radica en que nos provee de información directa acerca de la calidad de la orientación relativa e indirectamente acerca de la calidad de las mediciones, siendo también de gran utilidad para la detección de errores.

Del total de los bloques que hemos procesado en forma analítica se tomaron 100 modelos al azar, encontrándose que la media cuadrática de la discrepancia de intersección de rayos homólogos de estos modelos tuvo un valor de 8,2 micrones, estando los valores máximos y mínimos entre $\pm$ 30 micrones.

Finalmente, la precisión de ajuste de los bloques ha sido evaluada para cada uno de ellos, tomando como indicadores la media cuadrática de las discrepancias entre las coordenadas de los puntos de control usados para el ajuste y las coordenadas transformadas de esos mismos puntos después del ajuste, y la media cuadrática de las discrepancias en las coordenadas de los puntos de liga entre fajas. Estos indicadores figuran ordenados por bloque en la tabla 2.

El promedio aritmético de las medias cuadráticas obtenidas del total de los bloques compensados separados por métodos utilizados son los mostrados en la tabla 3.

Informe de lo realizado

Desde marzo de 1970, en que se realizó la compensación del primer bloque, a la fecha se han compensado en los 4 $^1/_2$ años de labores de la Sección un total de 79 bloques formados por 27.702 modelos que cubren un área aproximada de 700.000 Km^2, o sea que el rendimiento medio por año ha sido de 6.156 modelos triangulados.

Las características de los bloques en cuanto a número de líneas, número de modelos, cámara, escala del vuelo, instrumento usado para la triangulación, número de puntos de control terrestre y número de puntos de control fotogramétrico se encuentran en la tabla 1.

Conclusiones

Los índices de producción obtenidos en la Sección de Triangulación Aérea pueden considerarse adecuados. El rendimiento de 6.156 modelos triangulados por año es satisfactorio, sobre todo si se toma en cuenta que actualmente la totalidad de la triangulación aérea se realiza en forma analítica en el estereocomparador. Esto ha sido muy ventajoso porque, al liberar a los autógrafos de las labores de triangulación, han podido ser dedicados a otras actividades tales como la restitución de mapas a grandes escalas y al desarrollo de proyectos de investigación.

Las precisiones obtenidas han sido satifactorias y han experimentado las mejoras lógicas esperadas en función de los métodos aplicados.

En las condiciones actuales de la Sección, el método de triangulación más eficiente es sin lugar a dudas el analítico. Por lo anterior, especial atención está siendo puesta en el desarrollo de la triangulación analítica utilizando aparatos analógicos, específicamente el A-7.

El método actual de operación del estereocomparador, con la modalidad de tener 2 operadores por turno de 7 horas, es el más eficiente, tanto por su índice de productividad como por las ventajas adicionales ya señaladas, que han propiciado que en la Sección se tenga actualmente un equipo de operadores que, además de habilidad y experiencia, poseen un criterio más general y adecuado el proceso.

Aunque en forma general y en función de nuestras necesidades específicas se consideren satisfactorios los métodos y programas empleados actualmente, no se pierden de vista las tendencias e innovaciones que se pueden tener en el campo de la triangulación aérea, especialmente en lo relativo a métodos de ajuste de bloques, tema en el cual los investigadores han puesto gran interés en los últimos años. De hecho, las dos principales alternativas existentes con relación al Método de Ajuste Polinómico de Fajas y Bloques que es el actualmente empleado por CETENAL, están siendo sometidas a análisis con objeto de determinar las ventajas e inconvenientes que puede representar para nosotros su adopción, en base a nuestros objetivos inmediatos.

Estas alternativas son:

Ajuste de Bloques por el Método Analítico o de Haces;

Ajuste de Bloque por Modelos Independientes.

Large-scale and medium-scale maps in Poland*

Paper presented by Poland

RÉSUMÉ

Le Bureau central de géodésie et de cartographie a pour principale tâche d'exécuter des travaux géodésiques et cartographiques à l'échelle du pays, comme le canevas planimétrique uniforme, la carte géodésique de base du pays et l'édition de cartes et atlas répondant aux besoins économiques, culturels et éducatifs.

Les cartes à grande et à petite échelle réalisées en Pologne sont divisées en deux catégories : les cartes générales et les cartes spécialisées. Le premier groupe comprend les cartes de base et les cartes topographiques. Ces cartes sont établies au 1/500, au 1/1 000, au 1/2 000 et au 1/5 000. Dans la plupart des cas, elles constituent la base des cartes thématiques à grande échelle. Les cartes topographies sont établies au 1/10 000 (pour les terres agricoles et les terres boisées) et au 1/5 000 (pour les zones urbaines et pour les terres particulièrement importantes, du point de vue économique). Les cartes topographiques d'emploi administratif, économique et scientifique sont établies au 1/25 000 et au 1/100 000. Le deuxième groupe, les cartes spécialisées, comprend les plans cadastraux et les cartes d'infrastructure. Les plans cadastraux (au 1/1 000, au 1/2 000 et au 1/5 000) sont utilisés en planification économique, pour déterminer les impôts et les services, pour l'enregistrement foncier et à d'autres fins économiques. Il s'y ajoute des cartes multicolores pédologiques ou agricoles au 1/5 000 et au 1/25 000 également réalisées en Pologne. Les cartes d'infrastructure sont établies au 1/200, au 1/500 et au 1/1 000 (plans détaillés) et au 1/2 000, au 1/5 000 et au 1/10 000 (cartes d'ensemble). Les plans détaillés indiquent les installations en sous-sol et en surface. Les cartes d'ensemble, pour la plupart, n'indiquent qu'un seul type d'infrastructure.

En plus des cartes d'infrastructure mentionnées ci-dessus, les services géodésiques établissent des séries de cartes spé-

RESUMEN

La tarea principal de la Oficina Central de Geodesia y Cartografía de Polonia es la realización de proyectos geodésicos y cartográficos de importancia nacional, como el control terrestre uniforme, el mapa geodésico básico del país y la edición de mapas y atlas con fines económicos, culturales y educacionales.

Los mapas en grande y mediana escala producidos en Polonia se dividen en dos categorías: los mapas de contenido geográfico general y los mapas especializados. El primer grupo incluye los mapas básicos y los mapas topográficos. Los mapas básicos se preparan en escalas de 1:500, 1:1.000, 1:2.000 y 1:5.000. En la mayor parte de los casos, estos mapas constituyen la base para la preparación de mapas temáticos en gran escala. Los mapas topográficos se preparan en escala de 1:10.000 (para zonas agrícolas y forestales) y en escala de 1:5.000 (para las zonas urbanas y terrenos de importancia económica particular). Los mapas topográficos para fines administrativos, económicos y científicos se preparan en escalas de 1:25.000 y 1:100.000. El segundo grupo de mapas especializados incluye los mapas de registro de tierras y mapas de las características topográficas. Los mapas de registro de tierras (en escalas de 1:1.000, 1:2.000 y 1:5.000) se utilizan para la planificación económica, la determinación de impuestos y servicios, el registro de propiedades inmuebles y otras finalidades económicas. Además de los mapas de registro de tierras se hacen también en Polonia mapas multicolores de suelos y cultivos, en escalas de 1:5.000 y 1:25.000. Los mapas de características topográficas se preparan en escalas de 1:200, 1:500 y 1:1.000 (mapas detallados) y en escalas de 1:2.000, 1:5.000 y 1:10.000 (mapas sinópticos). Los mapas detallados indican tanto las configuraciones subterráneas como las de superficie; los mapas sinópticos en su mayor parte indican sólo rasgos aislados de las características topográficas del terreno.

Además de los mapas mencionados de características topográficas, las oficinas de los servicios geodésicos preparan,

* The original text of this paper, prepared by J. Ciesielski and K. Podlacha of the Institute of Geodesy and Cartography, Poland, appeared as document E/CONF.67/L.44

cialisées contenant des renseignements spatiaux sur les systèmes de communication.

En 1975, le Bureau central de géodésie et de cartographie a réalisé un programme de préparation de cartes thématiques pour répondre aux besoins cartographiques de l'économie nationale.

con fines especiales, una serie de mapas en los que figura información espacial sobre los sistemas de comunicación.

La Oficina Central de Geodesia y Cartografía elaboró en 1975 un programa para la preparación de mapas temáticos con el fin de atender las necesidades cartográficas de la economía nacional.

Introduction

Central geodetic and cartographic authority in Poland has its seat in the Head Office of Geodesy and Cartography. The main tasks of this office are the production of geodetic and cartographic maps of nation-wide significance, including uniform ground control maps and the basic geodetic map for the country; editing of maps and atlases for economic, cultural and educational needs; maintaining the stock of materials and documents; co-ordinating and controlling the professional activities connected with ministerial geodetic services; and publishing technical instruction materials, work standards and price lists for geodetic works.

The policy of the central geodetic and cartographic service, during the 30 years of its activity, has been to create several systems through which geodetic and cartographic problems could be dealt with on a uniform basis throughout the country. Most of these systems have been brought to realization. They are based on the construction of a modern high-quality geodetic network, together with polygonization and the linking together of all classes and orders of triangulation into a uniform system. Net condensation is adapted to the needs and character of a given area, depending on the basic map scale required for the particular terrain.

The uniform ground-control system has been developed in connexion with fixed principles for its protection and maintenance, based on periodic revision of surveying marks by professional geodetic units.

Besides the horizontal geodetic network, a national vertical net has been built, referred to the Baltic Sea level.

Present status of large-scale and medium-scale cartographic projects in Poland

The existence of a uniform geodetic network—horizontal and vertical—assured the possibility of creating a new system for a uniform map of the country. This constitutes, in practice, a map set worked out in a determined scale system according to uniform patterns and agreed-upon marks, based on a mutual co-ordinate system, using uniform principles for dividing the whole map into complementary sheets.

Large-scale and medium-scale maps produced in Poland are divided into two types: topographic maps (those with general geographic content) and thematic maps (those with specialized content). Maps of both types serve several economic needs. Above all, they constitute a basis for planning, design and realization of all types of investment, for agricultural control, for land records and so forth. The scale, content and accuracy of all maps are adapted to the needs and requirements connected with these tasks.

Maps with general geographic content

To this group belong:

(*a*) The basic map, at scales 1:500, 1:1,000, 1:2,000 and 1:5,000; and

(*b*) Topographic maps, produced to meet specific economic needs, at scales 1:5,000, 1:10,000, 1:25,000 and 1:100,000.

The basic map, constituting a basic cartographic elaboration, is prepared (depending on site planning status and situational density) at the following scales:

(*a*) 1:500. For areas of large towns with old buildings; for areas of medium-sized towns with moderate construction areas and irregular borders, with compact building and great numbers of underground installations; also for areas intended in the near future for large-scale construction (with full terrain features indicated);

(*b*) 1:1,000. For unaltered terrains, especially peripheral terrains (with few underground features); for built-up areas within agricultural regions and communities;

(*c*) 1:2,000. For remaining areas of built-up regions and rural terrains (with great amount of detail, especially property boundaries);

(*d*) 1:5,000. For remaining agricultural and forest areas.

The basic map is prepared on the basis of geodetic photogrammetric survey or direct survey connected with basic ground control. Despite the use of four different scales, the map is uniform, because it is based on ground control uniform for all the country, uniform criteria for accuracy and standardized graphic forms.

The Head Office of Geodesy and Cartography worked out the programme for the preparation of the new basic map and for revision of the existing one.

Essential organizational changes have been introduced, and various experimental and research projects have been undertaken, all aimed at choosing the most suitable means of map preparation and revision as well as determining the optimal content and graphic form.

Using this basic map, large-scale general geographic maps will be prepared at scales 1:1,000, 1:2,000 and 1:5,000. These will be made by means of photomechanical decrease and content rewriting. In most cases these will be maps of ground character, constituting a base for the preparation of large-scale thematic maps.

The topographic map, at scales 1:10,000 and 1:5,000, was prepared on the basis of uniform instructions. The map consists of sheets at scale 1:10,000, for agricultural and forest terrains, and sheets at scale 1:5,000, for towns and for terrains of particular economic importance.

Topographic maps at scales 1:25,000 and 1:100,000 are prepared for administrative, economic and scientific needs in the form of sheet sets. Maps at scale 1:25,000 covered several districts and/or administrative units of second order before the reorganization of administrative division in 1975; the map at scale 1:100,000 contains voivodships and/or administrative units of first order, after the reorganization of

administration division in 1975. These maps are multi-coloured; situational details are presented in black, water in blue, relief in brown and forests in green.

Thematic maps

The most important large-scale thematic maps are ground record maps and terrain-feature maps.

Ground record maps are prepared at the following scales.

(*a*) 1:1,000. For built-up areas of towns and for country terrains with small-scale construction;

(*b*) 1:2,000. For countryside areas with substantial building, or town areas in agricultural regions;

(*c*) 1:5,000. For remaining agricultural terrains, forested areas and waters.

The content of the information-record maps includes: administrative borders, property boundaries, record-unit borders, number of parcels and buildings, soil contours, soil classes and descriptive information data.

Ground-record maps are used for, among other economic purposes, economic planning, determination of taxes and services, and real-estate registration.

For each ground-record unit, a record is prepared, consisting of a cartographic section (record map) and a descriptive-tabular section (ground register, list of parcels or owner's file and other assisting documents).

Besides the ground-record maps, multicolour soil and agricultural maps at scales 1:5,000 and 1:25,000 are also made in Poland. These characterize soil conditions and soil usefulness as they bear upon agricultural production. In several administrative units, the maps serve for planning and for economical realization of agricultural projects.

Terrain-feature maps are made at scales of 1:200 to 1:10,000. These are prepared either as detail maps, at scales 1:200, 1:500 and 1:1,000, or as review maps, at scales 1:2,000 1:5,000 and 1:10,000.

Detailed maps present underground and surface installations, specifically waterpipe and sewerage networks, thermal, gas and electric power networks with their auxiliary equipment, engineering buildings and other installations.

Review maps, for the most part, indicate single kinds of terrain features.

Terrain-feature maps are prepared, using the basic map as a ground, in a rectangular system of sheets. These maps constitute a basic source material for all investments and operational designs connected with the operation and evaluation of technical installations.

They are one of the basic source materials necessary for working out general and detailed plans of land development. They are applied widely in so-called operational planning, involving plans for areal use in settlements and investment. For work of this kind, these maps constitute the only source of information on terrain features.

Besides the above-mentioned terrain feature maps, the geodetic service prepares, for special needs, a set of maps containing spatial information on communication systems. Typical of these would be a map indicating system magnitude and other characteristics, based on an inventory of communication facilities. Maps based on such data give a basis for possible structural changes; they constitute basic material for studies conducted by institutions interested in the functioning, design, development and change of communication systems.

All the above-mentioned maps, together with geodetic documentation, create a system of geodetic information for use in developing the technical infrastructure.

In 1975 the Head Office for Geodesy and Cartography, in co-operation with the Institute of Geodesy and Cartography, worked out a programme for the preparation of thematic maps designed to serve the needs of national economic programmes. Most of these thematic maps will focus on existing conditions, using data collected from two sources: from geodetic and cartographic projects (supplemented by additional information from generally available sources); and from interpretation of satellite images and aerial photographs, supplemented with material from other sources.

On the basis of the above-mentioned information sources, the Head Office of Geodesy and Cartography will prepare and periodically transmit to the interested economic units thematic maps and other sources of specialized information to meet the current and future needs of the national economy.

The most important maps in this category, outside of the specialized maps discussed above, are those prepared at scales 1:1,000 and 1:25,000, which constitute an information set that can be used for documentation purposes. These maps indicate existing subdivisions resulting from real-estate transactions, changes in land use, conservation measures, and other official decisions that result in limitations on unrestricted land use.

These maps are necessary for local administrative authorities and institutions dealing with operational planning in the field of land management.

Conclusions

It should be emphasized that the general geographic and thematic maps discussed in this paper are only some of the large-scale and medium-scale maps produced in Poland. Besides these maps, the geodetic services subordinated to other ministries, e.g. the ministries of mining, agriculture and forestry prepare various large-scale thematic maps for special needs, on the basis of the basic map.

Detailed principles of the preparation of these maps are contained in special technical instructions.

Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), Working Group on Geodesy and Cartography: information report*

Paper presented by the Scientific Committee on Antarctic Research

RÉSUMÉ

A la suite de l'Année géophysique internationale (1957), un Comité spécial de recherche antarctique (SCAR) a été créé par le Conseil international des unions scientifiques pour établir la coopération internationale permanente nécessaire dans l'Antarctique. Depuis, le nom du Comité a été modifié et il s'appelle maintenant Comité scientifique de recherche antarctique. Il a tenu sa première réunion à La Haye en février 1958.

Le SCAR coordonne les programmes de recherche antarctique élaborés par les diverses nations participantes, et des réunions techniques sont organisées sous ses auspices selon les besoins. Seuls les pays qui ont des bases permanentes (hivernages) dans l'Antarctique ou sur des îles situées à l'intérieur de la convergence antarctique sont membres du SCAR.

Le SCAR compte maintenant 10 groupes de travail permanents dans les domaines suivants : biologie, géodésie et cartographie, géologie, glaciologie, logistique, météorologie, océanographie, géophysique, physique de la haute atmosphère, biologie humaine et médecine.

La constitution du groupe de travail sur la cartographie a été approuvée à la deuxième réunion du SCAR, qui s'est tenue à Moscou en août 1958. Les premières recommandations du groupe de travail ont été approuvées à la troisième réunion, qui s'est tenue à Canberra en mars 1959. Ces recommandations, qui avaient trait aux techniques d'établissement des cartes, aux spécifications cartographiques, à la coordination des efforts, à l'échange de sources cartographiques et à la normalisation des symboles cartographiques, ont été modifiées et illustrées par des exemples à chacune des réunions du groupe de travail qui se sont tenues par la suite. Les recommandations sont exposées en détail dans la deuxième édition du manuel du SCAR, publiée en 1972. Le secrétaire du Groupe de travail publie pour le SCAR un catalogue des cartes topographiques, aéronautiques et hydrographiques établies par les pays membres, catalogue qui est périodiquement mis à jour.

Tous les cinq ans, le secrétaire établit des rapports généraux sur les activités du Groupe de travail en matière de topographie et de cartographie. Tous les quatre ans, il élabore à l'intention des assemblées de l'Association internationale de géodésie des rapports sur les activités géodésiques dans l'Antarctique.

Depuis l'Année géophysique internationale, on a pris des photographies aériennes de la plupart des régions côtières et montagneuses et on a dressé des cartes à petite échelle et à échelle moyenne. Les pays membres du SCAR, et principalement les Etats-Unis d'Amérique, l'Union des Républiques socialistes soviétiques, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, la Nouvelle-Zélande, le Japon et l'Australie, ont entrepris d'importantes activités d'appui dans le domaine de la cartographie et de la géodésie. Ces

RESUMEN

Después de celebrarse en 1957 el Año Geofísico Internacional, el Consejo Internacional de Uniones Científicas estableció un Comité Especial de Investigaciones Antárticas, habida cuenta de la necesidad de establecer una cooperación internacional permanente en la Antártida. El nombre del Comité se cambió posteriormente por el de Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR). La primera reunión del Comité se celebró en La Haya en febrero de 1958.

El Comité Científico coordina los programas de investigación en la Antártida entre las naciones participantes y patrocina reuniones técnicas en la medida en que se necesiten. Sólo pueden ser miembros del Comité las naciones que mantienen bases permanentes de (invierno) en la Antártida o en las islas que se encuentran dentro de la zona de influencia de la Antártida.

El Comité Científico tiene ahora 10 grupos de trabajo permanentes sobre Biología, Geodesia y Cartografía, Geología, Glaciología, Logística, Meteorología, Oceanografía, Física de Tierra Sólida, Física de la Alta Atmósfera, y Biología Humana y Medicina.

La creación del Grupo de Trabajo sobre Cartografía se aprobó en la segunda reunión del Comité Científico, celebrada en agosto de 1958 en Moscú. En la tercera reunión del Comité, celebrada en Canberra en marzo de 1959, se aprobaron las primeras recomendaciones del Grupo de Trabajo. Esas recomendaciones, que se refieren a técnicas de trazado de mapas, especificaciones cartográficas, coordinación de los trabajos, intercambio de materiales cartográficos básicos y normalización de símbolos cartográficos, han sido modificadas en cada una de las reuniones subsiguientes del Grupo de Trabajo, en las que también se han presentado ejemplos. Las recomendaciones se documentaron en la segunda edición del manual del Comité Científico (SCAR Manual) publicado en 1972. La secretaría del Grupo de Trabajo publica y actualiza periódicamente un catálogo de las cartas topográficas, aeronáuticas e hidrográficas publicadas por las naciones miembros.

Cada cinco años la secretaría prepara informes generales sobre las actividades en materia de levantamientos y cartografía del Grupo de Trabajo, y cada cuatro años informes concretos sobre las asambleas de la Asociación Internacional de Geodesia relacionadas con las actividades geodésicas en la Antártida.

Desde la celebración del Año Geofísico Internacional, la mayor parte de las regiones ribereñas y montañosas han sido fotografiadas desde el aire y cartografiadas en escala media y pequeña. Las naciones miembros del Comité Científico, en particular Estados Unidos, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Nueva Zelandia, Japón y Australia, han realizado extensas actividades de apoyo cartográfico y geodésico. En los últimos años el empleo de la teleobservación desde aero-

* The original text of this paper appeared as document E/CONF 67/L 33

dernières années, des appareils de télédétection aéroportés, des techniques de géodésie par satellite et des images LANDSAT ont permis de développer rapidement notre connaissance de l'Antarctique.

Sous l'égide du SCAR, et conformément aux dispositions du Traité de l'Antarctique, les pays qui se livrent à des recherches scientifiques dans la région de l'Antarctique ont coopéré de manière très concrète. Ils ont en particulier réussi, dans le domaine de la cartographie et de la géodésie, à réaliser des progrès notables et à établir une coordination au prix d'un minimum de travail administratif. Les membres du Groupe de travail du SCAR sur la géodésie et la cartographie sont convaincus que leurs efforts conjugués finiront par déboucher sur la première carte topographique complète de l'Antarctique; l'apparition des techniques utilisant des satellites devrait permettre d'atteindre ce but dans un avenir prévisible.

naves, la tecnología de satélites geodésicos y las imágenes del LANDSAT se han utilizado extensamente para ampliar rápidamente nuestro conocimiento de la Antártida.

Bajo la dirección del Comité Científico, en cumplimiento de disposiciones del Tratado Antártico, se ha establecido una cooperación muy práctica entre las naciones que llevan a cabo investigaciones científicas en la región de la Antártida. Concretamente, se han llevado a cabo y coordinado actividades muy útiles en materia de geodesia y cartografía, con un mínimo absoluto de tareas administrativas. Los miembros del Grupo de Trabajo sobre Geodesia y Cartografía del Comité Científico de Investigaciones Antárticas esperan con interés y confianza el momento en que los esfuerzos desplegados a lo largo de los años produzcan el primer mapa topográfico completo de la Antártida; el desarrollo de las técnicas de satélite hace que ése sea un objetivo alcanzable en el futuro previsible.

Scientific Committee on Antarctic Research

During the International Geophysical Year (IGY), 1957, considerable research activity was undertaken in Antarctica. Following this, the need for continued international scientific collaboration on Antarctic research was recognized by the International Council of Scientific Unions (ICSU). Therefore, a Special Committee on Antarctic Research (SCAR) was established in 1958.

At the first meeting of SCAR, held at The Hague in February 1958, the foundations were laid from which the Committee—the title of which was changed to the Scientific Committee on Antarctic Research in 1961—has developed. This Committee serves to co-ordinate Antarctic research programmes among the participating nations, and it sponsors technical meetings or symposia as the need arises. All nations that maintain permanent (wintering-over) bases in Antarctica, or on islands within the Antarctic convergence, are eligible for membership in SCAR. In establishing its programme, SCAR takes care to acknowledge the autonomy of other existing bodies.

From time to time SCAR has advised Antarctic Treaty Consultative Meetings on scientific matters. In so doing, it acts in conformity with those articles of that Treaty and those recommendations of the Consultative Meetings that are appended to this report as annexes I through IV.

For a number of years there have been in existence nine active permanent working groups established by SCAR: Biology; Geodesy and Cartography; Geology; Glaciology; Logistics; Meteorology; Oceanography; Solid-earth Physics; and Upper-Atmosphere Physics: A new working group, on Human Biology and Medicine, was formed in 1974.

Each Working Group conducts its work mainly by correspondence, through an elected Secretary. The groups have autonomous powers of internal organization, including election of officers and appointment of sub-committees. As a general rule, working groups meet at the times of regular SCAR meetings; periods between the meetings of working groups vary, but meetings are normally at four- to six-year intervals, that is, coincident with every second or third SCAR meeting. Copies of circulars issued by working group secretaries to their members are sent to the Secretariat of SCAR, and reports of activities are submitted to SCAR meetings.

The Working Group on Geodesy and Cartography

The second meeting of SCAR, held in Moscow in August 1958, approved the formation of the Working Group on Cartography, with one member from each nation. The aims of the Working Group were:

(*a*) To study ways and means of producing a map of Antarctica at scale 1:3,000,000;

(*b*) To examine the possibilities of co-operation by various nations in producing the map; and

(*c*) To prepare specifications to ensure all possible conformity between maps produced by different agencies.

The Working Group came into being at the third meeting of SCAR, which was held in Canberra in March 1959, with George R. Laclavere of France as Chairman and Bruce P. Lambert of Australia as Secretary. After comprehensive discussions on mapping techniques and specifications, co-ordination of activities, interchange of source material and standardization of map symbols, the Working Group made certain recommendations, which were formally approved by SCAR.

These recommendations have since been modified and amplified at subsequent Working Group meetings, which have been held at Cambridge, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, (1960); Wellington, New Zealand, (1961); Paris, France, (1964); and Oslo, Norway, (1970). The working group was renamed "Working Group on Geodesy and Cartography" at the 1960 meeting.

The current membership and programme of the Working Group, together with the standing resolutions of the group as adopted by SCAR, are given in annex V of this paper.

The working group's map symbols were accepted by the United Nations Technical Conference on the International Map of the World, January, 1962, which specified: "In polar or similar regions, and particularly within the area covered by the Antarctic Treaty, i.e. south of 60° south latitude, symbols and content should conform to the specifications of the Special Committee on Antarctic Research (SCAR)".

The Secretary of the working group publishes, on behalf of SCAR, a catalogue of topographic maps, aeronautical and hydrographic charts produced by member nations. The catalogue is kept up-to-date by the periodic issue of lists of new

maps and charts and revised editions. A fourth edition of the catalogue was published in 1974.

The Secretary also prepares, at five-year intervals, general reports of the group's survey and cartographic activities. He also specifically reports to the assemblies of the International Association of Geodesy, at four-year intervals, on geodetic activities in Antarctica.

Progress in Geodesy and Cartography

Although topographic mapping of Antarctica was not included in the official programme of the IGY, a considerable amount of survey work was done by the nations that took part in Antarctic research. This was inevitable, as accurate and detailed maps were found to be necessary for the planning of scientific studies and for navigation, by aircraft and by field parties operating at a distance from their bases.

Since that time there has been much cartographic and geodetic activity. By the end of 1959, large areas of the continent had been photographed from the air and reconnaissance-type maps were available for most major features. At that stage, geodetic survey activity in Antarctica consisted mainly of independent astronomical determination of geographic positions to establish mapping control (often by daylight star observations). The relatively very small extent of rigid triangulation that had been accomplished by the late 1950s was largely confined to the environs of scientific bases. Transportation at that time was mainly by dogsled and snow tractor.

The following countries have undertaken extensive mapping operations in the Antarctic: United States of America, Union of Soviet Socialist Republics, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, New Zealand, Japan and Australia. Most of the remaining SCAR member countries have made some contribution to the mapping of the continent and the sub-Antarctic islands.

In the course of topographic mapping, extensive use has been made of air photography (vertical and oblique), both from fixed-wing and rotary aircraft. The application of satellite technology to the mapping of Antarctica has been advanced by the advent of the American LANDSAT satellites, which have been programmed to yield high-resolution imagery, providing basic data for planimetric mapping of most of the continent, at small and medium scales. The imagery is particularly valuable in the mapping of sea ice conditions and of large areas of some relatively inaccessible regions of the continent. Several members of the Working Group are now using the imagery for mapping operations at scales of 1:250,000 and smaller.

Air photography and airborne terrain profiling are both still being used to supplement this satellite-imagery mapping and to provide vertical information for contouring to varying degrees of accuracy. However, future satellites are planned to provide altimetry, which will make a significant contribution to the portrayal of relief.

In recent years, extensive airborne surveys have been undertaken, using radio methods for penetration of the ice surface and production of terrain profiles of the land surface beneath the ice mass. The Scott Polar Institute (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland) has been very active in these surveys with the aid of considerable air transportation by the United States.

Several nations, notably the Union of Soviet Socialist Republics and the United States of America, have produced, or are producing, atlases of the Antarctic.

From 1960 onwards extensive use has been made of electromagnetic distance-measuring equipment, to establish survey control by traversing and trilateration. Moreover, with increased use of aircraft support for field parties, geodetic networks were established over extensive coastal regions and mountainous areas of the hinterland of Antarctica. The United States of America has extended survey control from Oates Land along the full length of the Trans-Antarctic Mountains, in the coastal regions of Ellsworth Land, in Marie Byrd Land and in other isolated areas. The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland has covered most of the Antarctic Peninsula. The Union of Soviet Socialist Republics has completed traverse surveys from Mirny to Vostock, to the Pole of Inaccessibility and to Molodezhnaya. Australia has surveyed from Davis through the Prince Charles Mountains to Mawson, and thence to Enderby Land and Molodezhnaya. Local control surveys and mapping have been undertaken by Japan, South Africa, France and, in earlier days, Belgium and Norway.

These geodetic and mapping-control surveys have been supplemented by a great number of geophysical (gravity and seismic) traverses, which have literally criss-crossed the continent. Most member nations have participated in and contributed in varying degrees to the determination of the elevation of the ice surface and of the sub-ice land surface.

The advent of satellite geodesy in Antarctica occurred in 1969, with the setting up of four United States geodetic satellite-observation stations on the continent to link Antarctica with the world-wide network of stations. Following this important first step towards the creation of a geodetic network over the whole of the continent, continuing programmes of satellite observations have been maintained. The latest development in technology has been the development and the practical application of the United States NAVSAT Doppler-satellite equipment, which is capable of establishing precise geographic position and elevation under either good or adverse weather conditions. Use of this technique is rapidly being extended and its potential in Antarctica for mapping control, and for geophysical and glaciological investigations, suggests that it will eventually come into widespread use.

A limited amount of hydrographic charting and oceanographic survey has been completed in Antarctic waters, with contributions coming from Argentina, Belgium, Chile, Japan, New Zealand, Union of Soviet Socialist Republics, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland and United States of America.

An index to the stations operating in the Antarctic during the winter of 1975 is given in figure 58.

The Future

The existence of SCAR, in combination with the Antarctic Treaty, has brought about a great deal of very practical co-operation among the nations that are carrying out scientific operations within the Antarctic region. Specifically worth-while progress has been achieved in geodesy and cartography and a very significant degree of co-ordination has been achieved with an absolute minimum of administra-

tive effort. The members of the SCAR Working Group on Geodesy and Cartography look forward confidently to the time when their cumulative efforts will produce the first complete topographic map of Antarctica. The advent of satellite techniques should make this a reality within the foreseeable future.

Annex I

EXTRACT FROM ANTARCTIC TREATY

Article II

Freedom of scientific investigation in Antarctica and co-operation toward that end, as applied during the International Geophysical Year, shall continue, subject to the provisions of the present Treaty

Article III

1. In order to promote international co-operation in scientific investigation in Antarctica, as provided for in Article II of the present Treaty, the Contracting Parties agree that, to the greatest extent feasible and practicable:

(*a*) information regarding plans for scientific programs in Antarctica shall be exchanged to permit maximum economy and efficiency of operations;

(*b*) scientific personnel shall be exchanged in Antarctica between expeditions and stations;

(*c*) scientific observations and results from Antarctica shall be exchanged and made freely available.

2. In implementing this Article, every encouragement shall be given to the establishment of co-operative working relations with those Specialized Agencies of the United Nations and other international organizations having a scientific or technical interest in Antarctica

Annex II

EXTRACT FROM TEXT OF RECOMMENDATIONS OF FIRST ANTARCTIC TREATY CONSULTATIVE MEETING CANBERRA, 10-24 JULY, 1961

I-I

(Exchange of information on scientific programmes)

The Representatives recommend to their Governments that they should facilitate the continuation of the exchange of information regarding plans for scientific programmes as now carried on through the Special Committee on Antarctic Research(1) (SCAR) and through other member unions and committees of the International Council of Scientific Unions (ICSU) and by such other means as may ensure the availability of this information

I-II

(Exchange of scientific personnel)

The Representatives recommend to their Governments that they should promote the continuation of the exchange, on a basis of bilateral arrangements of scientific personnel amongst their expeditions, and should make available such of their facilities as may be helpful to this purpose

I-III

(Exchange of scientific data)

The Representatives recommend to their Governments that they should promote the exchange and making available of observations and results from Antarctica through the recognized international data gathering centres and by such other means as may be appropriate to ensure the exchange and free availability of this information

I-IV

(SCAR)

The Representatives agree, without prejudice to the rights of Governments, to make such arrangements as they may deem necessary to further the objectives of scientific co-operation set forth in the Treaty:

(1) that the free exchange of information and views among scientists participating in SCAR, and the recommendations concerning scientific programmes and co-operation formulated by this body constitute a most valuable contribution to international scientific co-operation in Antarctica:

(2) that since these activities of SCAR constitute the kind of activity contemplated in Article III of the Treaty, SCAR should be encouraged to continue this advisory work which has so effectively facilitated international co-operation in scientific investigation.

Annex III

EXTRACT FROM TEXT OF RECOMMENDATIONS OF SECOND ANTARCTIC TREATY CONSULTATIVE MEETING BUENOS AIRES, 18-28 JULY 1962

Text of Recommendations

II-I

(Exchange of scientific data)

The Representatives recommend to their Governments that, in accordance with Article III of the Antarctic Treaty and in the light of recommendations made by SCAR, they take measures contributing to:

(1) The completion by 1st July, 1963, or as soon thereafter as practicable, of the transmission by scientific organisations to the recognized international data gathering centres of scientific observations carried out in Antarctica from 1957 until 1959 inclusive, and 1960 if possible.

(2) (*a*) The free availability and exchange, by all appropriate means, of scientific observations and results, in every scientific discipline, obtained by expeditions in any part of Antarctica;

(*b*) The prompt transmission, preferably within a year of the receipt in each country of the data from Antarctica, of such observations and results to the recognized international data gathering centres, where such centres exist

3. (*a*) The free availability of published results of Antarctic research carried out since the beginning of the International Geophysical Year;

(*b*) The transmission to the recognized international data gathering centres, before 1st July, 1963, of such publications already issued;

(*c*) The transmission to these centres of future publications within two months of their issue or as soon thereafter as practicable.

Annex IV

THE STATUS OF THE ANTARCTIC TREATY, 1975

The Antarctic Treaty was signed at Washington on 1 December 1959 by Argentina, Australia, Belgium, Chile, France, Japan, New Zealand, Norway, South Africa, the Union of Soviet Socialist Republics, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland and the United States of America.

State	*Date of deposit of instrument of ratification*	*Date of deposit of instrument of accession*	*Date of entry into force*
Argentina	23 June 1961		23 June 1961
Australia	23 June 1961		23 June 1961
Belgium	26 July 1960		23 June 1961
Brazil		16 May 1975	16 May 1975
Chile	23 June 1961		23 June 1961
Czechoslovakia		14 June 1962	14 June 1962
Denmark		20 May 1965	20 May 1965
France	16 Sept. 1960		23 June 1961
German Democratic Republic		19 Nov. 1974	19 Nov. 1974

State	Date of deposit of instrument of ratification	Date of deposit of instrument of accession	Date of entry into force
Japan	4 Aug. 1960		23 June 1961
Netherlands		30 Mar. 1967	30 Mar. 1967
New Zealand	1 Nov. 1960		23 June 1961
Norway	24 Aug. 1960		23 June 1961
Poland		8 June 1961	23 June 1961
Romania		15 Sept. 1971	15 Sept. 1971
South Africa	21 June 1960		23 June 1961
Union of Soviet Socialist Republics	2 Nov. 1960		23 June 1961
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	31 May 1960		23 June 1961
United States of America	18 Aug. 1960		23 June 1961

Annex V

EXTRACT FROM SCAR MANUAL, SECOND EDITION 1972

Working Group on Geodesy and Cartography

Membership

Capitan de Corbeta M. E. Garrido	Argentina
B. P. Lambert (Secretary)	Australia
J. Loodts	Belgium
Colonel Gonzalez A.	Chile
Ing. Gen. G. R. Laclavere (Chairman)	France
Dr. Y. Harada	Japan
W. S. Boyes	New Zealand
I. F. Stirling (Aug. 1973)	New Zeland
Dr. S. Helle	Norway
W. C. Watson	South Africa
S. N. Kartashov	Union of Soviet Socialist Republics
D. E. Warren	United Kingdom
R. B. Southard, Jr.	United States of America

Additional Member

IAG Representative, B. P. Lambert

Programme

1. To complete a comprehensive map of the Antarctic continent, utilizing standard scales and symbols as approved by SCAR.

2. To provide the mapping support required by other disciplines and to provide advice and assistance to other groups having problems of position determination.

3. To encourage further investigation, to facilitate the exchange of data on survey and navigation techniques applicable to Antarctica, and to provide a clearing-house service for useful information.

4. In the field of satellite geodesy, to continue to investigate the possibility of international cooperation in the use of artificial satellite systems for the determination of absolute geodetic position and of long-distance geodetic ties across Antarctica and between Antarctica and adjacent land masses.

Standing Resolutions

Gd-1. That members continue their comprehensive, coordinated mapping programmes to complete a general map of Antarctica and that they provide the mapping support required by other disciplines and for navigation and logistic purposes.

Gd-2. That the standard symbols approved by SCAR be used in all topographic maps of Antarctica and that a new booklet of the standard symbols be prepared and distributed by the secretary of the working group as necessary.

Gd-3. That the following scales be used for Antarctic mapping:

General maps: 1:3,000,000; 1:5,000,000; 1:10,000,000; 1:20,000,000; and 1:40,000,000.

Topographic maps: 1:1,000,000; 1:500,000, 1:250,000 or 1:200,000; 1:100,000; 1:50,000; and 1:25,000.

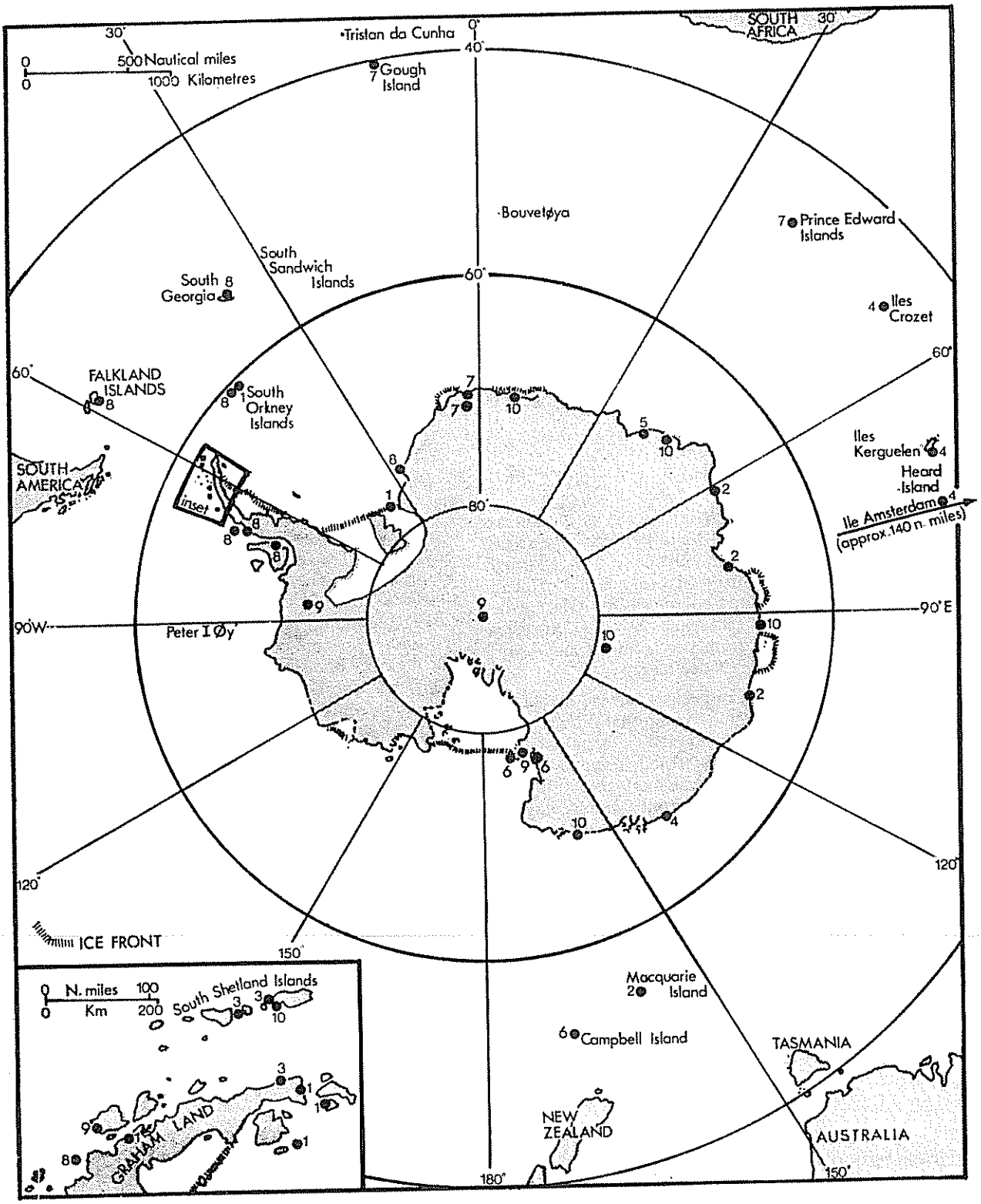
Gd-4. That all general and topographic maps of Antarctica be prepared in accordance with the following specifications:

1. The international spheroid should be used.
2. The metric system should be used.
3. The polar stereographic projection, with standard parallel at 71°, to be used for maps at a scale smaller than 1:1,000,000.
4. For maps at 1:1,000,000, the ICAO specifications for projections at that scale and the common ICAO-IMW sheet lines along parallels, with optional meridian limits, are to be used.
5. For maps at scales larger than 1:1,000,000, the sheet lines should normally subdivide common ICAO-IMW 1:1,000,000 sheet lines, and a conformal projection should be used.
6. A 500-m contour interval, with supplementary contours at closer intervals, when required, should be shown on maps smaller than 1:1,000,000 scale.
7. Topographic maps should show linear scales of kilometres, statute miles, nautical miles, and an altimetric conversion scale of metres and feet.
8. On single-sheet general maps, the Greenwich meridian should point toward the top of the sheet.
9. All topographic maps should carry a reliability diagram and history panel.

Gd-5. That members automatically distribute to the Antarctic Mapping Centres of all other member nations their maps, charts, publications and gazetteers of areas within the zones of interest to SCAR, together with any additions and amendments thereto, the number of copies sent to be that requested by the recipient.

Gd-6. That members supply to other member nations any other survey and mapping information on request and on the understanding that any extraordinary cost would be defrayed by the requesting member.

Gd-7. That members prepare and distribute to the Antarctic Mapping Centres one copy of their flight index diagrams for all new air photography keyed to preliminary and/or published maps, preferably at scales of 1:200,000, 1:250,000 or 1:1,000,000 and showing appropriate information with respect to location, date and identification of the photography; scale of photography and camera characteristics; whether the photography consists of verticals and/or obliques; and evaluation of quality. Any amendments to flight index diagrams should be similarly prepared and distributed.



1. Argentina
2. Australia
3. Chile
4. France
5. Japan
6. New Zealand
7. South Africa
8. United Kingdom
9. USA
10. USSR

2982-45x

Figure 58. Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) stations operating in the Antarctic, winter 1975

Recent developments in photo mapping at the Directorate of Overseas Surveys*

Paper presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

RÉSUMÉ

Le Directorate of Overseas Surveys (DOS) a constaté qu'il était possible de produire des photocartes en couleur satisfaisantes à partir d'une pellicule panchromatique en n'utilisant que quatre planches d'impression. Dans les cas où les différences entre les divers types de végétation justifiaient le recours à ce procédé et où il fallait ajouter un minimum de détails cartographiques, on a établi des cartes au 1/50 000 et au 1/100 000 pour des régions dont le relief était peu accusé. Des économies de temps et d'argent considérables ont été réalisées.

RESUMEN

La Dirección de Levantamientos Topográficos de Ultramar ha comprobado que es posible producir satisfactoriamente mapas fotográficos en colores a partir de películas pancromáticas utilizando sólo cuatro planchas de impresión. Se han producido mapas en escalas 1:50.000 y 1:100.000 de regiones de relieve mínimo en los casos en que las diferencias en la vegetación justificaban este tratamiento y en que se necesitaba un mínimo de realce cartográfico. Se lograron considerables economías de tiempo y dinero.

INTRODUCTION[1]

Experiments in photo mapping conducted by the Directorate of Overseas Surveys (DOS) up to 1973 have been described in papers (documents E/CONF.57/L.10 and E/CONF.62/L.70) presented to the Sixth and Seventh United Nations Regional Cartographic Conferences for Asia and the Far East, held in Teheran (1970) and Tokyo (1973) respectively. This paper describes further refinements and developments that have taken place since then.

The earlier experiments were designed to tailor a photo mapping process to a production system that did not need laboratory control. The system adopted, although significantly more economical in labour than conventional line mapping, needed streamlining to fit more readily into a production schedule. It also suffered from a disadvantage in that there was some difficulty in maintaining a colour match across sheet edges.

The new system does not have this problem to the same extent, as control is exercised earlier in the system by the matching of exposures.

As so many of the components required for the previous method have changed, the new system is described here in full; the main difference is that now three half-tone negatives of different densities are produced and the combination of these at the printing stage, using only four printing plates, results in an improved product.

THE NEW SYSTEM

Photography of the completed, retouched mosaic

The mosaic is brought to final map scale by a process camera. A continuous (CT) negative is produced, retouched where necessary and then contact-printed onto Veribrom (VB), a matt-surfaced resin-coated paper.

(*a*) Further retouching is done in pencil, as required, and the VB print is then returned to the camera.

(*b*) Three half-tone negatives of the VB print are exposed on lith film. The first negative is exposed in the normal way (the process referred to as HT1), the second is diffused by placing a sheet of translucent diffusing material over the VB (HT2) and the third is diffused by using two sheets of the translucent material (HT3). Each exposure time is the same, but the half-tone screen angle is changed by 30° between exposures. The diffusing material used is Permatrace, which gives an acceptable result; different diffusers will give different densities to the half-tone negatives.

This technique reduces the tonal contrast in the HT2 and HT3 negatives, as the half-tone dot size in the dark areas of the mosaic is decreased by diffusion, while the dot size in the lighter areas is not affected greatly. This allows fairly strong colours to be used in printing. Names and linework are printed in solid colour, whilst the photo image prints as a tint, which, when overprinted with another tint, is strong enough to show sufficient photo detail without overpowering other information.

The three half-tones form the basis for the production of the printing plates. Careful selection of the HTs, which are used in combination, allows a wide range of colour tones to be produced. For instance, a swamp area could be depicted by printing HT1 in yellow and HT2 in blue, making a lush green. This combination could then be overprinted with HT3 in red, resulting in a brown-green image, for use as some other vegetation category.

Masks and scribes

Separation of areas is effected using "peelcoat" masks. To make these, a trace of the vegetation outlines and all other interpreted detail is made on an overlay to the VB print, using an interpreted set of photography as a guide. Care is essential at this stage, as, unless a line bounds an area exactly, part of the mosaic image will be printed in a different category. In some instances the trace may be made on an overlay to the mosaic, as this allows use of a stereoscope, to view the interpreted print and the mosaic print together, thus enabling the boundaries to be delineated with greater accuracy. The

* The original text of this paper, prepared by F. G. Couzens, Directorate of Overseas Surveys, United Kingdom, appeared as document E/CONF.67/L.19.

[1] A colour plate illustrating this paper is placed in the pocket at the end of this volume.

trace is processed through the camera when the mosaic is photographed. The trace is then scribed on to a sheet of Stabilene, the detail at the specified gauge and the vegetation outlines in a very fine line. (A thick line shows an overlap at masked area edges.) Every item to appear on the final map, exclusive of lettering but including the border and neat line, should be on this scribe.

This "master scribe" is now contacted to make the peelcoats. The number of peelcoat masks is equal to the number of vegetation categories plus one; the extra mask, after filling and peeling, forms a "stop-out" mask, which is used in conjunction with every combination of components, as the filled lines prevent any detail on the HTs appearing either where another colour is required or where an area is to remain white on the map. All unwanted lines, such as vegetation outlines, should be deleted from the "stop-out". The "stop-out" can be a film positive of the scribe; to ensure perfect register, though, this is not advised.

The shadow line

A shadow line effect is incorporated into the system, and DOS have found that the best results—in terms of fidelity of image and fineness of detail—are obtained by offsetting the CT negative and a positive made from it by about 0.2 mm, then contacting this combination onto lith film and exposing to a point-source light for approximately 16 seconds. This produces a shadow-line over the whole sheet, but unwanted areas are masked by the appropriate peelcoat mask. Some hand work may be necessary to delete unwanted outlines. The CT and the CT positive can now be discarded. All components are pin-registered throughout and the combination of units is easily achieved.

Conclusion

The system described does not produce so many unacceptable anomalies as previous systems. Such anomalies are generally due to density slicing techniques and the variation in density ranges of the prints used in the mosaic.

The new system allows for more effective retouching to eliminate density differences, as the VBs can be matched sheet-to-sheet, the exposure times are all the same for each stage of each sheet and no use is made of techniques of over-exposure onto lith film.

The new system does require slightly more material than the old, but this is offset by the saving of two printing plates and the consequent reduction in printing time and cost.

Labour costs for the old and new systems are approximately the same at present, but there are indications that there will be savings once the new system is well into production.

The national mapping programme of the United States of America*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

Le Programme cartographique national subit actuellement des modifications, qui constituent une évolution plutôt qu'une révolution et dont l'avenir dira peut-être la grande importance.

Les premiers levés topographiques établis par le Geological Survey des Etats-Unis sont récapitulés dans le présent document, où sont également examinés les travaux réalisés dans le cadre du Programme topographique national. De 1947 à 1974, des progrès très importants ont été accomplis en ce qui concerne la publication de cartes topographiques rectangulaires standard au 1/24 000. Ce type de cartes existe maintenant pour les deux tiers du pays, à l'exclusion de l'Alaska, où des cartes topographiques au 1/63 360 ont été établies pour plus de 80 p. 100 du territoire.

Les questions qui se posent aujourd'hui à l'échelon national, comme la mise en valeur des ressources énergétiques, la protection de l'environnement, la lutte contre la pollution, la planification de l'utilisation des sols, la conservation et l'utilisation des ressources naturelles, ont fait naître en matière de cartographie de nouvelles exigences qu'il est urgent de satisfaire. En 1972 et 1973, une étude complète des programmes de géodésie, de topographie et de cartographie de tous les organismes fédéraux a été réalisée et les recommandations de

RESUMEN

El Programa Cartográfico Nacional está sufriendo actualmente una evolución, más que revolución, que quizás se registre en la historia como una etapa de gran importancia.

En este documento se resumen los primeros levantamientos topográficos realizados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y se examinan los resultados logrados por el Programa Nacional de Relevamiento de Mapas Topográficos. En el período de 1947 a 1974 se hicieron importantes progresos en la producción de mapas topográficos rectangulares uniformes en escala 1:24.000. Existen ahora mapas uniformes para más de las dos terceras partes del país; en este cálculo no se incluye a Alaska, Estado del que más del 80% está abarcado por mapas topográficos en escala 1:63.360.

Los problemas nacionales actuales entre los que se cuentan el aprovechamiento de la energía, la protección del medio ambiente, el control de la contaminación, la planificación del uso de las tierras y la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales han dado origen a necesidades cartográficas nuevas y urgentes. En 1972 y 1973 se realizó un estudio cabal de todos los programas de levantamientos topográficos, relevamientos cartográficos y preparación de mapas de los organismos federales, y las recomendaciones de

* The original text of this paper, prepared by Robert H. Lyddan, Chief, Topographic Division, United States Geological Survey, Washington, D.C., appeared as document E/CONF.67/L.1.

dations issues de cette étude ont une influence sur la planification des travaux cartographiques futurs.

A la suite des recommandations en question, le Département de l'intérieur a adopté en 1975 le Programme cartographique national, qui a pour but d'améliorer la collecte et l'analyse des données cartographiques et d'établir les documents cartographiques nécessaires pour prendre des décisions en ce qui concerne toute une série de problèmes complexes, qu'il s'agisse de problèmes socio-économiques, de mise en valeur des ressources ou de problèmes écologiques.

Le reste du document décrit le nouveau programme cartographique national, l'accent étant mis sur les éléments actuels de ce programme, sur les activités réalisées jusqu'à présent et sur les objectifs futurs.

este estudio están teniendo influencia sobre los planes futuros en materia de cartografía.

En 1975 el Departmento del Interior, siguiendo las recomendaciones del estudio, aprobó un Programa Cartográfico Nacional. La finalidad de este programa es reunir y analizar mejor datos cartográficos y preparar los productos cartográficos necesarios para un variado y complejo conjunto de problemas de adopción de decisiones que se plantean en la esfera socioeconómica y en relación con el aprovechamiento de los recursos y el medio ambiente.

En el resto del documento se describe el nuevo Programa Cartográfico Nacional prestando especial atención a los elementos actuales del programa, su estado actual y sus objetivos futuros.

Introduction

The art of surveying and mapping has always been an honourable profession in the United States. Our most noteworthy surveyor during the colonial period was George Washington, later General, President, and acknowledged "father of our country". Surveys during this period were generally devoted to establishing land-grant boundaries, locating early roads and some reconnaissance mapping towards the west.

Early national mapping in the United States was exploratory in nature. The first purely exploratory expedition commissioned by the United States Government was the Lewis and Clark Expedition. Leaving St. Louis in 1804, the expedition explored the Missouri and lower Columbia Rivers. A number of similar exploratory expeditions followed in rapid succession over the next few years. Few resulted in mapping as such, but records and sketches provided considerable information and disproved a number of misconceived ideas or hopes of an easy north-west water route to the Pacific Ocean.

Starting about 1850, surveys were made for roads, particularly for railroads. These surveys, both private and government, provided limited topographic data as determined by basic surveying equipment. Also during the 1850s, extensive international boundary surveys were executed along both the Canadian and Mexican borders.

Following the American Civil War (1861-1865) attention was focused on the west. Although numerous single-purpose surveys were carried out in support of transportation routes, only four large, well-equipped organizations carried out systematic topographic surveys under government supervision and with government support. These four surveys were:

(*a*) Geological Survey of the Fortieth Parallel (King Survey), 1867-1879, under the direction of the War Department;

(*b*) Geological and Geographical Survey of the Territories (Hayden Survey), 1867-1879, under the direction of the Interior Department;

(*c*) Geographical and Geological Survey of the Rocky Mountain Region (Powell Survey), 1869-1879, under the direction of the Smithsonian Institution; and

(*d*) Geographical Surveys west of the 100th Meridian (Wheeler Survey), 1868-1879, under the direction of the War Department.

On 3 March 1879, the United States Geological Survey (USGS) was established and the predecessor territorial surveys were abolished. During its first two years, topographic maps were prepared for use only as a base for geological studies, and were not published for general distribution. The birthdate of a topographic mapping programme in the United States is generally recognized as 7 August 1882. The Wingate 30-by-30-minute quadrangle in New Mexico was the first product of this programme. It was surveyed in 1882 and published in 1886 at scale 1:125,000. Since then the basic standard scale has evolved slowly, from 1:125,000 through 1:62,500 to 1:24,000.

The Topographic Mapping Programme

While requirements for topographic mapping were at first associated with geologic studies, the value of general-purpose topographic maps was recognized early. In 1884 a four-year programme was begun to provide state-wide coverage of Massachusetts at a published scale of 1:62,500. In the 1910s the central valley of California was mapped in support of irrigation planning. Mapping for highway requirements in Kentucky was begun in the 1920s. Standard 1:24,000-scale topographic mapping in the Tennessee Valley for river-basin projects, flood control and natural-resource development began in the 1930s.

During the period of 1900 to about 1947, the United States topographic mapping programme could be generally described as having no major expansion, and attainment of new coverage was at a slow pace. A 20-year plan for full-country topographic map coverage was developed in 1925, but increased funding was not provided and the plan could not be carried out. Most of the mapping during this period was done by field methods at 1:62,500 scale and published in 15-minute units.

Following the Second World War the topographic mapping programme in the United States received increased emphasis, and the years from 1947 to 1974 can be categorized as the period of the National Topographic Program—in other words, of 1:24,000-scale, 7.5-minute mapping. During this period almost two-thirds of the country was mapped at 1:24,000 scale (exclusive of Alaska, where the basic map scale is 1:63,360). National map-accuracy standards were developed and adopted in the early 1940s and were applied to mapping after the Second World War. Photogrammetric mapping methods were applied extensively in the mapping

programmes of the 1950s and 1960s. This application, along with programme increases in the early 1950s, afforded a programme of steady yearly production of standard quadrangle general-purpose topographic maps.

In the 1950s the Army Map Service, Department of Defense, conducted a programme of complete topographic-map coverage of the United States at 1:250,000 scale. This series of maps was later turned over to the Geological Survey for maintenance and became a standard series of the National Topographic Programme.

The primary objective during the post-Second World War period was to attain a solid base of accurate, general-purpose topographic maps. Several map-use and cost/benefit studies conducted during this period led us to conclude that 1:24,000-scale topographic mapping should continue as a high priority. The need for full-country coverage at 1:24,000 was further substantiated by annual mapping requests received from about 30 federal agencies. Accordingly, the main effort of the national programme for wider coverage of 1:24,000-scale mapping continued through the 1960s and early 1970s.

A CHANGE IN DIRECTION

In recent years, a new generation of national problems —urban sprawl, pollution, energy crises, uncontrolled use of land and natural resources and environmental protection —have created new requirements for mapping. These new requirements have influenced the Geological Survey to examine the need for some change in the direction and products of the National Topographic Programme.

Also, in 1972-1973, a comprehensive study of civilian mapping, charting, geodesy and surveying in the United States was conducted by a team from the Departments of Interior, Defense, Agriculture and Commerce and the Executive Office of Management and Budget. This study, commonly referred to as the Federal Mapping Task Force, was broad in scope, covering topographic mapping, marine and aeronautical charting, geodetic surveying and soils surveys. It identified the mapping, charting and surveying activities of each federal agency, evaluated the products in terms of user needs, and determined how requirements could be better met. Generally, the major conclusions of the study were that:

(*a*) There has been a significant amount of uncoordinated, non-cumulative, single-purpose mapping, which benefits only one user agency, resulting in over-all inefficiency;

(*b*) There is a growing number of unmet national needs for map products and map data; and

(*c*) The mapping community, as now organized, is unable to deal with these growing and changing requirements efficiently and responsively.

The study recommended that the National Topographic Program be established as a major function of a central agency, and that the production and maintenance of 1:24,000-scale quadrangle maps continue. Further, the Task Force suggested that there should be developed greater flexibility in the quadrangle mapping process so that different products can be made for different agencies. Additional recommendations included:

(*a*) Increased emphasis on use of photo-imagery for production of orthophoto-map products;

(*b*) Development of digital map data in connexion with the mapping process;

(*c*) An increased map revision programme; and

(*d*) More use of advanced mapping technology.

Although a principal focus of the study dealt with organization, many of these specific recommendations for improving the mapping programmes of the land area could be implemented without any organizational changes.

Based on these new and urgent national requirements for mapping, and on the recommendations of the Federal Mapping Task Force, the Department of the Interior adopted the National Mapping Program in 1975, with the Geological Survey as the leading agency to implement the change.

THE NATIONAL MAPPING PROGRAM

The familiar National Topographic Program has now been modified, extended, and renamed. The new programme, the National Mapping Program, includes those activities necessary to make available basic cartographic data and a family of general-purpose maps. Certain of these map data categories, such as roads, structures, topography, streams, lakes and shorelines, are identified as base map data categories. Other map data of public value that may also be included in the National Mapping Program will be identified as non-base map data categories.

It is important to emphasize that the National Mapping Program represents more than just a name change or a revitalized topographic mapping effort. It has a significantly different focus and serves a broader spectrum of national needs and clients. As an example, an area of activity which uses the basic mapping data in a different form but has not often been seen as part of the map user community involves planning and management with the help of complex computer-based systems. These systems are designed to help in decision-making on, among other things, land use, the environment, energy and resource development. Use of digital cartographic data for these purposes has appeared on the scene only recently, but the need is real and growing fast, and it will have a tremendous effect on the over-all programme. The National Mapping Program will serve this need as well as meeting the requirement for traditional maps.

Makers of special-purpose maps need base cartographic data in producing their maps. They need to have and to display data on such common features as relief, boundaries, rivers, roads and cities, so that the special data can be accurately related. The gathering and processing of basic information is expensive. Thus the users of basic map data will be well served if they can have base map data available and in forms suited to their needs. The National Mapping Program will respond to this common need by supplying basic data to users, including those who need data in digital form suitable for use in computers.

The National Mapping Program will at first concentrate on gathering the following 11 base categories of data: (1) reference systems, (2) hypsography, (3) hydrology, (4) surface cover, (5) non-vegetative features, (6) boundaries, (7) trans-

portation systems, (8) cultural features, such as buildings, airports, and dams, (9) geodetic control and other survey information, (10) geographic names and (11) orthophotographic imagery. The actual content and form of data in these categories will be based on the needs of users. In addition, the National Mapping Program will, to the greatest practical extent, provide the data in ways that meet different levels of need.

The Geological Survey will process the raw data it gathers (aerial photographs, field data etc.) to the point of direct usability, either in individual categories or as multipurpose base maps or both. The major elements of the programme are:

(*a*) *Line maps*. Traditional multipurpose line maps are still an important tool for many users. USGS will continue to produce those that are of general public value. In addition to the series maps now being produced, new series scales of 1:50,000 and 1:100,000 are planned. As needed, special maps not conforming to any series, such as coastal maps, metropolitan maps and slope maps, will be prepared. The following table lists the current standard topographic map series in the United States:

STANDARD TOPOGRAPHIC MAP SERIES, UNITED STATES

Scale	*Format*	*Area (latitude longitude)*	*Coverage (percentage)*	*Remarks*
1:24,000	Quadrangle	7 5′ × 7.5′	68 (30/6/75)	
1:50,000	County	various	7	New series
1:62,500	Quadrangle	15′ × 15′	22 (30/6/75)	
1:63,360	Quadrangle	15′ × various	84 (30/6/75)	Alaska only
1:100,000	Quadrangle	30′ × 1°	2	New series
1:100,000	County	various	1	New series
1:250,000	Quadrangle	1° × 2°	Complete	
1:1,000,000	Quadrangle	4° × 6°	98	International map of the world

The objectives at present are to complete nation-wide coverage (excluding only Alaska) at the 1:24,000 scale and to maintain the series by revisions on periodic cycles. The 1:62,500-scale series will likely be phased out eventually as standard products. The 1:63,360-scale mapping is expected to remain the standard map series in Alaska, with 1:24,000-scale mapping in response to local requirements. The county-format maps will likely be prepared only on demand. The 1:100,000-scale quadrangle series is expected to be an item of high demand. National coverage is the ultimate goal. The smaller-scale series will also be maintained on periodic cycles by revision.

(*b*) *Graphic data*. The National Mapping Program will expand the availability of base data in graphic form. Individual types of cartographic data will be prepared as feature separates, as well as colour separates that can be used singly or in any needed combination for both standard and special-purpose maps. The need for this type and form of base map data is nation-wide. The goal is to prepare feature separates for all new mapping.

(*c*) *Imagery*. The aerial photograph is the source for base map information. This source can be used in its raw form, or processed into an orthophotoquad or orthophoto-map. In addition, the aerial photographs can be completely analysed and the base-map data extracted and produced in the form of a map or as digital data.

The most popular photo-image product is the orthophotoquad. The 1:24,000-scale orthophotoquad consists of either an orthophoto or a mosaic of orthophotos in the 7.5-minute quadrangle format with very little cartographic treatment. The orthophotoquad can be used as an interim map in unmapped areas or as a companion product to a published line map. Orthophotoquads are in great demand for use as base maps by planners for land-use information; for site selection for industries, utilities, and public transportation; for tax assessment; for management of natural resources; for flood-hazard, pollution, agricultural and coastal wetlands studies; for revision of maps; and for production of special-purpose maps.

National objectives for a photographic imagery data base are twofold. The first goal is to have available orthophotoquads for all areas not already mapped at 1:24,000 scale by 1978. Production now stands at almost 4,000 orthophotoquads per year. The ultimate objective is eventually to complete nation-wide orthophotographic imagery coverage. The second goal, perhaps long-range in nature, is to provide nation-wide coverage of high-altitude photography, which would be updated systematically.

(*d*) *Digital data*. This is essentially a new effort, because digitized data have not in the past been considered to be cost-effective in producing standard series maps. Moreover, the type of equipment needed for efficient and economical production of digitized data is expensive. Now, however, not only do we see economic application to the production and revision of maps, but there also has emerged a real need for digital cartographic data for direct use. Many agencies are now planning for or are using computers in their planning and management activities, and need data in digital form.

Progress in this endeavour is slow. Considerable research is necessary to identify cartographic data sources, to define techniques and procedures for conversion of graphic data to digital form and to define storage and retrieval methods. These problems are currently being studied by USGS and others. Since we are not at all sure that it is necessary, or for that matter reasonable, to digitize and store data, we have set an objective for ourselves: to be able to generate and supply data in digital form for reasonably sized areas of the United States within 30 days. The data will be available on magnetic tapes suitable for image outputs, line outputs and computational and statistical analysis.

(*e*) *Cartographic information*. The National Cartographic Information Center (NCIC), established in 1974, pro-

vides a national information service to make cartographic data of the United States more easily accessible to the user.

By cartographic data we mean maps and charts, aerial photographs, geodetic control and map data in digital form. At present, more than 30 federal agencies collect and prepare cartographic data. Most of the data are usable for purposes other than those for which they were originally acquired; however, they are not generally available without considerable effort. NCIC will not obtain all the cartographic data from the present holders. Instead, NCIC will collect and organize descriptive information about the data, and assist in its acquisition.

NCIC has begun compiling records of many cartographic holdings throughout the United States. Current records include holdings of the various federal agencies. The latest techniques of microphotography and computer technology will be used to reduce the vast amount of data to a manageable size. NCIC's goals include cataloguing the holdings of state, local and private sources and providing information on plans for data scheduled to be collected.

(f) Research and development. The National Mapping Program includes an accelerated effort in research and development as applied to the broad field of mapping, including non-graphic uses of cartographic data. While the research and development will, in general, support the National Mapping Program, it will also generally improve and advance the field of mapping in the United States.

A primary objective of research and development is to automate and link together as many of the mapping phases as possible, with the expectation that eventually only a few of the critical phases in mapping will be done manually. Automatic data-processing equipment is an integral part of the mapping system, including automatic data acquisition, analytical aerotriangulation, computation and adjustment of geodetic control data and automatic plotting.

A major part of the research and development effort is currently directed towards digitization. New automated systems being adopted also provide digital cartographic data. Manual digitizers are used to digitize hand compilations. Most promising are automated orthophoto-mapping systems. Output from these systems are orthophotos, contour line plots and digital terrain models. Continued research and development effort are essential for an effective National Mapping Program.

Conclusion

The new National Mapping Program of the United States represents, in fact, a new concept of gathering, processing, and distributing cartographic data. While past efforts were directed toward producing standard, general-purpose topographic map sheets, the new concept is to provide base cartographic data in a form compatible with modern, computer-oriented management systems.

The National Mapping Program changes the collection requirements only slightly. The major changes are in the method of processing and the form of the end product. Digitization is a key process. Digitization permits the base cartographic data to be directly used in complex, computer-based management systems. Other salient points are orthophotography, feature-separate graphics, line maps and cartographic information.

Although the National Mapping Program will likely not solve all cartography-related problems nor answer all needs, we do have great hopes of its potential. As with any new programme, we expect that some modifications will have to be incorporated as time goes on. Even so, we feel that the National Mapping Program, developed as a result of a comprehensive study of federal mapping, geodetic, charting and surveying activities and needs, is likewise a comprehensive mapping programme.

Status of cadastre in Egypt*

Paper presented by Egypt

RÉSUMÉ

Depuis 1898, année de la création du Service géographique en Egypte, deux cadastres ont été établis, le premier entre 1898 et 1908 et le second à partir de 1923, après la promulgation de nouvelles lois foncières.

Pour le premier cadastre, des cartes de base des régions agricoles du pays avaient été dressées au 1/2 500 et au 1/4 000, et un registre cadastral avait également été élaboré. Des cartes avaient été reproduites à la même échelle et publiées.

Pour le cadastre suivant, les cartes des terres agricoles ont été établies initialement au 1/1 000, reproduites au 1/2 500 et publiées; des registres cadastraux ont également été établis, qui faisaient foi pour les questions de propriété. Il existe des plans au 1/500 pour les principales villes.

RESUMEN

Desde 1898, en que se estableció el Departamento de Levantamientos Catastrales de Egipto, se han realizado dos catastros. El primero se realizó entre 1898 y 1908 y el segundo comenzó en 1923, cuando se promulgaron las nuevas leyes sobre el registro de tierras.

En el primer catastro, se hicieron mapas originales en escala 1:2.500 y 1:4.000 de las regiones agrícolas de Egipto; también se prepararon registros de tierras. Los mapas se reprodujeron en la misma escala y se pusieron a disposición del público.

En el catastro siguiente, los mapas originales se hicieron en escala 1:1.000 para las tierras agrícolas y se reprodujeron en escala 1:2.500 para uso público; también se prepararon registros de tierras que pueden considerarse como material de referencia en cuestiones de propiedad. Se dispone de mapas urbanos de las principales ciudades en escala 1:500.

*The original text of this paper, prepared by Eng. A. L. Kerdany, Chairman, Survey Authority of Egypt, appeared as document E/CONF.67/L.55.

Il n'est pas possible de satisfaire dans un délai raisonnable les énormes besoins de l'Egypte en matière de cadastre et de cartographie urbaine en utilisant les techniques classiques. L'Organisation des Nations Unies est invitée à donner des conseils et à favoriser l'accomplissement de cette tâche en introduisant des techniques modernes par l'intermédiaire de ses institutions spécialisées, par des échanges de techniciens, par une formation, des subventions, etc.

De cette façon, les pays en développement peuvent poursuivre leurs programmes de topographie et de cartographie cadastrale indispensables pour divers projets techniques et aux fins d'enregistrement foncier.

La gran demanda de Egipto de mapas catastrales y urbanos no puede satisfacerse en un lapso razonable con las técnicas tradicionales. Se pide pues a las Naciones Unidas que presten asesoramiento y fomenten esta labor introduciendo técnicas nuevas por conducto de sus organismos especializados, mediante el intercambio de técnicos, la capacitación, la concesión de subsidios y otras medidas.

De esta manera, los países en desarrollo podrán realizar sus programas de levantamientos y relevamientos catastrales, que tan necesarios son para proyectos de ingeniería así como para el registro de tierras.

Introduction

Egyptian experience with the science of surveying reaches back a very long time, in fact to the early stages of recorded history. Paintings in the temples of Thebes show land surveyors using linear instruments. Papyrus writings and inscriptions on the Sagarra tombs (about 3,000 B.C.) prove that the ancient Egyptians also knew the techniques of mapping and land registration; as the Egyptian representative at the Seminar on Cadastre, held at Addis Ababa in 1970, I noted in a previous paper (E/CN.14/CART/256) that the tomb of Melhen (Third Dynasty) contained wall inscriptions indicating that his property had been entered in the Royal Archives.

First Cadastre

In recent times, Egypt has attempted two cadastres. The first started in the year 1898, when the Survey Department, as it was then known, was first established. This cadastre lasted until 1908, and produced maps, at scales 1:2,500 and 1:4,000, covering nearly seven million feddans (about 29,000,000 hectares), divided into very small holdings (mostly less than 1,000 m^2 and some much smaller). Together with the maps, land registers were prepared, including name of owner, location of his property, the form of ownership, area, taxes, and so on.

Second Cadastre

In the year 1923, the Government issued two laws to organize land registration, thus creating a need for new maps. Control or triangulation nets of different orders were fixed. Traverse points were located, covering the whole country. Improved methods were introduced for both field-work and computations. The map scale chosen was 1:1,000 for original maps, to allow for the introduction of alterations. Maps were printed for public use at scale 1:2,500. The origin point was chosen to correspond to the interception of longitude 25° east and latitude 22° north, thus allowing the whole country to fall within the first quadrant and allowing all co-ordinates to be positive. On second reading, theodolites were used, and calculating machines were also introduced.

This second cadastre, started in 1924, covered only about half the agricultural area of Egypt. The work stopped at the beginning of the Second World War. Thus, only half of the country was covered by large-scale maps and land registers.

Besides the war, new responsibilities added to the work of the Survey Department (by then known as the Survey Authority) caused further delay in the continuation of the second cadastre. The Agrarian Reform Law, limiting maximum ownership of land in Egypt, was one of the tasks assigned to the Survey.

Nevertheless, care was given to improving surveying education, so as to provide the technical staff support required both in the field and in the office. Also, although the second cadastre has not been finished, the application of registration to title of land had been introduced. In the meantime, urban maps, covering the main cities, have been prepared at scale 1:500.

Future prospects

The traditional ground-survey methods, which have been applied until now, will not help us to finish the work with the speed we are anxious to achieve. Thus there is a pressing need to introduce modern techniques. This can be demonstrated by reference to photogrammetry. Though we started our photogrammetry programme in the 1950s, we still have not really met our goals. This failure is due to a number of elements, one of which is the need for trained personnel. I hope the United Nations can give the proper advice in this area, either through experts or through grants and the exchange of visits. One major problem we face in Egypt is the inevitable increase in expenses, resulting from rises in costs. Thus modern technology, being immoderately costly from the viewpoint of a developing country, does not satisfy our needs. One of the main problems is the need to reduce the number of ground-control points, which actually formed the most expensive part of the project. Moreover, modern linear measurement instruments were not used extensively, another obstacle that is responsible for delay and for the possibility of errors.

Finally, I would like the distinguished delegates to excuse the incompleteness of this paper, and the fact of its being unsupported with illustrations, maps and charts. It has occurred to me that this conference, focusing as it does on cartography in the Americas, is not the proper place to discuss African cartographic problems and difficulties. I prepared this paper, quickly, just to draw the participants' kind attention to the role that the United Nations should play in assisting our countries to introduce new techniques and technology. Thank you.

Status and future development of the "Escuela de Topografía y Catastro" in Costa Rica*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

Depuis deux ans, la République fédérale d'Allemagne fournit une assistance à l'Escuela de topografía y catastro (ETC), qui est associée à l'Université nationale de Heredia, au Costa Rica, dans le cadre d'un accord d'assistance technique entre la République fédérale d'Allemagne et les pays d'Amérique centrale et le Panama. Cette assistance a pris les formes suivantes :

a) Octroi de bourses (à 150 étudiants pour quatre années d'études);

b) Prise en charge des dépenses pour des professeurs allemands (quatre professeurs pour quatre ans);

c) La fourniture du matérial initial, d'une valeur de 400 000 dollars des Etats-Unis.

L'ETC dispense deux années d'enseignement et/ou de formation de niveau intermédiaire (techniciens) dans le domaine des travaux topographiques et cadastraux.

RESUMEN

Durante los últimos dos años, en virtud de un acuerdo de asistencia técnica entre la República Federal de Alemania y los países de América Central y Panamá, la República Federal de Alemania ha prestado asistencia a la Escuela de Topografía y Catastro (ETC) afiliada a la Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. La asistencia se ha prestado en forma de:

a) Subsidios para becas (para 150 estudiantes; cursos de cuatro años);

b) Fondos para cubrir el costo del personal docente alemán (4 profesores durante cuatro años);

c) Suministro inicial de equipo por valor de 400.000 dólares de los EE. UU.

La ETC ofrece educación o capacitación por un período de dos años para puestos técnicos de nivel medio en trabajos de relevamiento y catastro.

Introduction

Between 1966 and 1974 the Federal Republic of Germany has provided technical assistance in the establishment and maintenance of multipurpose cadastral work for the States of Central America and Panama. Several conclusions can be drawn from this work.

First, cadastral surveying and mapping projects are usually begun with a definite, restricted purpose, such as land taxation, land registry, planning, statistics and so on. In Central America and the Panama region the main objectives were to establish a cadastral basis for land taxation and land registry. There is reason to conclude that for the establishment of cadastral work, an immediate, definite purpose is necessary, although it is certainly advantageous if each special-purpose cadastre is conducted with multipurpose cadastral work in mind. It is cost, for the most part, that prevents the establishment of a multipurpose cadastral project. Considering that the political, economical, social and administrative activities are widely different in each State of this region, one can easily understand that the conditions for beginning centralized cadastral work have been extremely varied; and that the results of cadastral work do not meet quite the same standards in the different States.

Second, in spite of these varied and restricted purposes, the establishment of each cadastral project is best arranged according to the following guidelines:

(*a*) It is very important to take into consideration the connexion between the basic surveying (triangulation) and the cadastral surveying;

(*b*) As basic unit, the "real estate unit" should be recorded. The record should include the unit's number, its owner and so on;

(*c*) Maintenance must be guaranteed as a result of the establishment of cadastral work; and

(*d*) Each special-purpose cadastre should be established and qualified in such a manner that it is capable of being extended at a later time.

Third, the technical procedures, which in some States include such modern methods as photogrammetry and automation, accounts for about 30 per cent of all cadastral work. It is important to know that administrative work—such as investigation of boundaries and owners, checking for conformity between cadastral surveying data and land registry data and so on—represents the other 70 per cent. It follows, then, that cadastral work is the basis for a great deal of administrative organization. It is thus essential to have good organization of the existing offices engaged in surveying, mapping, photogrammetry and cadastre; a special central office for cadastral surveying and mapping may be desirable.

Fourth, urban cadastral surveying and mapping is very essential, because in many cases the population in the cities amounts to some 15 to 20 per cent of all the inhabitants of a State.

Fifth, the cost of establishing and maintaining cadastral projects must be adapted to the developmental capacity of each State, whether at the rural, industrial or service level.

Sixth, the facilities for education and training in surveying, mapping and registration of cadastral works is to be considered.

* The original text of this paper, prepared by Professor J. Nittinger, Wirtschaftsverband Für Geodäsie und Kartographie, D 44, Münster, Elbestr 5, appeared as document E/CONF 67/L 49

The Escuela de Topografía y Catastro

Our experience with the project for Central America and Panama suggests that this last point—education and training—is essential in promoting quick, integrated establishment of a cadastral operation. Therefore it is appropriate to describe here the Escuela de Topografía y Catastro (ETC), which is located at Heredia, Republic of Costa Rica. ETC has been in existence for two years, and already is responsible for improving the quality of surveying and cadastral work in Latin America.

(*a*) ETC offers a two-year education and training programme for middle-level (technician) positions in surveying and cadastral work. Education for the higher (engineer) level does not yet seem advisable, because for this career educational establishments exist in satisfactory numbers in Europe and North America as well as in Latin America (e.g., at Maracaibo).

(*b*) ETC is a good model for an "on-site" regional study programme. To avoid the need for language study, as well as repeated moves from one country to the other, this "on-site" approach to education has proven to be very convenient.

(*c*) It appears that the concept of out-of-school education is problematical in the long run, for no other reason than that the academic titles are very much wanted by students! Training programmes set up within a project, or offered as special courses (annexed to an office), may be significant for the beginning of a large surveying and mapping project; but such training is mostly an auxiliary measure.

(*d*) ETC is a Costa Rican institution. The Federal Republic of Germany, through a bilateral agreement, has given assistance in three areas:

(1) Scholarship allowances for 150 students in the four-year course. These scholarships, which are paid for all students of the ETC, were necessary for the establishment of the school. On the premise that ETC, in its first years, has developed into a stable, sound educational institution, further scholarships provided by the Federal Republic of Germany will be made available to students on an individual basis. Beyond that, the States of this region, and of other parts of Latin America, provide as many scholarships as possible;

(2) Assumption of the cost for four German instructors in the four-year course; and

(3) Funding for initial equipment, in the amount of US$400,000.

(*e*) Costa Rica has accepted the costs for other teachers, for administration and for the lecture rooms.

(*f*) The Federal Republic of Germany participates in the agreement under the condition that the other five States approve the ETC, the aims of the school, the technician degree, the test specifications and the granting of scholarships. This condition has been met on the part of the five States.

(*g*) The organization of ETC is as follows:

Annexed to the National University in Heredia, Republic of Costa Rica, is the Escuela de Topografía y Catastro (ETC)

The number of students in each ETC class is 30.

Advisory functions related to curriculum, scholarships and certification are the responsibility of a Technical Advisory Council, which consists of six directors of the National Geographical Institutes (IGN), the Rector of the National University, and the Director of ETC, who is, at present, an instructor from the Federal Republic of Germany.

Other specific functions are carried out by an Executive Committee and a Selection Commission, as described below.

Each person has the tendency to pursue the highest attainable degree in the course of his education. This aim is generally known and legitimate. The problem, though, is whether the educational policies can arrest this unbalanced development. Since the desire of so many students to obtain the highest academic degree has become a fact of life, a strict classification of degrees, between the middle and higher levels of education and training, is very desirable.

(*h*) The experience of ETC, with its good educational results, shows that there is a chance for the higher-level (engineer) education. An integration between the middle and higher education programmes is an important matter. The main problem is in screening the candidates (this is the most difficult problem in Europe and America as well). Either the middle and higher education should take place at a single university, or else, when they are established at different places, the two educational programmes should be co-ordinated. At Maracaibo, Venezuela, for example, education for surveying engineers is organized according to the German model; as a result, the School of Geodesy at the University of Maracaibo could go into partnership with a German technical university. Such a partnership could offer several advantages. In particular, the Federal Republic of Germany could provide personal know-how and financial assistance. In future, the School of Geodesy at Maracaibo may be a regional institution for Latin America, as the ETC already is for the middle level in Central America and Pa-

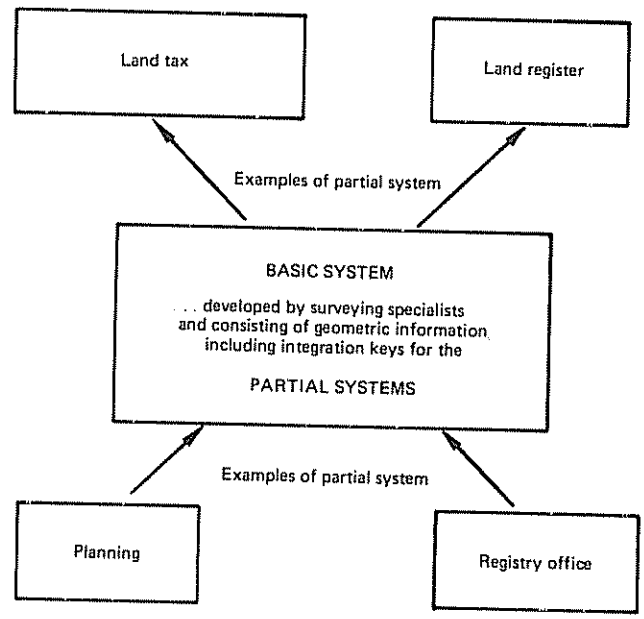


Figure 59. Federal Republic of Germany: summary of the land-information system

nama; the curricula for the two institutions—the University of Maracaibo and ETC—should be harmonized.

(*i*) In Latin America the need is urgent for better and quicker information on terrain, land utilization and changes in the earth's surface. In order to realize this aim as soon as possible all geodesists and surveyors have the interdisciplinary task of establishing the basis for land information. Therefore the regulations for education and training in the area of surveying mapping and cadastral work are not to be neglected.

ETC was founded to promote this great and difficult task The students are instructed not only in technical methods for geodetic, topographic and cartographic work, but also in the principles of land registration, land taxation, urban and rural mapping and the appropriate administrative regulations. Such an education can itself contribute to the establishment of the land information system, which combines the basic system and the partial systems: The basic system is among the tasks of the surveying offices, whereas the partial systems consist of land registry, ownership, fiscal evaluation, soil quality, planning, statistical data and the like. Figure 59 gives a summary. The Technical Advisory Council has the task of advising on problems of curriculum, scholarships, certification of titles and school certificates and the future development of engineering education at ETC. Besides the Technical Advisory Council there is also an executive committee, consisting of the Rector, the Director and the Director of IGN, Costa Rica. This committee is authorized by the technical advisory council to carry out specific projects. Admissions to ETC are determined, on the basis of an acceptance test, by a Selection Commission, consisting of the Director of ETC, the Director of IGN of the State in question and a delegate of the German Ambassador.

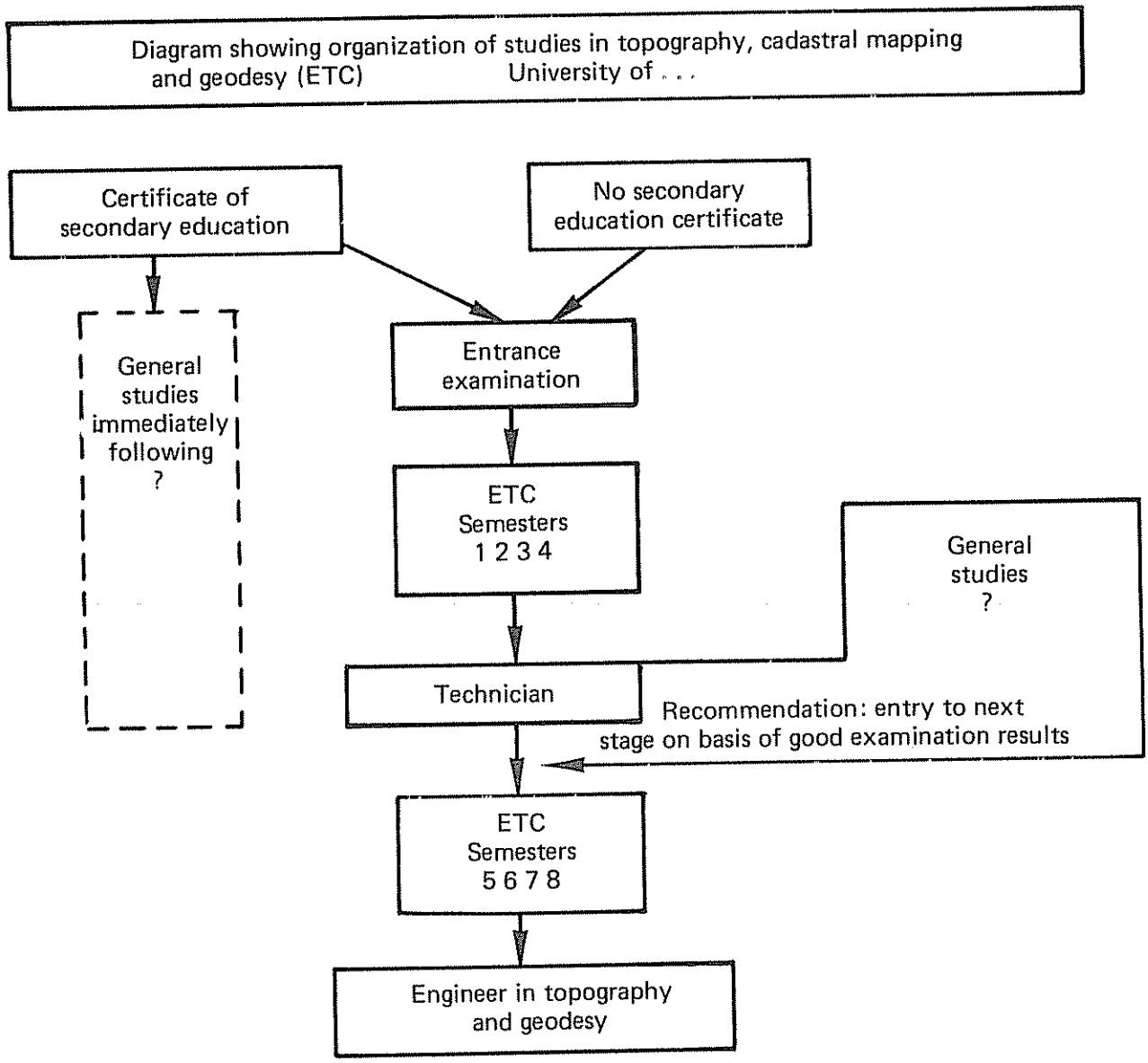


Figure 60. Federal Republic of Germany: an example of a cadastral and mapping educational system based on ETC

The organization is perfect, but its effectiveness depends on a permanent regional commitment to the idea of the ETC.

The ETC curriculum, because it is intended particularly for the middle (technician) level, is very extensive. It must be taken into account, though, that the curricula for the education of technicians and engineers should be harmonized. This is necessary as a matter of principle, because advancement from the technician to the engineer level is a declared goal in the ETC project. A summary of the ETC curriculum is appended to this report as annex I. A detailed ETC curriculum has also been reproduced, in annex II to this paper. The curriculum gives information on all main points, especially the *plan de estudios*. In the curriculum, preference is given to photogrammetry above all other surveying methods. Automation, as it pertains to surveying and cadastral work, and legal and administrative affairs, are also main points in this education programme. But the graduate of ETC has studied not only cadastral details but is also familiar with all types of surveying and mapping work.

(*k*) In addition to their educational work, the German teachers have the task of post assistance after the conclusion of the German assistance programme in Central America and Panama. This double function brings the teachers—and the students as well—into contact with practical work. For this purpose Instituto Geográfico Nacional in Costa Rica has placed certain equipment (e.g., an orthoprojector, presented by the Federal Republic of Germany) at the disposal of ETC.

(*l*) Based on recent experience, the following results can be represented: Accurate examination by the selection commission has been a guarantee that capable students will be admitted and educated at ETC. The prerequisite for ad-

Annex I

ESCUELA DE TOPOGRAFIA Y CATASTRO: SUMMARY OF CURRICULUM

		1 Semester	2 Semester	3 Semester	4 Semester
		(25%)	(25%)	(25%)	(25%)
Basic Subjects		5[a] Mathematics 1	4 Mathematics 2		
		2 Physics 1	2 Physics 2	1 Applied Physics	
		2 Law			
		3 Introduction to Geography	3 Introduction to Geology and Geomorphology		2 Administration
	(24%)	(12%)	(9%)	(1%)	(2%)
Major Subjects	Topography (24%)	5 Topography 1 (surveying) →	5 Topography 2	6 Topography 3	8 Applied Topography
	Drawing (18%)	3 Topographic Computation 1	3 Topographic Computation 2	4 Topographic Computation 3 and Data-Processing	2 Data-Processing 2
		3 Topographic Drawing 1	3 Topographic Drawing 2		
		6	6	4	4
	Photogrammetry (15%)		Photogrammetry 3 1	Photogrammetry 4 2	Photogrammetry 3 3
	Cartography			3 Cartography	2 Cartographic Reproduction
			3	7	5
	Cadastre (19%)	2 Cadastre 1	2 Cadastre 2	4 Cadastre 3	4 Cadastre 4
				3 Legislation and Public Records	4 Evaluation
		2	2	7	8
	(76%)	(13%)	(16%)	(24%)	(23%)
	100%	25%	25%	25%	25%

[a] The number to the left of the subject indicates the number of the weekly hours.

mission, in general, is graduation from high school. In some cases, however, candidates with only practical experience may be admitted.

The German instructors have trained their counterparts in such a manner that, in the course of time, the school's Director could be appointed by Costa Rica, in agreement with the Technical Advisory Council; this applies to all teachers as well. It is the aim of the Federal Republic of Germany that ETC develop into an independent institution within the region of Central America and Panama. At the request of other Latin American States it will be possible to extend the ETC; it would not be advisable to establish a new school if the present one could be developed by means of parallel classes. Also to be considered is the number of skilled students that is wanted. To make this statement is no easy task, but it is necessary that such inquiries be made; this analysis is usually not liked by the teachers or by the students, but it is necessary if the whole surveying and mapping education system is to be effective.

Final remarks

The structure of the school system in each State is different; this is a result of differences in educational policies. Surveying, mapping and cadastral education and training are no exception. It would be desirable, however, to present a summary, based on authoritative sources, of the existing types of educational systems; there is no need to constantly elaborate new curricula and new forms of education. Therefore it is proposed that the United Nations give specific recommendations for particular types of schools and courses, which could be adopted for education at all levels in the field of cadastral surveying and mapping. One proposed system, based on ETC, is described in outline in figure 60.

Annex II

ESCUELA DE TOPOGRAFIA Y CATASTRO: DETAILED CURRICULUM OF STUDIES

	5 Semester		6 Semester		7 Semester		8 Semester	
	Hours per week		Hours per week		Hours per week		Hours per week	
Basic Subjects and Electives	5	Mathematics 3	5	Mathematics 4	4	Mathematics 5	2	Transportation
	5	Algebra	3	Probabilities and Statistics			2	Elements of Construction
	3	Descriptive Geometry 1	3	Descriptive Geometry 1			2	Economics
	4	Analytical Geometry			3	Computation 3	3	Hydrology and Hydrography
	5	Physics 3	4	Physics 4	3	Physics 5	3	Planning
	2	Geology						
Technical Subjects			3	Adjustment of Measurements 1	3	Adjustment of Measurements 2	3	Adjustment of Measurements 3
			3	Geodetic Astronomy 1	3	Geodetic Astronomy 2	3	Special Topics in Photogrammetry
			2	Mathematical Geodesy 1	3	Mathematical Geodesy 2		
	3	Topography 4	2	Geodetic Measurements 1	2	Geodetic Measurements 2	2	Geodetic Measurements
					2	Geophysics 1	2	Geophysics
					2	Physical Geodesy 1	3	Physical Geodesy 2

El catastro rural y la división política, una necesidad de México*

Documento presentado por México

SUMMARY

In the present document an invitation is issued to the federative entities where the Comisión de Estudios del Territorio Nacional (National Land Survey Commission) has drawn up an inventory of resources so that, when the existing information is processed for the second time, and with the co-operation of the State authorities, the rural cadastral survey can be carried out.

RÉSUMÉ

Les organismes fédéraux auxquels la Commission d'étude du territoire national a eu recours pour dresser l'inventaire des ressources sont invités dans le présent document à lancer une deuxième phase de traitement de l'information existante, au cours de laquelle le cadastre rural sera établi en collaboration avec les autorités de chacun des Etats.

L'établissement de ce cadastre servira aussi bien les intérêts des utilisateurs que ceux des autorités locales et

* El texto original de esta monografía, preparado por J. Alberto Villasana Lyon, Director de Estudios de CETENAL, se publicó como documento E/CONF 67/L 30/Add 1

This survey will benefit both the users and the local and federal authorities. Its cost can be reduced if existing materials are used.

The suggested methodology is simple, enabling local staff to be trained quickly. Subsequently, the State governments will be able to operate the system and keep it up to date.

fédérales; le coût en sera limité du fait que l'on pourra tirer parti des données existantes.

La méthode que l'on se propose de suivre est simple et l'on pourrait rapidement former du personnel local à son application. Les autorités de chacun des Etats pourront ultérieurement administrer le système et le mettre régulièrement à jour.

Introducción

La conducción de un país requiere del conocimiento de todos los factores que influyen en su economía; entre ellos y con especial importancia están los relacionados con el suelo y sus recursos, el uso al que está destinado, quiénes son usuarios, etc.

Tanto el gobierno como los usuarios, precisan de la información necesaria para conocer cuál es la distribución del territorio nacional; planear, de acuerdo al interés común, la distribución del espacio y su uso; el conocimiento público del estado jurídico de todas las parcelas y de la imposición de contribuciones fiscales con una base justa para la distribución de las mismas.

La acepción moderna de catastro es el resultado de una interacción entre el gobierno y los usuarios del suelo; esta interacción es necesaria para llevar a cabo acciones de tipo político, jurídico y administrativo. Teniendo esto en mente, es fácil de comprender que el catastro debe tener como marco de referencia la unidad político-administrativa en que está dividido el país, so pena de que queden áreas sin control, por conflicto entre las diferentes autoridades locales, entre alguna de éstas y los usuarios o entre ellos mismos. Este último hecho ocurre con más frecuencia, y su causa debe buscarse en el sistema catastral mismo, del cual son responsables las autoridades.

El catastro, nombre que debiera olvidarse, pues desde que fue adoptado en el siglo XIX por Napoleón se le asocia casi siempre con la tributación fiscal, debe tener como objetivo una descripción clara y unívoca de la división predial, de la entidad político-administrativa a que pertenece, del uso y potencialidad del suelo y el equipamiento con que cuenta. Esto permitirá garantizar su ocupación, vigilar su aprovechamiento, planear su mejor utilización de acuerdo a los intereses colectivos y exigir de los usuarios su participación equitativa para sufragar el gasto público.

Quiero hacer énfasis en que el objetivo anterior es válido, independientemente del sistema político vigente o del régimen de tenencia.

Situación actual

Los objetivos que se señalaron para el catastro son vigentes tanto para el caso urbano como para el rural, sin embargo, la situación que prevalece en uno y otro es muy diferente. La propiedad urbana, por su alto valor, por las acciones que demanda su aprovechamiento (subdivisión, alineamiento, licencia de construcción, etc.), y los servicios públicos que requiere su ocupación (agua, luz, etc.), es susceptible de un conocimiento indirecto, excepto en los aspectos legales de su ocupación, y éstos, que son solubles, frecuentemente no se atacan por la imposibilidad misma de las autoridades de proporcionar los servicios en caso de un reconocimiento tácito. El área rural confronta un problema de anarquía, que a veces data de siglos, en la determinación, adjudicación, transacción y fraccionamiento de los predios. Esto ha ocasionado, por la inseguridad que produce una titulación incorrecta, sobreposición teórica de las propiedades y la resistencia en ocupar o aprovechar estas tierras en conflicto.

Por lo anterior, hemos centrado la atención en el aspecto rural; en lo sucesivo haremos referencia únicamente a este tipo de propiedad. Las zonas urbanas, para este efecto, pueden considerarse como un predio más, delimitado por su fundo legal, que por cierto, rara vez existe y debiera constituir el marco de referencia del catastro urbano.

En ocasiones, durante la integración de las propiedades se soslaya la importancia de referir el catastro a la unidad política del municipio, debido a que los objetivos fiscales son los únicos que motivan la acción, y desde este punto de vista poco importa quién capture al causante. Sin embargo, al pensar en los aspectos de planeación, tenencia o aprovechamiento del predio, no podemos desligar la propiedad de su ubicación política. Es más, en procesos tan elementales como la toma de información para integrar los censos agropecuarios, la mayor fuente de error está en el hecho de que los encuestadores desconocen el límite del municipio que constituye su unidad censal, y dejan áreas adyacentes sin reportar, o a la inversa, áreas cuya información está duplicada. Valorar la extensión de estas áreas en conflicto intermunicipal es imposible, pues requeriría que alguien hubiera intentado definirlas; sin embargo, por dar un indicativo, diremos que a nivel interestatal existen unos 50 000 m^2 de áreas en conflicto, que obviamente también son parte de los conflictos intermunicipales a los cuales habría que sumar aquellas áreas que no están relacionadas con la división estatal.

Las causas de esta situación arrancan desde la época colonial, en que la división político-eclesiástica, origen de nuestra actual división interestatal, fue hecha en el papel debidamente legalizada, pero no materializada, ni comprobada antes de verterla a un decreto, laudo o mandato, lo que comúnmente llamamos reparto de escritorio. En épocas más recientes, y casi en la mayoría de los casos, los estados siguieron igual procedimiento para constituir los municipios o para adjudicar predios. Después de la revolución de 1910, salvo raras excepciones, se siguieron similares procedimientos para implantar, a través del ejido, el reparto agrario.

Los límites políticos, no definidos, causan dificultades a la administración del territorio, que si bien pocas veces revisten el carácter de conflicto, sí originan actitudes pasivas sobre el ejercicio de la autoridad. Mas no es el caso de la propiedad, en donde el exceso, defecto o sobreposición de propiedad llega a provocar hechos de sangre en un intento por hacer valer supuestos derechos, legales pero inexistentes físicamente; en todo caso, cuando menos, causan el

abandono o la no explotación del suelo. La falta de una tecnología adecuada ha inducido a acciones legales que no tienen una representación real en el terreno.

En fechas recientes, también ha contribuido a esta desorganización la falta de coordinación entre las entidades relacionadas con la transferencia y uso de la propiedad, tales como: el Catastro, el Registro Público de la Propiedad, la Secretaría de la Reforma Agraria, etc.

Soluciones

Se presentan dos caminos como solución al problema: el reordenamiento legal de las propiedades, o el reconocimiento de la situación existente, con excepción de los que están en litigio, los cuales dependerían de un fallo de la autoridad competente.

La primera solución, indudablemente más racional, y que pudiera llevarse a cabo con base en el orden cronológico en que se fueron adjudicando, vendiendo y fraccionando las propiedades, tiene como principal obstáculo el mismo que dio origen al problema: la falta de definición en la descripción de los límites de los predios originales; además, la ejecución de este trabajo tendría que ser a largo plazo.

El reconocimiento de la situación existente, como segunda solución, si bien aunque jurídicamente es objetable, en la práctica es la más viable, exceptuando el caso ya señalado de propiedades en litigio al momento de catastrar.

Lo anterior constituiría el punto de partida; mas es necesario, para darle vigencia al trabajo, tomar las siguientes medidas no menos importantes; hacer compatibles los sistemas legales y de registro, así como prever los mecanismos de actualización.

Como actualmente la legislación catastral es diferente para cada entidad federativa, tanto por la forma como es recopilada la información, como por la extensión de ésta, no puede tener validez nacional. En forma similar, los procedimientos del Registro Público de la Propiedad, Escrituras Notariales, Registros Agrarios, carecen de la homogeneidad que facilite cruzar las referencias de un registro a otro, lo cual permitiría tener sistemas unificados de información, además de un cierto control de los procedimientos, por la confrontación de los registros.

La necesidad de prever los mecanismos que permitan mantener actualizados los registros de la propiedad, es evidente; sin embargo, no está por demás recalcar que muchos trabajos, hechos en épocas anteriores, pronto se volvieron obsoletos por falta de mecanismos que permitieran su actualización.

Así pues, antes de iniciar los trabajos de catastro propiamente dichos, son necesarias una serie de acciones, dentro de las cuales están algunos aspectos que queremos hacer resaltar, sobre todo porque actualmente tienen deficiencias:

Conseguir una legislación catastral homogénea a todas las entidades federativas, y definir dentro de la ley los objetivos múltiples que debe satisfacer la información que se recopile;

Crear las comisiones estatales que determinen los límites de municipios de fundos legales y que se promueva la definición de los interestatales;

Prever e implantar los mecanismos de comunicación entre las dependencias e institutos que transfieren o modifican la propiedad;

Incluir dentro de los reglamentos respectivos, los requerimientos técnicos mínimos que deben cumplir los trabajos.

Metodología

El tema central de esta ponencia gira en torno a una solución, que con el aprovechamiento de los trabajos que la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) hace para otros fines, brinde la posibilidad de efectuar el catastro rural mediante colaboración entre los gobiernos estatales y CETENAL.

Además, durante la solución del problema se tuvieron en mente otras dos condiciones: que el costo fuese bajo y que las actividades a desarrollar por los gobiernos estatales no implicaran el uso de una tecnología sofisticada.

Delimitación política

Los trabajos previos de recopilación de la información existente se llevan a cabo en forma conjunta por CETENAL y la entidad federativa. Tienen como finalidad la presentación en la carta topográfica, escala 1:50 000, de una proposición de límite municipal; en ella se muestran coincidencias y discrepancias. Esta carta constituye el documento de partida en el proceso de avenimiento entre presidentes municipales.

El Gobierno Estatal puede ahora coordinar a los presidentes municipales para que inicien un recorrido sobre los límites propuestos y ratifiquen o rectifiquen los linderos. Para el desempeño de esta actividad, es conveniente consultar con los usuarios del municipio del cual son causantes, ya que en las zonas donde existen discrepancias, este hecho es el que más pesa para la solución definitiva. CETENAL participa como observador en este proceso, y va identificando en mapas y fotografías los vértices o linderos aceptados por ambas partes; al mismo tiempo, una brigada va construyendo monumentos sobre los vértices. El resultado de lo anterior es una serie de actas que van firmando los presidentes municipales, en las que manifiestan la aceptación de los límites reconocidos y señalados con monumentos.

Lo anterior permite iniciar dos actividades diferentes: el Gobierno Estatal promueve la aceptación de estas actas provisionales por parte del Cabildo Municipal y, por linderos comunes, los depura y remite al Congreso Estatal para su sanción. Esta acta, al registrarse, define los vértices por sus coordenadas geográficas, las mismas que fueron proporcionadas por CETENAL y obtenidas a partir de un levantamiento geodésico, triangulación aérea o identificación en los planos topográficos existentes.

Estos métodos alternos se escogen en función de la precisión que se desea tener en la definición geográfica y, en términos generales, en función del tamaño medio de los predios. Esta variedad de métodos permite precisiones relativas que varían entre unos 0,20 m y 50,0 m.

Otra acción, que en forma simultánea debe promoverse con cada municipio, es la definición del fundo legal para las poblaciones que lo justifiquen. Esto es fácil de conseguir

con las amplificaciones fotográficas escala 1:10.000 que proporcionan la mayor parte de la información necesaria para su determinación, la cual también deberá ser sancionada por las autoridades locales.

Lo anterior, permite definir los límites internos y externos del ámbito de aplicación del catastro rural.

Mapa base

El punto de partida son las fotografías a escala 1:50.000 y 1:25.000 y en casos especiales pueden obtenerse a otras escalas. En aquellos casos donde el perímetro municipal ha sido levantado, los valores geográficos son incorporados; en ambos casos se tiene la información necesaria para ejecutar un fotomapa.

Los fotomapas son productos compuestos por imágenes rectificadas de las zonas planas, y ortofotos, de las áreas accidentadas.

El ortofoto es un producto que tiene cada día mayor aceptación en el público. Es esencialmente una imagen fotográfica, de donde se han eliminado las deformaciones que, por relieve, contienen las fotografías normales.

El fotomapa puede hacerse a escala 1:10.000 y menores; se reproduce y entrega en hojas de formato adecuado, en material estable, y con una presentación tal que permite su reproducción por medios fotográficos, heliográficos u offset.

Mientras en CETENAL se realizan las actividades descritas anteriormente, otro personal lleva a cabo en la entidad federativa cursos de capacitación y asesoría en problemas de organización y manejo de información.

La capacitación está enfocada a la preparación de personal para que pueda identificar, en las fotografías, los límites de los predios. Se requieren elementos humanos que tengan terminada la instrucción del ciclo preparatorio o equivalente y, para lograr una mejor comprensión y motivación hacia sus actividades, se les imparten conocimientos generales sobre la metodología a desarrollar.

Los aspectos de organización en los que se asesora al personal, varían mucho, tanto en la temática a cubrir como en el detalle mismo; esto depende fundamentalmente de la legislación local, de la estructura existente y de las facilidades de que se dispone para el manejo y procesamiento de la información. En cualquier caso, como la intención última es de que la Entidad Federativa opere el sistema catastral, es ésta una política establecida a la que se le debe brindar toda la ayuda necesaria para que pueda cumplir dicho fin.

Concluido el entrenamiento del personal de campo que hará la identificación de los predios, se procede a ello. Esta identificación se hace sobre las mismas fotografías y, al mismo tiempo, se va recopilando la siguiente información requerida en la ficha catastral: propietario, uso al que se destina, facilidades con que cuenta, domicilio, etc.

La identificación es pasada posteriormente al fotomapa para su posterior digitalización y registro; en este último se adiciona la información codificada perteneciente a la ficha catastral.

Padrón catastral

La correlación entre los predios identificados y la ficha catastral tiene como objeto integrar un archivo de usos múltiples, que una vez completo deberá contener:

1. Nombre del propietario (o pretendiente);
2. Número de la parcela, coordenadas geográficas;
3. Identificación de escrituras, decretos, títulos, etc. que definan los derechos sobre el predio;
4. Número de registro público de la propiedad;
5. Dimensiones, colindancias y superficie;
6. Ubicación del predio: entidad, municipio, ejido, villa, hacienda, etc.;
7. Domicilio del propietario para efectos de notificaciones;
8. Naturaleza del suelo;
9. Uso actual del predio;
10. Capacidad agropecuaria o forestal del predio;
11. Disponibilidad de agua en sus diferentes clasificaciones: riego, humedad, bombeo, temporal, etc.;
12. Construcciones e instalaciones con que se cuenta;
13. Valor de la parcela;
14. Tasa del impuesto;
15. Usuario del predio.

La recopilación de la información ya se tiene mecanizada con el empleo de formularios preimpresos, que a la vez sirven de recordatorio en el campo y simplifican el proceso. La idea es, como ya se expresó, constituir un banco de información cuyo procesamiento y consulta sirva para efectos de determinación de políticas agrarias, conocimiento del estado actual y uso de la propiedad, seguimiento de los programas adoptados y recaudación fiscal; en fin, todo lo relacionado con la planeación, ordenamiento, desarrollo, aprovechamiento y control del sector rural.

Costo

El catastro rural, a diferencia del urbano, no representa en lo fiscal un rubro importante de ingresos. Es por esto que se debe poner especial atención en la metodología a conseguir y en un proceso económico que tenga la inversión requerida al alcance de las entidades federativas y sea redituable en sus aspectos operativos.

A continuación se mencionan las actividades requeridas y se dan los costos, clasificándolos según la entidad que deberá absorberlos en un área de 10.000 km².

	Cetenal	*Entidad federativa*
	(Miles de pesos)	
Definición de los límites municipales y su señalamiento con monumentos	60	30
Determinación de coordenadas de límites e identificación	50	
Fotografías aéreas escala 1:25.000 (3 juegos)	42	
Triangulación aérea	140	
Fotomapa del municipio y reproducciones	320	
Identificación de predios y ficha catastral		800
Vaciado, registro de límites y perforación de la ficha catastral	120	
Mapa y padrón catastral	370	
Adaptación de sistemas en la entidad federativa	140	
TOTAL	1.222	830

El costo unitario sería de $2.052.000
1.000.000 ha
es decir $2,05/ha

El costo anterior, que también es función de la cantidad de trabajo y de la mayor o menor dificultad de cada región (clima, accesos, etc.), puede tener variaciones hasta del 20%.

Mantenimiento del sistema

El padrón catastral deberá ser flexible en su operación y actualización, lo cual es fácil de conseguir con los modernos procesadores de datos. Sin embargo, y esto no es muy fácil de realizar, debe tenerse control, participación, aviso, etc., en todas aquellas decisiones u operaciones que afectan la tenencia de la tierra. De estos organismos existen dos grupos diferentes, unos que funcionan a nivel estatal: notarías, Registro Público de la Propiedad, Dirección de Obras Públicas, etc.; y otros cuyo ámbito de acción es federal: Secretaría de la Reforma Agraria, Secretaría de Recursos Hidráulicos y varias dependencias que dan concesiones o implementan derecho de vía.

No es motivo de esta presentación hacer propuestas de legislación, ni es posible, ya que el funcionamiento y estructura orgánica de estas dependencias varía de una a otra entidad; sin embargo, lo que se persigue es simple: para aquéllas de jurisdición local se pretende normar su funcionamiento en forma tal, que las acciones que inicien, o pretendan llevar a cabo, impliquen para su aceptación jurídica el aviso previo a la Dirección de Catastro y, en el caso de las dependencias del Ejecutivo y Judicial, se norme y canalice la información a la misma Dirección de Catastro. En unos casos hablaremos del reparto de tierras y sería conveniente, por ejemplo, que en la Comisión Mixta Agraria Estatal estuviera representado el Gobierno Estatal por su Dirección de Catastro, o que la expropiación de tierras, para constituir derechos de vía, estuviera fundamentada y coordinada con la citada Dependencia; así mismo, sería conveniente que las resoluciones sobre tierras en conflicto por Ley, las participara el Poder Ejecutivo a las Direcciones de Catastro. Todos estos procedimientos son necesarios para que exista una comunicación fluida, oportuna y completa entre las dependencias relacionadas con la materia.

Conclusiones

La metodología expuesta permite llevar a cabo el catastro rural en forma rápida y económica mediante una conjunción de esfuerzos entre CETENAL y las entidades federativas.

La acción que se emprenda será positiva para la economía estatal, pero lo más importante es que se podrá conocer el estado actual de la tenencia de la propiedad y las características de la misma, lo cual permitirá, sobre bases racionales, una política agropecuaria que consiga un mejor aprovechamiento del suelo, a la vez que el deslinde y registro de los derechos sobre la propiedad, permita tranquilizar gran parte de este importante sector de la población.

Por lo anterior, estamos convencidos de que el trabajo coadyuvará sustancialmente a la economía de las entidades federativas; llevará orden y tranquilidad al sector campesino, y será una herramienta de planeación y control de las acciones rurales que emprenda el Gobierno Federal.

An economical approach to large-scale mapping at the Directorate of Overseas Surveys*

Paper presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

RÉSUMÉ

Il y a quelques années, le Directorate of Overseas Surveys (DOS) a décidé d'abandonner le "dessin au net" de cartes à grande échelle destinées à être reproduites par le procédé lithographique, car ces cartes étaient établies presque uniquement à l'intention d'utilisateurs professionnels. Diverses expériences ont été effectuées pour déterminer la méthode la plus économique et la plus rapide d'établir un cliché positif permettant un tirage diazoïque.

La méthode décrite dans ce document est fondée sur le fait qu'une pellicule Kodagraph P4 impressionnée constitue une excellente surface de dessin sur laquelle on peut tracer au crayon un dessin net et dense; l'encadrement et le cadre pour les notes peuvent ainsi être imprimés photographiquement sur une partie de la pellicule et l'on peut restituer les détails au crayon à partir du tracé photogrammétrique.

Cette méthode permet d'économiser beaucoup de temps et de travail.

RESUMEN

Hace algunos años la Dirección de Levantamientos Topográficos de Ultramar decidió abandonar el "dibujo en limpio" de mapas en gran escala para la impresión litográfica porque esos mapas se estaban preparando casi exclusivamente para usuarios profesionales. Se han realizado ahora diversos experimentos para determinar el método más barato y expeditivo de producir un positivo para la impresión de copias diazoicas.

En el método descrito en este documento se utiliza película Kodagraph P4 expuesta, que suministra una excelente superficie de dibujo sobre la cual se puede trazar con lápiz una línea bien definida y densa; el margen y el cuadro de notas se pueden imprimir fotográficamente en un trozo de película y los detalles se calcan con lápiz a partir del trazado fotogramétrico.

Se ha comprobado que este método ahorra mucho tiempo y dinero.

* The original text of this paper, prepared by D. L. Fereday, Directorate of Overseas Surveys, appeared as document E/CONF 67/L. 17

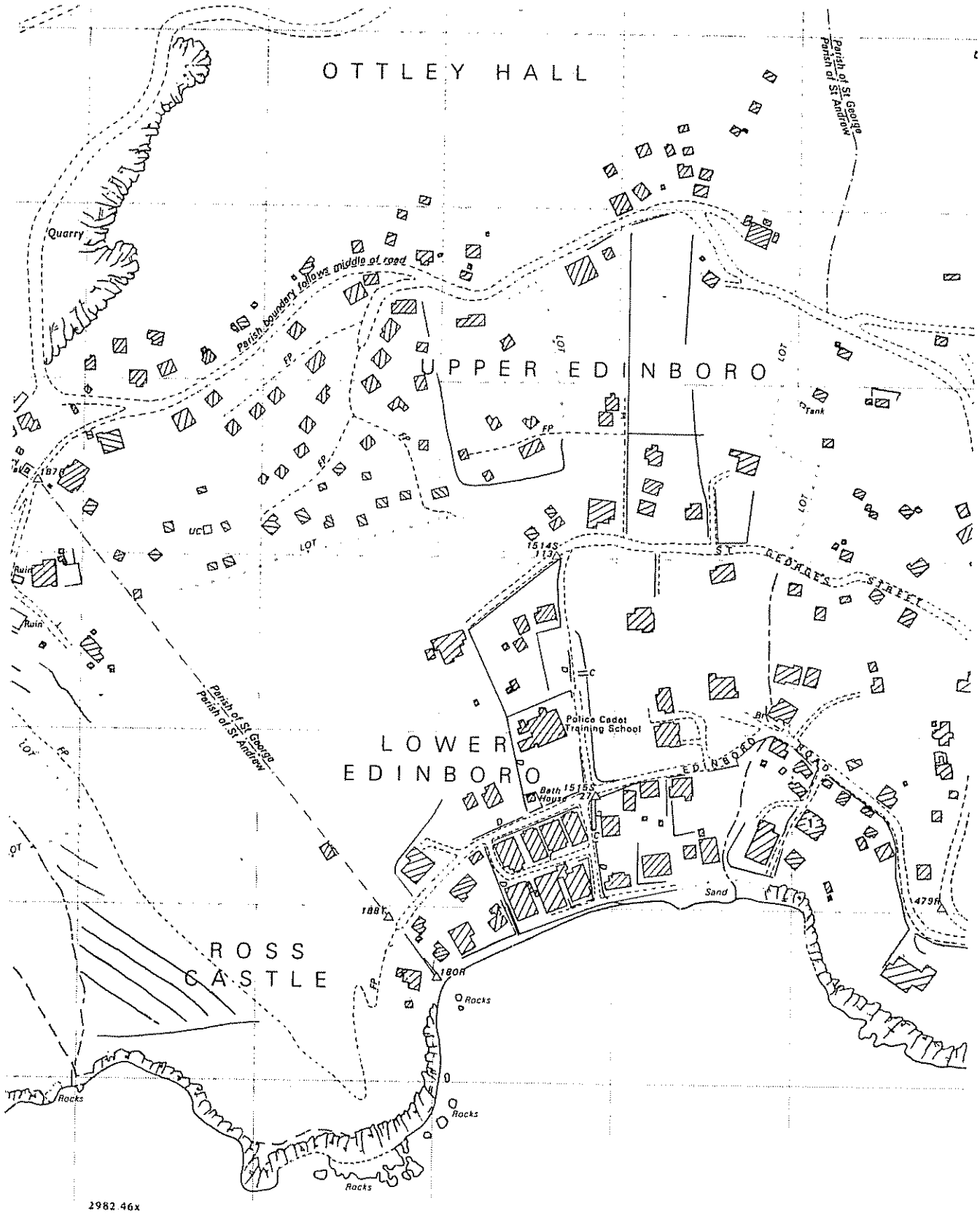


Figure 61. United Kingdom: extract from D.O.S. 017, St. Vincent 1:2,500 series, Sheet 8254

In most developing countries where no mapping exists at suitable scales, maps are required on which to plan the rapid development of urban areas, to record the supply of services and the like. The need is urgent, and policy at the Directorate of Overseas Surveys (DOS) is to map such areas as quickly as possible.

To this end, "fair drawing" and scribing of detail have been abandoned in favour of a pencilled plot that can be reproduced in a shorter time. Printing takes time, and an economic print run exceeds the demand for copies by the specialist users for whom the mapping is intended. Consequently, DOS now produces stable base positives from which dye-line copies of the combined detail and contours can be made.

To produce good quality dye-lines, it is essential that the original be of good quality, with even, dense, sharp linework. It was the difficulty in obtaining such quality that led to the development of a new method for producing an improved original with savings in both time and effort.

The new method begins at the stage where the untouched detail is removed from the plotting machine. A sheet border, rouletted grid and foot-notes panel are photographically printed on a sheet of Kodagraph P4. This material has a fine-grain photographic emulsion surface, permitting a sharp, dense line to be drawn in pencil; this results in improved reproduction quality. The plotted detail is traced onto the Kodagraph print and the resultant drawing is referred to as the photogrammetric plot. To save material costs, it is possible to plot directly onto the photogrammetric plot, but for reasons of cleanliness and to facilitate checking we have found it advisable to trace the detail and preserve the original machine plot. The contours, if required, will have been either scribed directly on the plotters or drawn in pencil for scribing later, after field checking.

An autopositive copy is made from the photogrammetric plot, together with the contours (if required), and sent to the field for examination and addition of names. When the field document is returned, deletions are erased from the photogrammetric plot, new detail is added in pencil and names and foot-note variables are patched on.

A new combined autopositive copy of the detail and contours is made from this amended plot, the contours being exposed through a dot screen for greater legibility. This copy is sent to the overseas country as the master copy, from which dye-lines may be produced as they are needed.

This system reduces the number of photographic processes used, obviates the need for negative cleaning and produces a much clearer result of better quality.

The attached map extract was produced in the manner described.

Etat d'avancement d'un système mondial de coordination des avertissements de navigation*

Document présenté par l'Organisation hydrographique internationale (OHI)

SUMMARY

Since May 1973 the Intergovernmental Maritime Consultative Organization (IMCO) and the International Hydrographic Organization (IHO) have co-operated in making every effort to establish an international co-ordination system for the broadcasting of navigational warnings by radio. International co-operation has been remarkable, and the provisional plan to establish a world system of navigational warnings by radio indicates the general progress achieved so far.

The offers made by 11 countries to ensure zonal co-ordination in 12 of the 16 major geographical maritime zones in question have been accepted (see annex). These countries have agreed to supply the necessary transmitting equipment and services free of charge. In addition, France has said that it might possibly offer to act as co-ordinator in zone II; otherwise, the United Kingdom has indicated that it would be willing to take responsibility for that zone.

In zone I, a plan for the broadcasting of warnings in the English Channel and the North Sea has been approved and went into operation on 1 April 1975, and a similar plan for broadcasting in the Baltic Sea subzone went into effect in January 1976. Sweden is acting as co-ordinator for that

RESUMEN

Desde mayo de 1973 la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI) y la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) han cooperado en sus esfuerzos por establecer un sistema de coordinación internacional para la difusión de anuncios de radio para la navegación. La cooperación internacional ha sido notable y el plan provisional para la creación de un sistema mundial de anuncios de radio para la navegación indica los progresos generales realizados hasta la fecha.

Los ofrecimientos hechos por 11 países para asegurar la coordinación de zona en 12 de las 16 zonas marítimas geográficas principales de que se trata, han sido aceptados (véase el anexo del presente documento). Esos países han convenido en proprocionar gratuitamente los equipos y servicios de transmisión necesarios. Además, Francia hizo saber que era posible que se ofreciese a ejercer las funciones de coordinador en la zona II; en caso contrario, el Reino Unido señaló que estaba dispuesto a encargarse del cometido.

En la zona I, un plan para la difusión de anuncios en la Mancha y el mar del Norte fue aprobado y entró en servicio el 1° de abril de 1975, y en enero de 1976 empezó a funcionar un plan semejante para la difusión en la sub-zona del mar Báltico. Suecia asume las funciones de coordinador de esta subzona y transmite los anuncios en caso de necesidad al Reino Unido que es el coordinador de la zona. El Pakistán,

* Le texte original de cette communication a paru sous la cote E/CONF 67/L. 54.

subzone and is transmitting the warnings, where necessary, to the United Kingdom, which is the zonal co-ordinator. Pakistan, as co-ordinator for zone IX, began provisional broadcasts of NAVAREA warnings in January 1976.

Information on transmitting equipment and programmes to be used by the zonal co-ordinators and national co-ordinators are being collected and studied by the IMCO sub-committee on radio communications.

The World Meteorological Organization has actively participated in perfecting the system and is at present studying the possibility of combining meteorological warning programmes with the NAVAREA warning system.

en su calidad de coordinador de la zona IX comenzó provisionalmente la difusión de anuncios NAVAREA en enero de 1976.

El Subcomité de Radiocomunicaciones de la OCMI está reuniendo y estudiando las informaciones relativas a los equipos de transmisión y los programas de difusión que deben ser utilizadas por los coordinadores de zonas y los coordinadores nacionales.

La Organización Meteorológica Mundial participó activamente en las tareas de elaboración y está actualmente estudiando la posibilidad de combinar los programas de anuncios meteorológicos y el sistema de anuncios NAVAREA.

PLAN PROVISOIRE POUR LA CRÉATION D'UN SYSTÈME MONDIAL D'AVERTISSEMENTS RADIO DE NAVIGATION

Le Plan a été révisé en novembre 1975 pour introduire les décisions approuvées en février et septembre 1975 par le Groupe de travail du Sous-Comité des radiocommunications de l'Organisation intergouvernementale consultative de la navigation maritime (OMCI).

A. — *Définitions*

Les définitions suivantes sont applicables à l'ensemble de ce Plan :

a) *Zone*. — Zone maritime géographique (voir figure 62 ci-après), établie pour coordonner la transmission des avertissements radio de navigation. On peut utiliser, le cas échéant, le terme NAVAREA suivi d'un chiffre romain d'identification comme titre abrégé de ces zones;

b) *Sous-zone*. — Subdivision d'une zone dans laquelle un certain nombre de pays ont établi un système coordonné pour la transmission des avertissements côtiers;

c) *Région* — Portion d'une zone ou d'une sous-zone dans laquelle un pays a accepté la responsabilité de transmettre les avertissements côtiers;

d) *Coordonnateur de zone*. — Autorité chargée de recueillir et d'émettre des avertissements couvrant l'ensemble de la zone;

e) *Coordonnateur national*. — Autorité chargée de recueillir et d'émettre des avertissements côtiers émanant du réseau de stations radio côtières nationales. Elle devra envoyer immédiatement tous les renseignements appropriés au coordonnateur de la zone;

f) *Avertissement de zone* (NAVAREA). — Diffusion dans une zone d'un avertissement à la longue distance émanant du coordonnateur de la zone et émis par une ou plusieurs stations puissantes de façon à couvrir l'ensemble de cette zone et des portions de la zone adjacente;

g) *Avertissement côtier*. — Avertissement diffusé par une autorité nationale de coordination par l'intermédiaire des stations radio côtières nationales pour couvrir une région ou une portion de la zone;

h) *Avertissement local*. — Avertissement destiné à couvrir la zone comprise dans les limites de la juridiction d'un port ou d'une autorité portuaire et qui peut ne pas avoir besoin d'être diffusé hors de ces limites. Ces avertissements peuvent être diffusés par ces autorités.

B. — *Conditions requises pour un coordonnateur de zone*

Dans chaque zone, le coordonnateur de la zone doit disposer d'un service hydrographique bien équipé ainsi que des installations efficaces et appropriées à la transmission des avertissements dans toute la zone, en tenant compte du fait que la position géographique doit être favorable à la propagation des ondes. Les installations de transmission doivent, en outre, couvrir une portion de la zone adjacente équivalant à celle que peut parcourir un bâtiment rapide en 24 heures (environ 700 milles).

C. — *Avertissements de zone (NAVAREA)*

a) Les avertissements transmis doivent normalement se référer uniquement à la zone intéressée;

b) Les avertissements doivent être transmis aux heures indiquées; ils doivent être répétés dans la diffusion qui suit immédiatement leur transmission initiale, et ensuite si on le juge utile;

c) Deux émissions journalières, au moins, sont nécessaires pour assurer une diffusion suffisante;

d) On peut faire en sorte que les avertissements soient disponibles dans les bureaux des ports et, si on le juge approprié, qu'ils soient insérés finalement dans les avis imprimés de grande diffusion;

e) Les avertissements doivent demeurer en vigueur jusqu'au moment où ils sont annulés par le coordonnateur de la zone.

D. — *Avertissements côtiers*

a) Ces avertissements se limitent aux eaux côtières. Quand ces avertissements sont nécessaires, il est souhaitable de couvrir une distance de 100 à 200 milles à partir de la côte;

b) Les avertissements doivent être diffusés tant que le renseignement demeure en vigueur ou jusqu'à ce qu'il puisse être communiqué par d'autres moyens;

c) Les avertissements doivent être émis suivant l'horaire prévu et dès leur réception, en cas d'urgence, en utilisant, si nécessaire, les signaux d'alarme prévus dans ce but.

E. — *Coordonnateur de zone*

a) En établissant les horaires de diffusion, le coordonnateur de la zone doit s'assurer que les heures de diffusion

des avertissements ne coïncident pas avec celles des zones adjacentes. Il faut tenir compte des heures de service établies pour toutes les catégories de stations de navires et de la différence de fuseaux horaires entre les limites orientale et occidentale de la zone. (Pour recevoir les avertissements NAVAREA les stations peuvent avoir besoin d'aménager leurs horaires de service pour les faire concorder avec les heures d'émission prévues);

b) La rédaction, la coordination et la manière de traiter les avertissements à transmettre doivent être laissées à l'appréciation du coordonnateur de la zone;

c) Dans le cas des avertissements de navigation qui demeurent en vigueur après la dernière diffusion, on doit s'assurer que l'information qu'ils contiennent est disponible à l'échelle mondiale;

d) Le coordonnateur de la zone doit s'assurer que les messages qui nécessitent une diffusion dans d'autres zones sont bien transmis à tous les coordonnateurs de zone;

e) Bien que les dispositions prises par le coordonnateur de zone doivent permettre à tous les navires de recevoir d'une façon ou d'une autre les messages en vigueur pour cette zone avant d'atteindre celle-ci ou d'y pénétrer, les navires doivent néanmoins avoir la possibilité dans certains cas exceptionnels d'obtenir, sur demande, les textes des messages en vigueur, mais qui ne font pas partie du programme normal de diffusion.

F. — *Coordonnateur national*

A l'intérieur d'une zone, le coordonnateur national doit communiquer au coordonnateur responsable de la zone, dans le moindre délai possible, tous les renseignements appropriés relatifs à la navigation. En même temps, l'autorité origine du message doit, si elle l'estime nécessaire, faire précéder son message du degré de priorité voulu.

G. — *Renseignements à insérer dans les avertissements*

1. *Avertissements de zone*

En général, les avertissements de zone traitent des renseignements indiqués ci-dessous, dont les navigateurs au long cours ont besoin pour naviguer en sécurité. Ceux-ci concernent en particulier les avaries des aides à la navigation importantes, ainsi que les événements qui sont susceptibles d'entraîner des modifications aux routes prévues pour la navigation.

La liste suivante des messages considérés comme propres à être transmis en tant qu'avertissements dans ce système n'est pas exhaustive et doit seulement servir de base. Elle présuppose, en outre, que des renseignements suffisamment précis sur ces articles n'ont pas été publiés auparavant dans les *Avis aux navigateurs* :

a) Avaries de feux, de signaux de brume et de bouées affectant les principales routes de navigation;

b) Présence d'épaves dangereuses sur les principales routes de navigation ou à proximité et, le cas échéant, leur signalisation;

c) Mise en place de nouvelles aides à la navigation importantes ou changements importants apportés aux anciennes lorsque ces mises en place ou changements pourraient induire les navigateurs en erreur;

d) Présence de convois remorqués non manœuvrants dans des eaux encombrées;

e) Mines dérivantes;

f) Zones où des opérations Search and Rescue (SAR) et des opérations antipollution sont en cours (pour éviter ces zones);

g) Présence de roches, de hauts-fonds, de récifs et d'épaves nouvellement découverts et susceptibles de constituer un danger pour la navigation; et le cas échéant, leur signalisation;

h) Changement ou interdiction imprévus de routes établies;

i) Opérations de poste de câbles ou de pipe-lines ou autres opérations sous-marines constituant un danger possible sur les routes de navigation ou à proximité;

j) Mise en place d'installations *off-shore* sur les routes de navigation ou à proximité;

k) Mauvais fonctionnement notable des services de radio navigation;

l) Renseignements concernant des opérations spéciales qui peuvent affecter la sécurité de la navigation, parfois sur de vastes zones, par exemple, exercices navals, lancements de missiles, missions spatiales, essais nucléaires. Ceux-ci doivent être diffusés, en premier lieu, par le coordonnateur de la zone intéressée cinq jours au moins si possible, avant la date prévue pour l'événement. Les messages doivent être répétés, si on le juge nécessaire, jusqu'à ce que l'événement soit terminé.

Les catégories de messages à transmettre en tant qu'avertissements devront être révisées environ 36 mois après la mise en vigueur du système. Les diffusions des avertissements de navigation à l'intérieur de la zone doivent être numérotées dans l'ordre naturel tout au long de l'année.

2. *Avertissements côtiers*

Les avertissements côtiers comportent les renseignements dont la liste est indiquée dans la section G.1 ci-dessus, et qu'il suffit aux navigateurs de connaître quand ils entrent dans une sous-zone ou région donnée. Cependant, les avertissements côtiers ne doivent pas être limités aux principales routes de navigation.

3. *Avertissements locaux*

Les avertissements locaux complètent le système côtier en ce qu'ils donnent des renseignements détaillés sur les événements que les navires de haute mer n'ont généralement pas besoin de connaître. D'ailleurs les avertissements locaux peuvent être publiés dans la langue nationale seulement.

4. *Système d'avertissement de zone*

Ce système d'avertissement doit normalement suffire aux bâtiments qui naviguent le long des principales routes océaniques de la zone. Néanmoins, dans certaines eaux, la connaissance des avertissements côtiers peut être nécessaire.

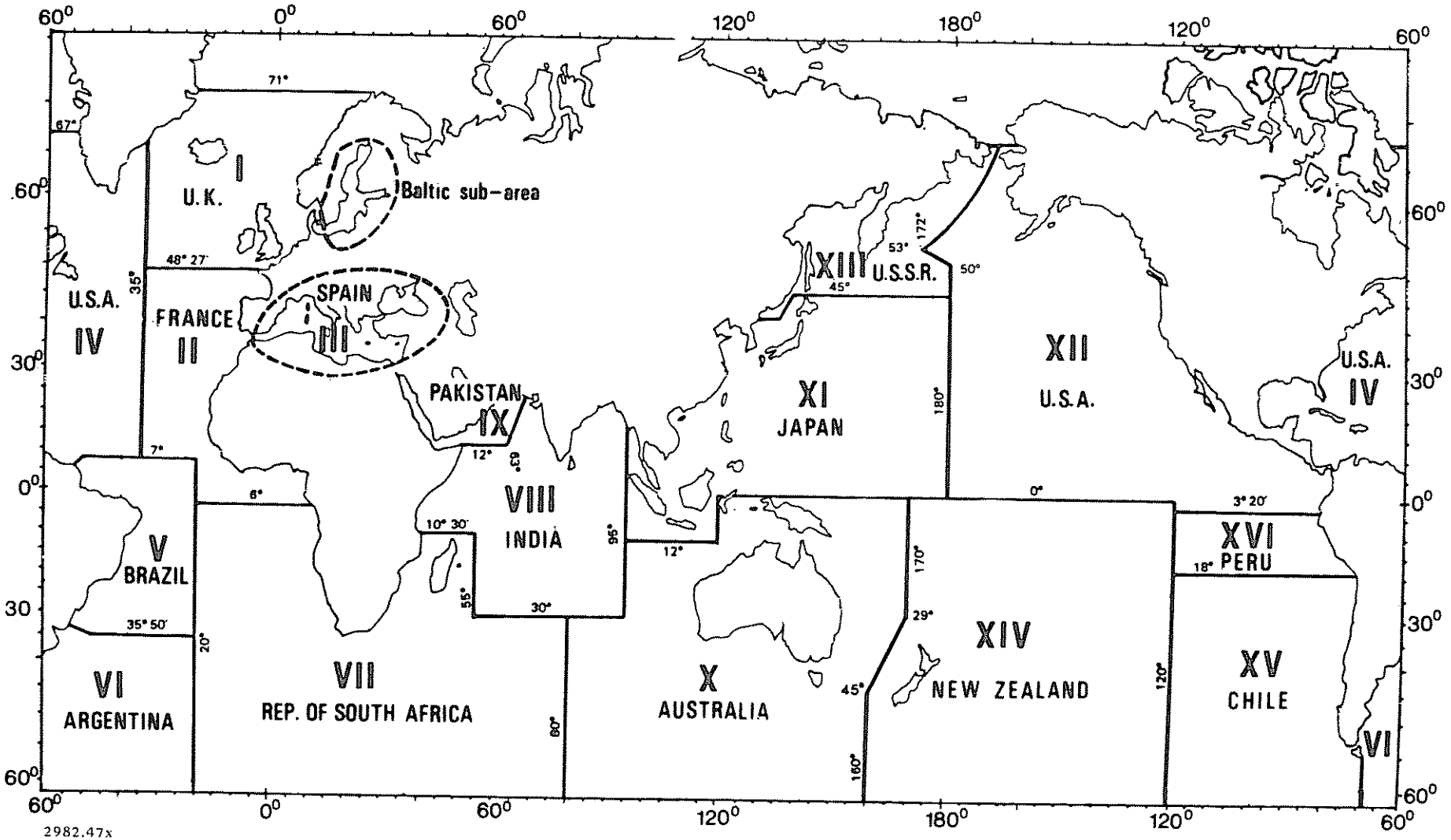


Figure 62. Organisation hydrographique internationale : zones géographiques proposées pour la coordination et la diffusion des avertissements radio de navigation

Note. — Les coordonnées géographiques sont approchées.

H. — *Divers*

1. *Langue à utiliser*

Tous les avertissements relatifs à la navigation, à l'exception peut-être de ceux dont il s'agit dans la section G-3 ci-dessus, doivent être transmis en anglais et :

a) Dans une ou plusieurs langues officielles des Nations Unies, si nécessaire, en ce qui concerne les avertissements de zone;

b) Dans la langue nationale, en ce qui concerne les avertissements côtiers.

2. *Classe de l'émission*

Pour la diffusion des avertissements de zone en radiotélégraphie, on doit utiliser la classe (A-1) dans tous les cas. En outre les coordonnateurs de zone doivent envisager l'emploi d'autres procédés d'émission, par exemple l'impression directe, le facsimilé, la téléphonie, etc., suivant les besoins des navires de la zone et les moyens disponibles.

3. *Vitesse de transmission*

La vitesse de transmission sera conforme aux dispositions appropriées du règlement radio.

4. *Présentation*

Les éléments à insérer dans un message d'avertissement de zone, illustrés par quelques exemples, figurent dans un modèle proposé qui fait l'objet de l'annexe ci-après.

I. — *Renseignements météorologiques importants*

Il a été reconnu d'un grand intérêt pour les navigateurs de recevoir les avertissements météorologiques relatifs à la sécurité de la navigation en même temps que les avertissements de navigation et sur les mêmes fréquences. Les coordonnateurs de zone sont invités à étudier la question de la transmission des avertissements météorologiques dans le cadre général des avertissements de zone. Pour éviter tout malentendu ces avertissements pourront être précédés d'un préfixe spécial MET.

J. — *Mise en application*

La mise en application de ce plan doit recevoir l'approbation formelle de l'OHI et de l'OMCI. On ne pense pas que tous les coordonnateurs de zone seront en mesure de mettre ce plan en application en même temps. Néanmoins, il est souhaitable que les zones qui peuvent commencer à fonctionner conformément au Plan le fassent "sur une base provisoire compatible avec les obligations de la réunion imposées par les dispositions en vigueur".

Annexe

MODÈLE PROPOSÉ D'AVERTISSEMENT DE NAVIGATION

Renseignements obligatoires					*Autres renseignements s'il y a lieu*	
Zone	*Série annuelle (n°)*	*Emplacement général*	*Nature du danger*	*Position exacte*	*Heure observée*[a]	*Remarques*
TTT NAVAREA I	7	Bretagne occidentale	Ouessant feu éteint	48 40 N 04 45 W		
TTT NAVAREA III	315	Seychelles	Navire en feu émettant des fumées toxiques	N E	231036Z	Passer largement au vent
TTT NAVAREA IV	13	Golfe du Mexique	Convoi remorqué non manœuvrant			Plate-forme d'exploitation allant de Houston à la position 2875N 9002W

[a] Par exemple, pour les objets à la dérive tels que mines et épaves abandonnées

The potential for international hydrographic co-operation in Central and South America*

Paper presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

RÉSUMÉ

Le commerce international est nécessaire au progrès économique et 90 p. 100 environ des échanges commerciaux s'effectuent par voie maritime. Tant que le tirant d'eau des

RESUMEN

El comercio internacional es esencial para el progreso económico, y alrededor del 90% de ese comercio se realiza por mar. Mientras el calado de los barcos y las principales rutas marítimas permanecieron constantes, los estudios hidrográficos realizados mediante sondeos únicos con sondas manuales eran generalmente adecuados para la seguridad del transporte. Sin embargo, en años recientes la situación ha

* The original text of this paper, prepared by D. H. McPherson and Rear Admiral D. W. Haslam, Hydrographic Department, United Kingdom, appeared as document E/CONF.67/L.21

navires et les principales routes maritimes sont restés stables, les levés hydrographiques effectués à la sonde ont généralement suffi pour garantir la sécurité de ces échanges. Ces dernières années, toutefois, la situation a fortement évolué : le tirant d'eau des navires a plus que doublé durant la dernière décennie, les routes commerciales ont changé, le nombre de navires de croisière suivant de nouveaux intinéraires a augmenté, la hauteur d'eau sous quille a été réduite et il est probable que la limite des zones économiques exclusives va être incessamment portée à 200 milles des côtes.

Le rôle des levés et cartes hydrographiques pour le développement économique des Etats maritimes, compte tenu de cette évolution rapide de la situation, souligne l'importance des besoins hydrographiques de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud. Le présent document indique brièvement ce qu'il en coûterait de ne pas répondre à ces besoins : pertes pour le commerce, dangers de pollution dus aux risques croissants de naufrages catastrophiques, obstacles à la croissance économique et impossibilité de tirer parti des ressources énergétiques et minérales au large des côtes.

On examine les ressources hydrographiques et cartographiques de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud. C'est dans les Antilles qu'il existe la plus grande disparité entre les ressources et les besoins, car la plupart des pays de cette région sont trop petits pour disposer d'importants services hydrographiques et ils ont compté jusqu'à présent sur les services hydrographiques d'autres pays, comme les Etats-Unis d'Amérique, la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni.

On examine ensuite la situation dans les zones traditionnellement cartographiées par le Royaume-Uni, et les nouveaux travaux hydrographiques que celui-ci pourrait exécuter dans la région. Il convient que les demandes de levés hydrographiques soient faites de gouvernement à gouvernement, comme pour les autres types d'assistance, plutôt que par des négociations directes avec le Service hydrographique britannique. La nécessité de négocier des arrangements financiers est également soulignée.

Etant donné le besoin nouveau et urgent d'accroître dans une forte mesure les activités hydrographiques dans les Antilles, diverses possibilités de coopération sont envisagées, y compris la possibilité que l'Organisation des Nations Unies accorde une aide dans ce domaine, l'amélioration de la coordination entre les pays menant des travaux dans la région, la mise en commun de matériel et de compétences, et des campagnes communes.

La compilation, le dessin, l'impression, la distribution et la révision des cartes de navigation constituent une tâche distincte des levés, mais tout aussi spécialisée. Le libre-échange de nouvelles données hydrographiques pour la révision des séries mondiales actuelles est indispensable pour la sécurité du commerce et des transports maritimes internationaux; la réalisation de nouvelles séries nationales n'est pas considérée comme utile ou rentable. La première étape, pour encourager cette coopération internationale originale touchant la réalisation des levés et des cartes hydrographiques, serait de procéder à l'examen le plus large possible des besoins et des plans dans ce domaine.

cambiado mucho. El calado de los buques se ha más que duplicado en el último decenio, las rutas marítimas han cambiado, ha aumentado la cantidad de cruceros de pasajeros que utilizan nuevas rutas, se ha reducido el espacio que se requiere en general entre la quilla y el fondo del mar y la ampliación de las zonas económicas exclusivas a 200 millas de la costa es probablemente inminente.

La importancia de levantamientos hidrográficos y de la preparación de cartas hidrográficas para el desarrollo económico de estados marítimos en circunstancias que cambian rápidamente es el contexto dentro del cual se examinan las necesidades hidrográficas de América del Sur y América Central. Se consideran brevemente algunas consecuencias adversas de la falta de atención de esas necesidades. Entre ellas cabe mencionar las pérdidas de comercio, el peligro de contaminación debido al aumento de la probabilidad de naufragios aún más espectaculares, la obstrucción del crecimiento económico y el desperdicio de las oportunidades que ofrece la explotación de los recursos energéticos y minerales frente a las costas.

A continuación se examinan los recursos de que se dispone actualmente en América Central y América del Sur para levantamientos y elaboración de cartas hidrográficas. La disparidad más grande entre los recursos disponibles y los esfuerzos que es necesario realizar ahora se observa en el Caribe, donde la mayoría de las naciones son demasiado pequeñas para justificar la creación de grandes organizaciones y han dependido hasta el presente de la capacidad hidrográfica de otros países, como Francia, los Países Bajos, el Reino Unido y los Estados Unidos de América.

Se examina el estado de los estudios y cartas hidrográficos en las regiones en las que el Reino Unido tradicionalmente ha estado a cargo de esas actividades y se bosquejan las perspectivas para las futuras actividades del Reino Unido en esta esfera. Se pone de relieve la necesidad de que en el futuro las solicitudes de estudios hidrográficos por el Reino Unido al igual que las solicitudes de otros tipos de asistencia se hagan de gobierno a gobierno y no mediante negociaciones directas con el Hidrógrafo de la Armada del Reino Unido. También se destaca la necesidad de que de ahora en adelante se negocien arreglos financieros.

En vista de la nueva y urgente necesidad de intensificar las actividades hidrográficas en el Caribe, se examinan diversos aspectos posibles de la cooperación hidrográfica, inclusive la posible asistencia de las Naciones Unidas, el mejoramiento de la coordinación entre los países que trabajan en la región, y la posibilidad de compartir el equipo para levantamientos y la experiencia en esa esfera y de realizar proyectos conjuntos.

La compilación, el trazado, la impresión, la distribución y la revisión de cartas de navegación es otra tarea, tan especializada como las anteriores. El libre intercambio de nuevos datos hidrográficos para la revisión de series mundiales existentes es indispensable para la seguridad del comercio y el transporte marítimo internacional; no se considera necesario o económico elaborar nuevas series nacionales. Se debería promover el examen más amplio posible de los requisitos y planes en esta esfera como primer paso para fomentar esta cooperación internacional especial en materia de levantamientos hidrográficos y preparación de cartas hidrográficas.

The role of hydrography in economic development

International trade is essential to economic progress and development, especially in developing countries striving to raise their economic levels and to improve the living standards of their populations. Economic development generates substantial requirements for imports, and to finance these it is essential to exploit national agricultural and mineral resources. A very large proportion of the trade of such countries is with countries having well-established industrial economies, rather than with neighbouring States. For this reason maritime trade is particularly important to their economies: according to the Inter-American Development Bank, 89 per cent of Latin America's exports went to countries outside the region in the mid-1960s, and between 90 to 95 per cent of foreign trade moved by sea.

This is of course elementary economics, but it is important to recognize the role of hydrographic surveying and charting in the process of economic development. The establishment of ports and the ability of shipping to use them with safety are vital to international trade. In both cases modern hydrographic surveys and navigational charts are prerequisites. Modern surveys are essential when siting new ports or expanding the facilities of existing ports, for example to handle vessels of greater draught. A careful study of surveys of alternative sites and approaches can often achieve substantial economies in port operation, for example by minimizing dredging requirements. Modern navigational charts of port facilities, approaches and coastal waters, based on reliable source material, are also essential for the most efficient use of ports by international shipping. The exploitation of off-shore natural resources is another increasingly important aspect of economic development, and hydrographic surveys are basic tools in sea-bed exploration and resource exploitation.

Requirements for hydrographic surveys and charts

In order to increase the pace of economic development in South and Central America, one must first consider the requirement for modern hydrographic surveys and charts covering all the principal ports, their approaches and the main shipping routes. Although considerable portions of the major shipping routes pass over deep water, for example across the eastern and central Carribbean Sea, there are many off-shore banks and reported shoals along or close to these routes. However, the main survey tasks are along the coasts and where shallow areas represent potential hazards to navigation; examples are the western Caribbean and the passageways between the islands of the Lesser Antilles. Climate is another relevant factor, particularly in the Caribbean; the area is subject to violent storms and ships should be free to take avoiding action without fear of getting into unsurveyed shallows.

In recent years rapid growth in the numbers and size of deep-draught ships, as illustrated in figure 63, has intensified the need for more accurate and extensive surveys. Not only has there been a doubling of the maximum draughts of ships over the past 20 years, but such vessels now tolerate much less underkeel clearance, thereby greatly increasing the chances of striking uncharted shoals. Such accidents are of course serious in terms of the loss of ships and lives, and they also may result in environmental pollution, with dire consequences for coastal amenities and fisheries. Very large crude carriers (VLCCs) operate extensively in the waters of Central and South America; indeed, Venezuela is one of the world's largest exporters of crude oil. New discoveries of rich mineral resources are making it imperative for these deep-draught vessels, capable of loading large quantities of bulk materials, to use many new routes. In some areas, such as the Caribbean islands, tourism is another feature of economic development, and both cruise liners and small craft generate particular hydrographic requirements; thus, large cruise liners often frequent harbours and waters that are of little significance to international merchant shipping. In general, as the economic activity in an area increases, the port and harbour facilities expand, thus increasing the demand for modern surveys and chart coverage.

There is already, of course, an immense amount of marine traffic plying the waters of Central and South America. That the state of hydrographic knowledge has fallen behind the requirements is demonstrated by some very expensive marine casualties which have occurred already. Notable recent examples in the Lesser Antilles involved the cruise liners *Carmania* and *Antilles* and the bulk carrier *Ariadne*. In each case a major contributory factor was inadequate charting, due to out-of-date surveys. These are only part of the penalty to be paid for failure to meet hydrographic requirements. There are also consequences for economic growth, less spectacular and less tangible, but no less serious for developing countries. For example, inadequate hydrographic knowledge may make shipping companies reluctant to use certain ports, and thereby inhibit the most efficient exploitation of resources. The transport of a bulk export in ships of lower capacity than is otherwise necessary will increase the delivered price of the commodity and may damage the competitive position of the producing country. Marine insurers, worried at the number of casualties among expensive deep-draught ships, have even suggested severely restricting the movement of the vessels they insure, barring them from inadequately surveyed waters. Such a move could have very serious economic consequences for many ports.

In addition to requiring hydrographic surveys related to their international trade, coastal States with potential sea-bed resources off-shore will require very extensive bathymetric and geophysical surveys. To put this task in perspective, it is interesting to consider the areas involved as compared with national land areas, if, as may happen, the Law of the Sea Conference leads to the establishment of maritime economic zones with a 200-mile limit from the shore. A zone of this kind would enclose nearly 1 million square miles off the Brazilian coast, equivalent to almost a third of the total land area of Brazil. In the case of Chile, the country's maritime zone would have an area more than twice that of the country itself.

Present hydrographic resources of Central and South America

The annex to this paper gives an indication of the hydrographic surveying and charting facilities of the countries of Central and South America, as stated in the International Hydrographic Organisation (IHO) Yearbook for 1975. It is appreciated that these facilities are expanding, and that in some instances additional resources are now available. Many countries in the area have recognized the importance of hydrography to their economic development and have

established some kind of hydrographic capability. In South America every country except Suriname, French Guiana and the Falkland Islands has its own hydrographic surveying and charting facilities. Some have very long-established hydrographic offices—Argentina, Brazil and Chile joined IHO at its creation in 1921. In some countries, such as Colombia and Ecuador, charting facilities are in an earlier stage of development, and this is the position in most of the mainland countries of Central America. In the latter area, while all States except Belize have a hydrographic organization of some kind, only Mexico and Guatemala, as yet, publish charts. The long coastlines of some of these States pose a very formidable hydrographic task, especially when, for developing countries, the demands on investment finances are already so great.

The Carribbean islands present a different situation. Most of them, like some of the countries already mentioned (Suriname, French Guiana, the Falkland Islands and Belize), have traditionally relied upon other countries—such as the United Kingdom, the United States of America, France and the Netherlands—to fulfil their hydrographic surveying and charting requirements. Only the larger island States of Cuba, the Dominican Republic and Jamaica have established hydrographic capabilities of any kind.

In addition to the navigational charts produced by the countries of Central and South America themselves, the world-wide chart series published by United Kingdom, the United States and France cover the area in its entirety. Coastal States in their national series aim to provide fully detailed coverage of all waters, ports and harbours. The United Kingdom's policy for its series is to include sufficient charts for ocean passage and landfall, and to cover the approaches and entries to all major ports that are of interest to international shipping, on scales that are large enough for safe navigation. Some countries in the area, as demonstrated by Argentina and Brazil, wish to extend their chart coverage to adjacent areas and to include ocean charts; this trend may well continue with increases in trade and as the merchant fleets of these countries expand. This tendency is also reflected by the participation of Argentina, Brazil and Chile in the production of the IHO world-wide scheme of small-scale international charts.

Status of the area traditionally surveyed by the United Kingdom

Within Central and South America the United Kingdom has traditionally accepted main responsibility for hydrographic surveying and charting in some Commonwealth or former Commonwealth countries, and in some other areas where British maritime trade has long been of importance. For surveying purposes these areas include the Bahamas, Jamaica, Belize, the Cayman Islands, a number of the Leeward and Windward Islands, Barbados, Trinidad, Tobago, and the Falkland Islands. It should be noted that some of these countries are building up surveying capabilities; however, these are, as yet, generally confined to work within harbours. In such cases, United Kingdom commitments are now for off-shore, coastal and approach surveys. In areas where the United Kingdom is or has been until recently the chief hydrographic authority, Admiralty charts afford coverage as full as detailed as that provided by a purely national series.

Much of the charting of these areas is based on nineteenth-century surveys and on a knowledge of off-shore banks and dangers, built up over the years from ships' reports. Large areas still need to be resurveyed by modern methods. Where limited modern surveys have been made, numbers of new shoals and rocks have been found, emphasizing this need. In 1974 two United Kingdom survey ships, *Fawn* and *Fox*, carried out surveys along the coast of Belize and in the Leeward Islands. During the course of this work some 40 previously unknown dangerous shoal depths were discovered. In the Lesser Antilles many of the charts are inadequate for the needs of modern shipping and cautionary notes have had to be inserted on them warning vessels to stay outside the 100-fathom line. Jamaican and Trinidadian waters are, however, better surveyed than United Kingdom waters.

Future prospects of the traditional United Kingdom surveying area

The United Kingdom Hydrographic Department is currently engaged in a long-term programme to re-prepare its whole chart series in metric units. At the same time, charted detail is being updated and the format modernized. For hydrographic cartographers there are problems in producing new charts when much of the basic data is scanty and old. This is the position in much of the traditional United Kingdom surveying area, and indeed in much of the Caribbean as a whole. Extensive hydrographic surveys are required if the navigational charts are to be modernized properly.

In the face of this requirement it must be recognized that the United Kingdom effort available is unlikely to increase, and moreover that many of the smaller Caribbean islands cannot economically support their own hydrographic offices. The level of United Kingdom effort is currently under review, but it seems likely that hydrographic surveying in the area cannot be carried out by the Hydrographic Department on the same basis as before. It is possible that United Kingdom overseas aid funding could be provided for hydrographic work, as it is for land survey work, but only at the specific request of the country concerned. The United Kingdom Hydrographer would be very glad to advise in such cases on the surveying work required, but requests for assistance would subsequently have to be made to the United Kingdom Government. If funds should be made available from the United Nations Development Programme or through some other form of international aid, the United Kingdom could probably undertake the requisite surveying and would, in that case, provide on-the-job instruction to help the developing country concerned train its own hydrographic staff. Alternatively, if surveys are undertaken commercially, it is most important that full specifications be drawn up beforehand, that the work be properly supervised and that the results be made available for inclusion in published charts. The United Kingdom strongly supports the United Nations policy of encouraging developing countries to recognize the importance of hydrographic knowledge, and of advocating increased international co-operation in acquiring it.

Prospects for hydrographic co-operation in the Caribbean area

In general terms, the foregoing discussion paints a picture of hydrographic activity that is encouraging for South

America but less so for Central America, especially in the case of the smaller Caribbean islands. The Caribbean countries could benefit from increased co-operation in hydrographic affairs, learning from the experience of similar co-operation in other parts of the world.

Surveying at sea is very expensive, costing up to £15,000 per day for comprehensive hydrographic and geophysical work in the deep oceans. Duplication of work should therefore be avoided, and there are several possible ways in which international co-operation can help. There should be the greatest possible liaison between countries already carrying out surveys in the area, such as the United Kingdom, the United States, France, Canada, the Netherlands and Venezuela. The United Kingdom and the United States have recently begun to exchange details of future plans for surveys in the Caribbean. In this way it will be possible to co-ordinate activities and to deploy effort to those areas most in need of surveying. Financial savings may also be achieved by the joint use of electronic position-fixing systems.

Since the countries just mentioned—most of them outside the area—have only limited capabilities, it is important that all the countries of the Caribbean should recognize their own hydrographic needs and assess their priorities in relation to the other requirements of economic development. If the decision is made to establish a hydrographic service, both the United Nations and IHO will provide technical advice to assist in its establishment. IHO encourages international co-operation between hydrographic offices, and it is to the advantage of countries establishing such offices to join IHO in order to obtain the benefits deriving from the discussion of mutual problems and the exchange of information. The IHO will supply, among other services, advice and information on hydrographic procedures; standards to be employed in the conduct of hydrographic surveys; the reporting system to be used in the international dissemination of navigational information; and recommendations on the content of nautical charts.

However, it must be recognized that many smaller countries cannot economically afford a large hydrographic organization, and for some the creation of such facilities would be quite uneconomic. As an example of the costs involved, a medium-sized survey ship of the United Kingdom's coastal survey "Bulldog" class (1,000 tons) costs approximately £3.5 million to build and equip, and £3,000 per day to operate. Of course, in appropriate cases, United Nations or foreign aid may be obtainable, as already mentioned. Within the traditional United Kingdom surveying area, many of the smaller Caribbean States belong to the Caribbean Community, and one of the Community's stated aims is the operation of certain common services. One service that would be worth considering is the sharing of hydrographic surveying facilities, and perhaps even the establishment of a CARICOM hydrographic office.

Newly established hydrographic offices might also consider co-operation, in a regional context, with countries having well-established hydrographic facilities, in order to promote surveys of areas of common navigational interest. One example of such a project has been the Joint Malacca Straits

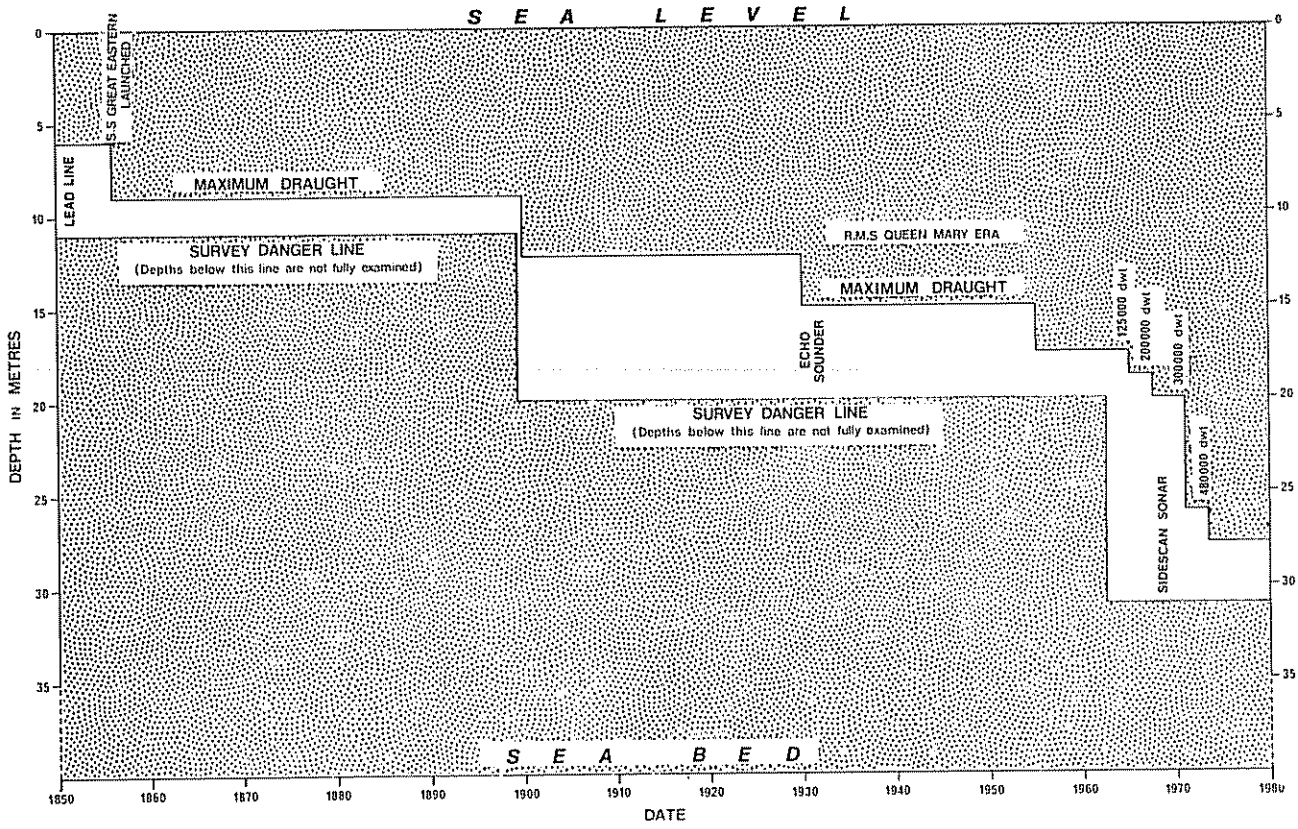


Figure 63. United Kingdom ships' draught/survey danger line

The increasing draught of ships has led to a corresponding increase over the years in the depth to which full examination of the sea-bed is necessary during hydrographic surveys

Hydrographic Survey (JMSS), a very successful co-operative survey of the Malacca and Singapore Straits carried out by Indonesia, Japan, Malaysia and Singapore. Both the United Nations and IHO helped in the initiation of this project. In general, the Caribbean area is not characterized by unstable sea-bed features; once most areas have been resurveyed to modern standards, repeat surveys will not be necessary for many years. For this reason also, some countries may find it uneconomic to create permanent surveying facilities, and co-operative surveys along the lines of the JMSS may be a suitable solution.

It may not be realistic, however, to think in terms of Caribbean countries establishing a capability to undertake extensive surveys in their off-shore zones. In view of their cost, it would seem logical to provide the assistance of already-established hydrographic services, such as that of the United Kingdom, where such surveys are required for navigational purposes, thus leaving the less expensive in-shore work to the coastal States. In particular, surveys conducted in connexion with off-shore economic resources should be given very careful consideration. While commercial operators and licencees can commission their own hydrographic and geophysical surveys, experience in the North Sea has shown the desirability of governments having some knowledge of the potential value of exploration licences before they grant them. Surveys of this kind are especially expensive, and international co-operation suggests a possible means of finding the necessary finance. The Intergovernmental Oceanographic Commission's CICAR project (Co-operative Investigation of the Caribbean and Adjacent Regions) provides an important example of co-operation in this context.

The compilation, drafting and printing of navigational charts is the second major part of the hydrographic task, and it is equally specialized. Very careful thought is needed before establishing a national office facility, the operation of which could be very uneconomic in the case of a small chart series. Again, consideration should be given to regional co-operation, though the need in this respect is less acute, since the Caribbean is already charted by hydrographic offices with world-wide series, and new survey data can continue to be supplied to them to enable their charts of the area to be kept updated for the benefit of shipping in general.

Conclusion

There are, of course, many possibilities for international co-operation in hydrographic surveying and charting in addition to those suggested in the foregoing. Co-operation should be fostered in existing areas, especially in respect of the exchange of hydrographic information, which is so essential for the correction of navigational charts used by national and international shipping. This co-operation benefits all nations with maritime trading interests and encourages the most economic use of hydrographic resources.

Annex

HYDROGRAPHIC SURVEYING AND CHARTING RESOURCES OF CENTRAL AND SOUTH AMERICA

The following countries have established organizations with responsibility for matters concerning hydrography:

	Number of surveying vessels	*Number of published charts*
Argentina	5	156
Brazil	14	240
Chile	2	208
Colombia	3	5
Costa Rica	—[a]	—
Cuba	5	—
Dominican Republic	2	2
Ecuador	1	3
El Salvador	—	—
Guatemala	—	2
Guyana	—	—
Honduras	—	—
Jamaica	—	—
Mexico	1	10
Nicaragua	—	—
Panama	—	—
Paraguay	6	—
Peru	2	63
Uruguay	1	24
Venezuela	2	21

SOURCE: International Hydrographic Organisation *Yearbook*, 1975.

[a] The absence of listed surveying vessels is, in most cases, an indication that survey is restricted to harbour work.

AGENDA ITEM 8

Métodos y técnicas de teleobservación obtenidos por vehículos convencionales y por satélites (inclusive aerofotografía)*

Documento presentado por Chile

SUMMARY

Major studies

The major studies using remote sensing which are being carried out in Chile have been conducted by the Institute of Military Geography (IGM) and the Institute for Natural Resources Surveys (IREN-CORFO).

In 1970, the Institute proposed to NASA that a programme should be carried out using ERTS satellite images for prospecting work, but factors beyond the Institute's control hindered the normal execution of a project of this scope and the related plans and it was suspended at the end of 1973.

At the same time, the Chilean Institute of Military Geography set up an EROS (Earth Resources Observation Systems) Programme Distribution Centre in conjunction with the Inter-American Geodetic Survey (IAGS) which comes under the authority of the United States Defense Mapping Agency.

The Centre has been in operation since 1972. Its primary function is to receive and distribute all information and images obtained by ERTS and SKYLAB satellites.

Almost concurrently with the conclusion of the agreement with NASA, the Institute for Natural Resources Surveys undertook joint activities with the Inter-American Geodetic Survey (IAGS), which resulted in the first remote sensing study in Chile using a multispectral scanner.

This study was carried out in a sector of the Aconcagua River Valley near the town of San Felipe and benefited from the valuable co-operation and technical advice of the Aerophotogrammetric Service of the Chilean Air Force.

This study, which was completed at the end of 1973 and is entitled "Remote multispectral scanning as a means of analysing certain factors relating to soil, water and vegetation", is currently available at the IREN Documentation Centre.

Seminars

Early in 1974, IGM held its first seminar on remote sensing on the subject "Evaluation of satellite images of natural resources (ERTS-SKYLAB).

As a result of this seminar, an interdisciplinary task force was set up within IREN and entrusted with carrying out an integrated analysis of one region of the country, the Malleco-Cautín area, using ERTS images.

* El texto original de esta monografía se publico como documento E/CONF.67/L.23

RÉSUMÉ

Principales études

Ce sont l'Institut géographique militaire (IGM) et l'Institut de recherche sur les ressources naturelles (IREN-CORFO) qui ont mené les principales études sur l'utilisation des télédétecteurs.

En 1970, l'IREN a proposé à la NASA un programme visant à utiliser des images ERTS pour des travaux de prospection, mais des raisons extérieures ont empêché un projet de cette envergure de se dérouler normalement, et les activités ont été suspendues à la fin de 1973.

Parallèlement, l'Institut géographique militaire du Chili a installé un centre de distribution du programme EROS (Earth Resources Observation Systems Program) en coopération avec le Service géodésique interaméricain (IAGS), qui dépend de la Defense Mapping Agency des Etats-Unis.

Ce centre fonctionne depuis 1972 et a pour objectif fondamental de recevoir et de distribuer toutes les données et les images obtenues par les satellites ERTS et SKYLAB.

Parallèlement à l'accord avec la NASA, l'Institut de recherche sur les ressources naturelles a lancé des activités en coopération avec l'IAGS, qui ont abouti au premier travail de télédétection avec caméra multibande réalisé dans le pays.

Cette étude a été exécutée dans un secteur de la vallée de l'Aconcagua, près de la ville de San Felipe, avec la coopération et l'assistance technique du Service aérophotogrammétrique de l'armée de l'air chilienne.

Un mémoire intitulé "La télédétection multispectrale comme moyen d'analyser certains aspects du sol, de l'eau et des plantes", terminé à la fin de 1973, se trouve actuellement au Centre de documentation de l'IREN.

Séminaires

Au début de 1974, l'IGM a organisé le premier séminaire sur les télédétecteurs, avec pour thème l'évaluation des images obtenues grâce à des satellites d'étude des ressources naturelles (ERTS-SKYLAB).

A la suite de ce séminaire, une équipe interdisciplinaire a été constituée au sein de l'IREN et chargée de l'analyse intégrée d'une région du pays, plus spécifiquement la région de Malleco-Cautín, au moyen d'images ERTS.

Preliminary IGM maps on the scale of 1:250,000 were used to make up the basic toponymic transparency.

Positive transparencies from the four spectral bands were used to produce false-colour images in red, blue, green and sepia for each band, thus making it possible to experiment with a large number of combinations of false-colour overlays. The multispectral processor was not used for this purpose.

The study comprised the following sequence of photo-interpretation: geology, climate, natural drainage, soils, vegetation and current patterns of land use. Each discipline followed its own working methods, selecting the band or bands, or combinations of transparencies most appropriate for its purposes.

The result was a publication entitled *Evaluación Multidisciplinaria de Imágenes ERTS, Zona de Malleco-Cautín* (Multidisciplinary assessment of ERTS images of the Malleco-Cautín area).

Subsequently, the Institute of Military Geography carried out a study using photographs taken by the SKYLAB orbiting laboratory over the territory of Chile in 1973, which was entitled "Recent maps using SKYLAB photographs on the scale of 1:50,000". This study was submitted to the Conference of Collaborating Researchers in the SKYLAB Latin American Cartographic Experiment held at Fort Clayton, Panama Canal Zone, in June 1975.

The Institute, through its Department of Cartography, undertook the task of using SKYLAB images which, because of their high resolution, are capable of being enlarged considerably and thus make it possible to produce updated maps on the scale of 1:50,000 or 1:100,000.

Using a process of enlargement and correction, a negative was obtained suitable for cartographic updating of the "Concepción" sheet, scale 1:50,000, section F of the Regular Survey of Chile. The photograms on that sheet were obtained in 1974 and the land classification was done in 1961.

Special IPGH project

The Pan-American Institute of Geography and History (IPGH), in the context of its programme of special projects, asked member countries to formulate a remote-sensing project for evaluating and managing natural resources in pilot areas of Latin America, specifically Colombia, Guatemala and Chile. The Institute of Military Geography, acting in conjunction with IREN, accordingly developed a project entitled "Multidisciplinary analysis and evaluation of images and surveys obtained by remote sensing—Central Chile".

The Chilean Section of the Pan-American Institute of Geography and History is directly responsible for the project. It, in turn, is delegating authority to the Cartographic Commission, which will co-ordinate activities at the level of the directors of the participating organizations.

The control point selected covers an approximate area of 5,000 km^2, including part of the Fifth Region and of the Santiago metropolitan area.

At the present time, the available data is being assembled and analysed and the land surveyed. The flight by the CCRS "Falcon" aircraft will take place in January 1977.

On a utilisé des cartes provisoires de l'IGM au 1/250 000 pour rédiger le calque de la toponymie.

Avec les positifs des quatre bandes spectrales, on a réalisé des images en fausse couleur, en utilisant le rouge, le bleu, le vert et le brun pour chacune des bandes, ce qui a permis d'essayer un grand nombre de combinaisons en fausse couleur additive. On n'a pas utilisé, en l'occurrence, la visionneuse multispectrale.

L'interprétation des photographies se déroulait dans l'ordre suivant : géologie, climatologie, hydrographie naturelle, pédologie, végétation et utilisation réelle des sols — chaque catégorie de spécialistes a suivi sa propre méthode de travail en choisissant la ou les bandes ou combinaisons de calques les mieux adaptées à ses objectifs.

Le résultat de ce travail a été la publication intitulée *Evaluación Múltidisciplinaria de Imágenes ERTS, Zona de Malleco-Cautín* (Evaluation multidisciplinaire d'images ERTS. Région de Malleco-Cautín).

Par la suite, l'Institut géographique militaire a mené à bien une étude avec des photographies du territoire chilien prises par le laboratoire spatial SKYLAB en 1973. Un mémoire intitulé "Mise à jour de cartes au 1/50 000 grâce aux photographies SKYLAB" a été présenté à la Conférence des participants à l'expérience cartographique SKYLAB latino-américaine en juin 1975 à Fort Clayton, dans la zone du canal de Panama.

L'Institut, par l'intermédiaire de son Département cartographique, a entrepris d'utiliser les images SKYLAB, qui, étant donné leur résolution élevée, peuvent être mises à grande échelle et servir à mettre à jour des cartes au 1/50 000 ou au 1/100 000.

Après agrandissement et redressement de l'image, on a obtenu un négatif permettant la mise à jour de la feuille *Concepción* de la section F du levé régulier du Chili au 1/50 000. Les photogrammes de cette feuille ont été obtenus en 1954 et le complétement a été fait en 1961.

Projet spécial de l'IPGH

L'Institut panaméricain de géographie et d'histoire (IPGH) a, dans son programme de projets spéciaux, demandé aux pays membres d'élaborer un projet de téléobservation pour l'évaluation et la gestion des ressources naturelles dans des régions pilotes d'Amérique latine, plus précisément la Colombie, le Guatemala et le Chili. C'est ainsi que l'Institut géographique militaire, en collaboration avec l'IREN, a élaboré un projet intitulé "Analyse et évaluation multidisciplinaires d'images et d'enregistrements obtenus par télédétection dans le centre du Chili".

La section chilienne de l'IPGH est directement responsable du projet. Elle a donné délégation à la Commission de cartographie pour coordonner l'action au niveau des directeurs des organismes participants.

Le secteur de contrôle choisi a une superficie d'environ 5 000 kilomètres carrés; il couvre une partie de la région V et de la zone métropolitaine correspondant à Santiago.

Le projet en est actuellement à l'étape de la compilation et de l'analyse des précédents, ainsi que du contrôle au sol. La mission du CCRS "Falcon" aura lieu en janvier 1977.

La percepción remota en Chile

La investigación de la corteza terrestre ha recibido, por siglos, la atención permanente del hombre, ya que constituye la base misma de su existencia y la fuente de sus riquezas.

Hoy día el hombre se ve enfrentado al problema de emplear, en la mejor forma posible, los recursos naturales como una manera de obtener mejores condiciones de vida. De ahí que ha buscado incesantemente tecnologías que le permitan conocer y evaluar con rapidez y exactitud los recursos que posee la Tierra.

Actualmente el hombre cuenta con imágenes provenientes de naves espaciales y satélites orbitales, situándose ante un nuevo campo de la investigación, en el cual la experimentación de metodologías de trabajo y la aplicación de la información obtenida debe ser su preocupación fundamental.

Ya que la fotointerpretación tradicional no se adecúa a estas nuevas herramientas de prospección, es necesario ahondar en este campo hasta determinar métodos útiles, eficientes y económicos.

Principales estudios de percepción remota realizados en el país

Los principales estudios que se han desarrollado en el país para la aplicación de los sensores remotos han sido conducidos por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN-CORFO).

Consciente de la importancia que en materia de economía de investigación de recursos naturales revestía el empleo de los sensores remotos, IREN publicó en 1968 un informe titulado "Uso de Sensores Remotos en la Percepción de Recursos Naturales".

En 1970, IREN propuso a la National Aeronautics and Space Administration (NASA) la realización de un programa para utilizar imágenes del satélite ERTS para trabajos de prospección, pero razones ajenas al Instituto impidieron el desarrollo normal de un proyecto de esta envergadura y proyecciones, suspendiéndose a fines de 1973. Sin embargo, se logró incrementar los conocimientos de especialistas y adquirir mayor experiencia en el manejo de este instrumental técnico.

Paralelamente, el IGM instaló un Centro de Distribución del Programa EROS (Earth Resources Observation Systems Program) en coordinación con el Inter-American Geodetic Survey (IAGS), dependiente del Defense Mapping Agency de los Estados Unidos. Este Centro funciona desde 1972 y su objetivo básico es el de recibir y distribuir toda la información y las imágenes obtenidas por los satélites ERTS y SKYLAB.

El programa EROS, desarrollado por el United States Geological Survey y en combinación con NASA, proporciona gratuitamente las imágenes ERTS de Chile, pero su rendimiento ha sido escaso por cuanto sólo hay un 25% del territorio cubierto, lo que ha impedido su utilización integral.

El programa SKYLAB dio término a las misiones de vuelo. De ellas, sólo tres pudieron realizarse sobre Chile y su utilidad es muy limitada, debido a las condiciones atmosféricas imperantes durante los vuelos.

El objetivo final de este Centro es crear la Comisión Nacional de Sensores Remotos, para lo cual el IGM, conjuntamente con IREN, ha elaborado un proyecto de Decreto-Ley que se encuentra actualmente en estudio y que establece su organización. Su función principal sería promover, controlar y coordinar el empleo de esta técnica de percepción a nivel nacional.

Casi paralelamente al convenio con NASA, IREN inició actividades conjuntas con el IAGS, que generaron el primer trabajo de percepción remota con cámara multibanda realizado en el país.

Este estudio fue ejecutado en un sector del Valle del Río Aconcagua próximo a la ciudad de San Felipe y contó con la valiosa cooperación y asesoría técnica del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile.

La metodología empleada es brevemente la siguiente: en dos estaciones del año se confeccionó una cubierta fotogramétrica con cámaras multibanda de cuatro canales, cubriendo el área anteriormente señalada. Se eligieron tres sitios de prueba donde se estudiaron diversas variables.

Las imágenes multibanda fueron analizadas con un visor multiespectral que permitió, además de proyectar y ampliar cada una de las bandas, generar falsos colores mediante filtros. Se contó también con una película color de la zona en estudio, tomada al día siguiente del vuelo multibanda. Tuvo por objeto servir de patrón de interpretación.

De dicho trabajo se pudo colegir la importancia de este tipo de perceptor en el manejo preventivo de huertos frutales, en la detección de plagas, estado de madurez de las plantas, humedad del suelo y estado hídrico de las plantas, deficiencias de fertilidad, riego, identificación de especies, etc., elementos de gran incidencia en el desarrollo de los recursos agropecuarios.

El trabajo, terminado a fines de 1973, titulado *La Percepción Remota Multibanda como un Medio Analítico para algunos Aspectos del Suelo, el Agua y las Plantas*, se encuentra actualmente en el Centro de Documentación de IREN.

A principios de 1974, el IGM realizó el Primer Seminario sobre Sensores Remotos denominado "Evaluación de Imágenes de Satélites de Recursos Naturales (ERTS-SKYLAB)". Su objetivo fue estudiar en forma integral los recursos naturales de algunas zonas del país, para determinar la calidad y cantidad de información que es posible extraer de dichas imágenes.

En él participaron profesionales de diversos organismos estatales y universitarios, entre los que cabe mencionar:

Instituto Geográfico Militar;
Instituto Hidrográfico de la Armada;
Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile;
Instituto de Investigación de Recursos Naturales;
Servicio Agrícola y Ganadero;
Instituto de Investigaciones Geológicas;
Instituto Forestal;
Empresa Nacional de Minería;
Instituto de Fomento Pesquero;
Departamento de Geología, Geofísica, Geografía y Geodesia de la Universidad de Chile.

Se analizaron, por disciplinas, imágenes espaciales de algunas zonas del país, obteniéndose las siguientes conclusiones generales:

Gran campo de recubrimiento de las imágenes, lo que entrega una visión panorámica de los recursos;

Presenta notorias ventajas en estudios integrados de nivel regional, pues permite determinar, con cierto grado de seguridad, áreas prioritarias para estudios sectoriales detallados;

Sistema que asegura rapidez, exactitud y economía;

Debido a la escala de las imágenes, los aspectos de geología, agroclimatología, geomorfología y drenaje a nivel nacional pueden estudiarse con relativa facilidad.

Como consecuencia de este seminario, se constituyó en IREN un equipo interdisciplinario que encaró el análisis integrado de una región del país, específicamente la zona de Malleco-Cautín, utilizando imágenes ERTS.

Se utilizaron cartas preliminares 1:250.000 del IGM para componer el transparente base de toponimia.

Con los positivos de las cuatro bandas espectrales se confeccionaron imágenes de falso color, utilizando para ello colores rojo, azul, verde y sepia por cada banda, permitiendo probar numerosas combinaciones de falso color aditivo. En esta oportunidad no se contó con el visor multiespectral.

El estudio comprendió la siguiente secuencia de fotointerpretación: geológica, climática, drenaje natural, suelos, cubierta vegetal y uso actual de la tierra. Cada disciplina siguió su propia metodología de trabajo seleccionando la o las bandas o combinaciones de transparentes más adecuados a los fines perseguidos. Como resultado, apareció la publicación *Evaluación Multidisciplinaria de Imágenes ERTS, Zona de Malleco-Cautín*.

Esta investigación vino a probar una vez más las ventajas de la percepción remota espacial, por cuanto brinda vistas panorámicas que permiten apreciar y estudiar los recursos naturales en sus relaciones recíprocas.

Posteriormente, en el IGM se llevó a cabo un estudio, con fotografías tomadas por el Laboratorio Espacial SKYLAB, del territorio chileno en el año 1973, titulado "Actualización Cartográfica Utilizando Fotografías SKYLAB, escala 1:50.000", el que fue presentado en la Conferencia de Coinvestigadores del Experimento Cartográfico SKYLAB Latinoamericano, en junio de 1975, en Fort Clayton, Zona del Canal de Panamá.

El Instituto, por intermedio de su Departamento Cartográfico, se abocó a la tarea de utilizar las imágenes SKYLAB, las que, dado su gran poder de resolución, se prestan para ampliarlas a escalas grandes y así poder, a su vez, actualizar cartografía a escalas 1:50.000 ó 1:100.000.

Después de un proceso de ampliación y rectificación se logró obtener un negativo apto para efectuar la actualización cartográfica en la Hoja "Concepción" escala 1:50.000, Sección "F" del Levantamiento Regular de Chile. Los fotogramas de esta Hoja fueron obtenidos el año 1954 y su clasificación de terreno fue realizada en el año 1961. Como conclusión de esta experiencia es importante destacar el gran poder de resolución de las imágenes SKYLAB, lo cual hizo posible realizar este trabajo experimental.

A pesar de que los detalles que se actualizaron no fueron realizados en forma estereoscópica, ni tampoco fue posible usar un instrumento de restitución para dibujarlos, el método empleado logró representar la actualización de sus detalles planimétricos más significativos en forma muy aceptable.

El sistema de trabajo es de rápida ejecución y reducido costo. Permite determinar las modificaciones urbanas con toda propiedad. No es probable extenderlo con seguridad hacia sectores rurales, salvo los nuevos caminos y las obras de arte de mayor nitidez. La cubierta de nubes impidió completar los detalles en la parte SE de la ciudad.

Es necesario destacar que debido al invierno no fue posible efectuar un control de terreno que permitiera establecer una precisión comparativa de la tolerancia en posición de estos detalles planimétricos obtenidos de la imagen SKYLAB y la tolerancia internacional para levantamientos regulares a escala 1:50.000.

Con los conocimientos y la experiencia adquirida en IREN, se abordó, también por primera vez en Chile, pero ahora en forma sistemática, un proyecto de evaluación y prospección de los recursos naturales en las regiones de Tarapacá y Antofagasta, utilizando como base imágenes proporcionadas por satélite. Se estableció un Convenio con ERIM (Environmental Research Institute of Michigan), institución que proporcionará asesoría técnica y la oportunidad de tener en el país expertos en sensores remotos, que ayuden a la preparación de profesionales en distintas materias. Este programa se está llevando a cabo desde enero de 1975.

La investigación comprende estudios de los recursos a una escala 1:500.000 y 1:250.000 para la pampa y el altiplano chileno respectivamente. En esta etapa se utilizarán las imágenes espaciales.

Una segunda etapa se refiere a estudios detallados de oasis, valles transversales y quebradas de cierta importancia económica. Se basará en el análisis de fotos pancromáticas semidetalladas y detalladas.

Los objetivos generales del estudio son los siguientes:

Inventario de los recursos naturales de Tarapacá y Antofagasta, obteniendo información regional multidisciplinaria de los recursos naturales y humanos;

Información básica integral de los ecosistemas, tendiente a proporcionar antecedentes para proyectos de factibilidad de desarrollo regional y nacional.

Mediante los antecedentes obtenidos se pretendería lo siguiente:

Aportar antecedentes para la habilitación o rehabilitación de zonas altiplánicas en ambas regiones, con el fin de poblar zonas limítrofes;

Entregar antecedentes para planificar o proyectar parques nacionales con el objeto de proteger la flora y fauna nativa;

Obtener indicadores cartográficos que señalen los desfases existentes entre el uso actual de los recursos y el potencial;

Determinación de asociaciones de elementos naturales para la caracterización de unidades de paisajes como fase final del proceso de investigación.

Los recursos que serán investigados a nivel de inventario son los siguientes: geología y minería, geomorfología, hidrología, suelos, flora y fauna, clima, uso actual de la tierra y turismo.

Se incluyen también cartas complementarias anexas que cubren los siguientes campos: infraestructura vial, telégrafo, teléfono, telex, red eléctrica, puertos marinos, aeropuertos y población.

Se utilizará el siguiente material:

Cartas preliminares del Instituto Geográfico Militar de Chile, escalas 1:250.000 y 1:500.000;

Carta Aeronáutica de la Fuerza Aérea de Chile, escala 1:1.000.000;

Bases cartográficas elaboradas por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales IREN-CORFO;

Cubierta de imágenes del satélite ERTS, bandas 5 y 7, escalas 1:500.000 y 1:1.000.000;

Cubierta de imágenes del satélite ERTS, bandas 5 y 7, escala 1:3.300.000;

Mosaico elaborado con imágenes ERTS, banda 5, escala 1:500.000;

Otros vuelos menores de valles, ciudades y quebradas.

La metodología que se está empleando es brevemente la siguiente:

Una vez recopilados y analizados todos los estudios y la cartografía existente de la zona, se lleva la información a cartas preliminares con el objeto de homogeneizarla;

Luego se procede a la fotointerpretación de las imágenes ERTS mediante un visor multiespectral para determinar las unidades de recursos naturales;

Se confeccionan las imágenes falso-color usando las mejores combinaciones de bandas y filtros para cada disciplina;

La información obtenida de la fotointerpretación en el visor, se incorpora paralelamente a las fotos 1:500.000 (reproducción pancromática de las mismas), las cuales se ensamblarán obteniéndose una carta preliminar a igual escala; dicha carta, con posterioridad a su revisión de terreno, con las consiguientes correcciones es traspasada a una base controlada, obteniéndose una carta definitiva a la que se incorpora la leyenda correspondiente. Paralelamente, es usada la información convencional como elemento de apoyo.

Las ventajas obtenidas por este sistema de percepción remota hasta la fecha de elaboración del proyecto, en forma general, serían:

Realce de contrastes entre diferentes unidades de recursos naturales, lo que implica mayor exactitud y rapidez en la delimitación de las mismas;

Detección exacta de gran cantidad de información no apreciable en fotografías convencionales;

Obtención de información cualitativa y cuantitativa de fenómenos, procesos, etc., en forma rápida y precisa en áreas extensas con escasos puntos de control.

En septiembre de 1974, se estableció un Convenio entre la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Fuerza Aérea de Chile (FACH) relativo a un Proyecto Integral a Nivel Nacional para Aerofotogrametría y Prospección de Recursos.

Este proyecto comprende los siguientes programas:

a) Cubierta Aerofotogramétrica, escala 1:50.000, que contempla la totalidad del país;

b) Cubierta Aerofotogramétrica, escala 1:20.000, que abarca aproximadamente un 60% del territorio nacional;

c) Programas aerofotogramétricos a escalas especiales 1:10.000, 1:1.000;

d) Programas de prospección aérea de recursos mineros y otros.

Su principal objetivo es el de disponer de una cubierta total, uniforme, sistematizada y actualizada de fotografías aéreas, ya que el material existente de aerofotografías y mosaicos aéreos, dada la época de obtención, han sobrepasado con exceso de varios años sus márgenes de aprovechabilidad y utilización aplicada.

El Convenio también implica la compra de aviones en el que irán montados distintos sensores, incluye 2 tipos de cámaras con las posibilidades de emplear películas multibanda, pancromátricas, infrarroja blanco y negro, infrarroja color y otras combinaciones. También se adjunta la compra de un barredor termal.

El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), en su programa de proyectos especiales, solicitó a los países miembros la formulación de un proyecto de percepción remota en la evaluación y manejo de los recursos naturales en áreas piloto de América Latina, específicamente Colombia, Guatemala y Chile. Es así como el Instituto Geográfico Militar, en acción conjunta con IREN, elaboró un proyecto denominado "Análisis y Evaluación Multidisciplinaria de Imágenes y Registros de Perceptores Remotos. Chile Central".

Responsable directo del proyecto es la Sección Chilena del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Esta, a su vez, delega en la Comisión de Cartografía, quien coordinará la acción a nivel de Directores de los Organismos participantes y que son:

Instituto Geográfico Militar (IGM);
Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN-CORFO);
Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG);
Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile (IHA);
Instituto de Fomento Pesquero (IFOP);
Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF);
Instituto Forestal (INFOR)
Instituto Nacional de Estadísticas (INE);
Departamento de Geografía, Universidad de Chile;
Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

El sitio de control elegido abarca una superficie aproximada de 5.000 km^2, cubriendo en su extensión parte de la V Región y del Area Metropolitana correspondiente a Santiago.

Los objetivos a largo plazo que persigue el proyecto son:

Educación, en cuanto permita preparar personal chileno en la manipulación, análisis y evaluación de imágenes y registros obtenidos con los sensores remotos montados en la aeronave CCRS "Falcon";

Disminuir la distancia que actualmente separa a Chile de los países adelantados en este campo de la tecnología;

Promover, a niveles tanto institucionales como de Gobierno, el empleo de percepción remota, con miras a incorporarla como herramienta normal de trabajo en la investigación aplicada. Implicaría aceleración del proceso de desarrollo nacional ya que se obtendría más y mejor información multidisciplinaria a un costo comprobadamente menor;

El efecto multiplicador que se produce al incorporar información mejorada cualitativa como cuantitativamente es de gran importancia;

Lograr el interés y las herramientas que posibiliten encarar el problema a nivel nacional, dándonse los medios financieros necesarios para implementar un organismo que centralice estas actividades en el país, evitando así la dispersión de dinero y esfuerzo.

Los objetivos immediatos serían:

Evaluar la potencialidad de los sensores remotos en la investigación y prospección de los recursos naturales y del medio ambiente;

Introducir al personal chileno en técnicas de percepción remota, tanto en la manipulación de las imágenes como en el análisis y la interpretación;

Calibrar tanto el sistema de percepción remota como a los intérpretes, a fin de establecer patrones de interpretación aplicables en áreas similares, con menos sitios de control;

Detección de variables que influyen en la agricultura, tales como suelos, fertilización, pérdidas de vigor y riego;

Evaluar la utilidad de los sistemas de sensores para fines estadísticos (censos, catastros, etc.);

Determinación de la utilidad de los sensores remotos en estudios de polución fluvial y marina (litoral);

Determinar la factibilidad de utilizar sensores remotos en la prospección de algas marinas de interés económico;

Evaluar la utilidad de los sistemas de sensores para la prospección de recursos forestales, tanto naturales como plantaciones artificiales. Conocer su potencialidad para entregar información factible de ocupar en la confección de inventarios y planes de manejo forestales;

Analizar la utilización de registros obtenidos para estudios de sedimentación fluvial y lacustre. Determinación de zonas de origen y depositación;

Utilizar las imágenes obtenidas para investigar su aplicación a la cartografía, especialmente la confección de ortofotocartas, pictomapas y cartografía convencional. También en la actualización cartográfica;

Definir la potencialidad de los sistemas de percepción remota para la caracterización hidrológica (detección de redes de drenaje natural y artificial) e hidrogeológica (detección de áreas de recarga y descarga naturales y artificiales);

Evaluación de las imágenes y registros para estudios geológicos (unidades litológicas y estructurales), mineralógicos (mega-alineamientos) y geomorfológicas (áreas de erosión y acumulación).

El proyecto está en la etapa de recopilación y análisis de antecedentes existentes así como también revisión de terreno. La ejecución del vuelo con la aeronave CCRS "Falcon" se efectuará en enero de 1976.

Data processing methods in remote sensing: present application possibilities*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

En République fédérale d'Allemagne, les opérations de télédétection à l'aide de capteurs classiques ont jusqu'à présent été effectuées par photo-interprétation. Depuis 1972, des capteurs de type nouveau ont été utilisés à titre expérimental dans le cadre du programme de satellite LANDSAT, bien que la résolution des images de LANDSAT soit insuffisante pour l'établissement de cartes. Récemment, un dispositif thermique et multispectral à balayage, embarqué sur aéronef, a été essayé à titre expérimental dans le cadre du programme de recherches sur aéronef du Ministère fédéral des sciences et des techniques.

Ce programme permet de traiter numériquement les images grâce à la modification et au filtrage des tonalités de gris et à des techniques de redressement d'image et de classement statistique.

Plusieurs instituts de recherche participent actuellement à des essais d'utilisation de systèmes de télédétection embar-

RESUMEN

En la República Federal de Alemania, las operaciones de teleobservación convencionales tradicionalmente se han relacionado con la fotointerpretación. A partir de 1972 se han utilizado en forma experimental sensores remotos no convencionales dentro del programa de satélites LANDSAT, aun cuando la resolución de las imágenes del LANDSAT no es adecuada para fines cartográficos. Recientemente se introdujo experimentalmente el barrido térmico y multiespectral desde aeronaves dentro del programa de aeronaves experimentales del Ministerio Federal de Ciencia y Tecnología.

En virtud de ese programa se creó una capacidad de procesamiento digital de imágenes en el país que incorpora la manipulación y el filtrado de matices del gris y procesos de rectificación y clasificación estadística.

Varios institutos de investigación se ocupan actualmente de ensayar las aplicaciones de la teleobservación desde ae-

* The original text of this paper, prepared by Dr Gottfried Konecny, Professor of Photogrammetry, Technical University, Hannover, appeared as document E/CONF.67/L.62.

qués sur aéronef, pour étudier les problèmes des zones côtières et l'environnement dans les zones industrielles et urbaines, et procéder à des levés intéressant l'agriculture, la sylviculture, l'occupation des sols et l'écologie.

ronaves a problemas costeros, a estudios del medio ambiente en zonas industriales y urbanas, a la agricultura y la silvicultura, a los estudios de la utilización del suelo y a los estudios ecológicos.

Introduction

Remote sensing can be defined as a method for obtaining information about distant objects without direct physical contact. The information is carried by energy fields, so that most sensors can record it only one-dimensionally. One-directional information may, however, be combined into images in two dimensions. Only optical recording, onto photographic emulsions or onto sensor arrays, is able to realize direct two-dimensional recording. Otherwise, electronic or mechanical scanning must be used to scan an object or its optical projection and to reconstruct it as a photographic image.

Classically, aerial photography is included amongst the techniques of remote sensing. Since the declassification of military systems in the United States of America in the 1960s, the thermal scanner and the side-looking airborne radar have also become potential remote sensing tools. These are now supplemented by multispectral scanning systems and by passive microwave scanners.

The interest in non-classical remote sensing outside the United States has been sparked primarily by the 1972 launch of the ERTS satellite system (which has since been renamed LANDSAT). The more densely populated countries, though, are beginning to realize that aircraft systems are, for them, the more practical of potential tools. Nevertheless, satellite data, due to their ready adaptability for digital processing, are a welcome means of developing data-processing techniques.

Sensor parameters

In order to compare the capability of various sensors, the angular resolution of the final image (expressed in mrad) is of essence, rather than the resolution (expressed in line pairs per mm). Standard photogrammetric cameras have an angular resolution ranging from 0.5 mrad for superwide-angle cameras to 0.1 mrad for narrow-angle cameras. Long-focal-length panoramic cameras operated with special film emulsions can resolve to 0.01 mrad. Satellite scanners can reach an angular resolution of 0.07 mrad, which is roughly equivalent to the capability of a television system.

The panoramic camera, the scanner and the television camera are dynamic systems, however, and are therefore inferior in geometry to frame photography, with 1 to 2 times the resolution (as opposed to one-fifth the resolution for frame photography).

The side-looking radar operates as an active pulse system. Its resolution across the flight direction is pulse-length determined. Most available radars have a pulse resolution of about 15 m. Perpendicular to the flight direction, radar is therefore independent of the flying height.

Platforms

Aircraft operation has so far been limited to a maximum altitude of 10 to 15 km. The minimum altitude for frame cameras is usually given by the camera cycle time (2 to 3 sec), unless continuous-strip photography is taken.

Satellites, on the other hand, have been operationally feasible so far only at an altitude of 500 km or more.

Remote sensing at altitudes between 15 and 500 km must be limited to missions involving balloons, rockets or short-lived, expensive satellite operations.

At an altitude of 500 km a scanner with an angular resolution of 0.07 mrad can produce, at best, a ground resolution of 35 m; at 1000 km, as with LANDSAT, ground resolution is 70 m.

Mapping requirements

Positional mapping standards, which require resolution criteria of ± 75 m for a map at scale 1:250,000, ± 30 m at scale 1:100,000 and ± 15 m at scale 1:50,000. may be perhaps met by special processing of the satellite images. Of more importance, though, are the recognition criteria for objects to be mapped. The threshold for such objects is 12 m at scale 1:250,000, 5 m at scale 1:100,000 and 3 m at scale 1:50,000. Unless these resolution criteria are met, satellite photos can hardly be used to produce maps at the respective scales.

Since the base–height ratio is responsible for the ratio of positional to elevation error, and since satellite imagery is usually produced with a very narrow angle, current satellite images are useless for determining elevation information. Such information, commensurate with positional resolution and accuracy, could only be obtained by using convergent imagery with a base–height ratio of 1:1.

Thematic requirements

The primary purpose in remote sensing is to obtain thematic information. In classical analog photointerpretation, such information is arrived at by looking at size, shape and texture of objects in two or three dimensions (stereoviewing). Color and false-color photography brought a new dimension, the spectral domain, to the quest for thematic information. Multiband photography and narrow-band multispectral scanning now offer vastly improved spectral capabilities.

The temporal domain offers another thematic recognition criterion, especially for objects with changeable parameters of size, shape, position, texture or spectral signature.

Data processing in remote sensing

In standard photographic products, whether they be recorded and copied as photographs taken in cameras or whether they be reconstructed from scanners or other sensors, the image information expressing shape and texture is hardly depicted at ideal contrast. While the photographic emulsion may distinguish as many as 200 grey-shades, it usually (due to improperly balanced contrast range) does not image more than 50. The eye, on the other hand, cannot

differentiate more than 15, and the eye also is much more sensitive to shape than it is to contrast.

The object of image processing, therefore, is to display the 15 most important grey-shades to the eye, so that certain object features may best be interpreted.

Electronic image analysers, which are based on a television system, permit the manipulation of grey-shades by shifting and spreading them and by displaying them in different colors (usually eight); this process is called "level slicing".

Another form of image processing is a high-pass filter, which is used in dodging printers.

Level slicing may also be carried out by photographic means, using the Afgacontour principle.

Image-processing possibilities are made much more effective, however, by digital techniques. Statistical tests can be carried out before each manipulation of grey-shades. The grey-shade display may then, for example, be made according to probability distributions. Filtering may also be in the form of digital high-pass or low-pass filtering operations, gradient enhancements or directional filters. While such filters may be programmed as simple operations, fast Fourier transform processors offer more effective possibilities.

Another possibility in digital image processing concerns the digital rectification of images by special algorithms, shifting grey-shades geometrically according to predetermined mathematical functions, which are determined either by recording flight or orbit parameters and calibrations or by deriving these parameters from control points.

A third possibility in image processing is to use statistical classification algorithms, deriving statistical distributions in as many dimensions as the number of spectral and/or temporal channels are available for various object types, and trying to separate corresponding image points by statistical distances to the clusters (objects) closest to their statistical properties.

A new trend in classification algorithms involves the use of texture parameters in classifying objects and using comparisons of neighbouring image points to simplify the computational process.

While a great proportion of the image-digitizing hardware and image display hardware has been developed in the United States and while the United States also leads in software developments in image processing (Jet Propulsion Laboratories), digital rectification (IBM) and classification (LARS, Purdue University), a considerable hardware and software effort is currently under way in the Federal Republic of Germany.

While American efforts are directed mainly towards the evaluation of LANDSAT imagery, the German efforts have tended to concentrate on the evaluation of a federally funded aircraft program in which multispectral scanner data are being investigated and processed.

Special hardware installations have been made for image processing at the Deutsche Forschungs-und Versuchsoaustalt für Luft-und Raumfabrt (DFVLR), Oberpfaffeubofen, and at the Forschungs-institut für Mustererkennung (FIM) in Karlsruhe. Other image-processing centres (Zeutralstelle für Geophotogrammetrie und Fernerkundung ZGF, Munich; Institut für Photogrammetrie IPI,Institut für Technical University, Hannover; and Institut für Angewandse Geodäsie, Frankfurt) use such American equipment as the ISI Image Analysis System and the Optronics P 1700.

Software development goes hand-in-hand with the hardware installation, with the DFVLR concentrating on interactive ratio processing on their "DIBIAS" system, as it is called there, FIM concentrating on image filtering, ZGF Munich concentrating on maximum-likelihood classification and IPI Hannover concentrating on geometric rectification, on image processing by simple means and on image correlation.

The purpose of this effort is to investigate potential applications of remote sensing by optimal means in special test areas.

The following test areas have been established:

Area I. Coastal areas near Wilhelmshaven; co-ordinator, IPI; tasks: marine pollution, sediment transport in tide zone, coastal ecology during industrialization.

Area II. Industrial and urban areas; Frankfurt; collaborator, IFAG; tasks: regional planning, environmental pollution.

Area III. Agricultural and forested areas; Freiburg; collaborator, FIM; tasks: agricultural and forestry problems.

Area IV Prealpine region, Murman; co-ordinator, ZGF; tasks: geology, ecology.

The primary data acquisition tool is the Bendix M^2S scanner.

The geometric software developed at the Technical University, Hannover, is the prerequisite for the federal programme:

(*a*) To correct the images for geometric distortions arising from flight and attitude parameters as derived from flight data and control points;

(*b*) To correct the images for terrain displacement on the basis of a digital terrain model obtained from maps or by photogrammetric means;

(*c*) To display the processed images in the form of an orthophoto and as a restituted magnetic tape; and

(*d*) To permit classifications to be made by multitemporal as well as by multispectral comparisons.

Remote sensing for regional and environmental planning*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

Pour être à même d'assurer leurs fonctions de coordination, lesquelles comportent de multiples aspects, les planificateurs régionaux ont besoin de données tirées de statistiques officielles ou obtenues à l'aide de diverses techniques d'enquête. De plus en plus, ces données sont complétées par des données de télédétection. Parallèlement, les problèmes les plus importants auxquels se heurtent les planificateurs régionaux sont abordés de manière à rechercher dans quelle mesure les techniques de télédétection peuvent servir à trouver une solution.

Ce document examine quelques problèmes liés à diverses techniques de télédétection, les résultats que l'on peut attendre de ces techniques et les diverses plates-formes utilisables pour les capteurs de télédétection. Les avantages et les inconvénients de la photographie par satellite pour la planification régionale sont également examinés.

L'utilité des techniques de télédétection pour résoudre des problèmes de planification régionale a déjà été prouvée par plusieurs applications pratiques.

Par conséquent, on peut s'intéresser maintenant à la question de l'utilisation pratique des techniques de télédétection et aux résultats que l'on peut en attendre.

RESUMEN

A fin de cumplir con sus múltiples tareas de coordinación, los planificadores regionales necesitan datos derivados de estadísticas oficiales, así como datos obtenidos con diversas técnicas de relevamiento. En medida cada vez mayor, estos datos se están complementando con datos obtenidos por teleobservación. Al mismo tiempo, se están examinando los problemas más importantes de la planificación regional con miras a determinar la medida en que los procesos de teleobservación pueden producir información para resolverlos.

En el trabajo se examinan algunos problemas relacionados con diversos procesos de teleobservación, los resultados que pueden esperarse de ellos y las diferentes plataformas disponibles para el uso de sensores remotos. También se toman en consideración las ventajas y desventajas de las fotografías obtenidas mediante satélites para la planificación regional.

Ya se ha demostrado en una cantidad de aplicaciones prácticas la utilidad de los procesos de teleobservación para solucionar problemas de planificación regional. Por consiguiente, se puede ahora considerar la cuestión de la aplicación de los procesos de teleobservación para fines concretos, así como los beneficios que cabe esperar de ello.

During the last several years the concepts indicated by the term "regional planning" have undergone decisive changes. Today it implies a new distribution of scarce resources, in the widest sense—in other words, the creation of living conditions that respond to up-to-date social, economic and cultural requirements. The consequence, as concerns regional planning, has been the redistribution of various sectoral and departmental tasks. In this context, I want to emphasize the necessity of creating an optimal land-use structure, which will be in harmony with these requirements. The traditional means of visualizing and expressing these concepts and plans is the cartographic representation: the map or plan.

The data used in this process have their origins in official and special statistics or in cadastral surveys. After the First World War, with the introduction of aerial photography and the photo map, a new base for mapping had already been created. But aerial photography and the other results of remote sensing have been used only recently and rather sporadically as part of the data base for regional planning.

In order to deepen their knowledge of linkages, interdependencies and changes, regional planners need, for the realization of their sectoral and departmental co-ordination tasks, the most recent possible data relating to spatial units of varying size.

Owing to the differentiation of local, regional and national planning, the requirements of scale and exactness of detail vary significantly for data at different levels. Data are needed for inventory of land use; monitoring of land-use changes; detection of land-use conflicts; delimitation of urban and rural areas; inventory and monitoring of ecological stress; decision-making processes for planning measures; and monitoring of planning realization. These points suggest a framework for considering the requirements of regional planning with regard to remote sensing—both as a source of data and as an instrument of planning.

Remote-sensing processes that are to serve regional and environmental planning must, consequently, offer a broad spectrum of data by a combined application of all sensors that are currently relevant. Often, the specific task or the required scale of a project call for the specific advantages of remote sensing. These tasks and considerations include

(*a*) Stereoscopic evaluation;

(*b*) Multispectral evaluation in the visible and invisible spectral bands, such as infrared color photography, infrared or multispectral line-scanning or infrared radiometry and microwaves;

(*c*) Complete simultaneous overviews of larger areas;

(*d*) Convenience of short-time repetition of information-collection procedures;

(*e*) Convenient retrieval of information in digital form;

(*f*) Ease of processing and applicability of information in digital form for area observation, analysis and planning; and

* The original text of this paper, prepared by Sigfrid Schneider, Federal Research Institute for Applied Geography and Regional Planning, Bonn-Bad Godesberg, Federal Republic of Germany, appeared as document E/CONF 67/L.52

(*g*) The low cost of the process. On average, and assuming the same quality of information, the cost of remote-sensing processes amounts to 50 per cent of that for conventional processes.

Observation takes place from helicopters, low- and high-flying aircraft, balloons, rockets, space vehicles and earth-observation and meteorological satellites.

If we try to get an overview of the use of remote-sensing methods for regional and environmental planning (including socio-economic and ecological surveys), we find that only a few publications are relevant; that is, only a few offer any methodological interpretation based upon the choice of appropriate sensors for certain types of data.

There is no doubt that vertical aerial photography is still the most informative source for remote sensing, even if more than topographical data are needed. In preparing a systematic interpretation of aerial photography for the purposes of regional planning, three basic areas of work must be taken into consideration: land-use classification, construction of a photointerpretation key and the transformation of the data into an information grid. Consequently, the interpretation of selected problems will give additional information, beyond what could be obtained from the survey of sectoral planning. Information obtained in this manner includes

(*a*) Quality of housing (through construction of a system of indicators and weightings for living areas of various types);

(*b*) Evaluation of administrative reforms and observation of development axes;

(*c*) Analyses of traffic flow;

(*d*) Suitability of specific areas for recreational use (through systematic synopsis of land use, relief, interfaces of watercourses and forests, heights of river banks, climate etc) to facilitate the planning of recreation areas;

(*e*) Multiple-use potential and use conflicts (e.g., between agriculture and recreational facilities or between housing and industry);

(*f*) Monitoring of areas damaged by flood; soil erosion, water and air pollution and damage to vegetation;

(*g*) Distribution and differentiation of areas no longer under cultivation, especially land within cities and land that is to be used for building in the future; and

(*h*) Suitability of mountain areas for agriculture (by evaluation of micro-relief).

Apart from the conventional black-and-white panchromatic emulsion, which corresponds roughly to the tone sensitivity of the human eye, infrared emulsion is of especial value in remote sensing. Infrared photography differentiates easily the different types of vegetation, penetrates industrial haze and emphazises watercourses by showing their edges in black.

Thermal (infrared) and multispectral scanners, as well as radiometer and microwaves, complement aerial photography by providing data from the invisible bands of the electromagnetic spectrum. The choice of remission of certain spectral bands facilitates quantitative and qualitative evaluation with regard to the characteristics of objectives.

One very recent development has been to examine the problem of the extent to which satellite data can furnish material for regional planning. Discussion of this topic began with the preparations for the earth observation satellite (LANDSAT) programme. There is no doubt that in the first instance intercontinental and supra-regional tasks are being tackled by these satellites. These include

(*a*) Preparation and correction of the International World Map at 1:1,000,000;

(*b*) Preparation of a universal land-use map;

(*c*) Monitoring of sea-ice coverage and mountain glaciation, as well as estimating of run-off from the melting snow cover;

(*d*) Monitoring of dry farming;

(*e*) Monitoring the transport of sediment to shores and estuaries;

(*f*) Early diagnosis of floods, volcanic eruptions and large-area damage;

(*g*) Prospecting for mineral and other resources; and

(*h*) Monitoring of the global environment.

On the other hand— and this is quite surprising—satellite data facilitate the gathering of information of regional and local dimensions, specifically, for

(*a*) Preparation of topographic maps at scales 1:200,000 to 1:250,000;

(*b*) Mapping of small-scale natural units;

(*c*) Mapping of special types of land use, of land-use changes and of uncultivated (fallow) land;

(*d*) Soil-erosion surveys;

(*e*) Mapping of haze and smog over urban and industrial areas;

(*f*) Surveying thermal emissions, cold-air ponds and fresh-air breaks;

(*g*) Delimitation of agglomerations of population;

(*h*) Surveying of new settlement developments; and

(*i*) Monitoring of floods.

The most important advantages of satellite imagery should be considered together with its supposed disadvantages. Four major advantages should be mentioned first:

(*a*) Continuous and repeated coverage of the earth surface (every 18 days at present) facilitates the monitoring of all dynamic processes as well as of extreme situations;

(*b*) Synchronous overview of a large area avoids disparities that would otherwise result from changes in exposure time and reflections. On the other hand, it permits a better surveying of large-area configurations;

(*c*) Satellite imagery has made it possible to survey, with unequivocal success, features that, until now, have been unknown or only partially known;

(*d*) Multispectral surveying in relatively narrow bands facilitates the most exact differentiation between emissions, reflections and the differing thermal states of objects. This permits emphasis to be placed upon such special features as haze and smoke (in the blue band), land-use and water

permeation (in the green band) and vegetation and flooding (in the infrared band).

Several supposed disadvantages of satellite imagery should also be mentioned:

(*a*) The extreme height of the satellite (920 km) results in small-scale information only. Consequently, the limit for enlargement is at the scale of 1:200,000, and the resolution (between 50 m and 100 m) furnishes only a framework for the identification of objectives;

(*b*) Up to now, the small number of receiving stations has retarded the direct use of data. This is all the more serious as the processing of the enormous amount of data ought not to be restricted to a few institutions;

(*c*) Furthermore, the reliability of satellite imagery is uncertain, as the possibility always exists that the owner of the satellite may switch it off temporarily for technical or political reasons;

(*d*) Finally, processing and evaluation by computer and plotter do offer, on the one hand, optimal information. But on the other hand it must be supposed that, owing to the concentration of data at too few centres, the process is extremely cumbersome.

Looking now at the pros and cons as well as at the results, it would seem sensible to support the collection of data by use of aircraft, as well as the application of information from satellites, for problems of regional planning.

There can be no doubt that the great interest of regional planners in the systematic application of remote-sensing processes—including satellite data—is based on gratifying experiences with aerial photography over the last fifty years. In the first instance, planning authorities and joint planning boards promoted the preparation of the aerial photo map. At the same time, research promoted a number of projects using remote-sensing methodology in the areas of land use, water pollution, soil erosion, division of land into natural units and monitoring of water quality. Moreover, modern methods of data-gathering and data-processing often involve the compilation of data obtained by various remote sensors.

There is no doubt, as has been stated elsewhere, that "there is not one individual who can observe the totality of the information in its mutual relationships. Nevertheless, this totality exists and in consequence can be extracted. The idea is probably most fully approximated by the geographer and to a certain extent also the ecologist. But there is evident need for extending the capacity for extraction of integrated information by means of airphoto interpretation and the other kinds of remote sensing imagery". [1]

In the near future, preparations will begin for the creation of a global environmental monitoring system. Naturally, all countries of the world will have to co-operate in this undertaking by rendering highly qualified work. The well-considered reason for this is that recent measures have had results that are deeply influencing the environment, the economic structure and the social structure of every State; the co-operation of all States, at least to the extent of furnishing detailed data for the preparation of norms and rules, is necessary if these influences are to be controlled. Data from aerial photography, as well as all other remote-sensing data, represent local as well as supra-regional information, which urgently needed for resolving difficult problems in regional planning and environmental monitoring.

As yet, we have no detailed cost-benefit analysis to estimate the value of the newly offered multi-channel sensors in dealing with problems of regional planning, although the results so far are encouraging. We recommend, therefore, the intense systematic use of remote-sensing processes based on detailed problem studies and an increased number of regional studies. This will allow a continuous, critical examination and improvement of methods, before they are fully operational in all cases.

[1] J J Nossin, "Multi-disciplinary surveys and the integration necessary to their fulfilment in development planning", *ITC Journal*, No 4, 1975

La détection à distance (télédétection) à l'Institut géographique national, France*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document summarizes the activities of the Institut géographique national, France, in the field of remote sensing, indicates the main types of equipment used and analyses the methods employed.

RESUMEN

El documento resume las actividades del Instituto Geográfico Nacional de Francia en la esfera de teleobservación, indica el principio de los instrumentos utilizados y analiza los métodos aplicados.

INTRODUCTION

La vocation de l'Institut géographique national (IGN) est la préparation de la carte topographique, la description de la surface terrestre, d'abord par travaux au sol, puis par photos aériennes qui sont un enregistrement à distance des caractères physiques du sol. Mais la topographie n'est qu'un message particulier parmi ceux qui peuvent être fournis, elle n'est qu'un phénomène physique parmi ceux qui peuvent être enregistrés. Et les radiations lumineuses ne constituent qu'une faible partie du spectre électromagnétique utilisable comme transport d'information.

* Le texte original de cette communication, préparé par A. Boudoin, A. Decaé et P. Demathieu, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF 67/L. 9

Le développement rapide de l'industrialisation, de l'urbanisation et de la population amène à se préoccuper de la sauvegarde de la nature, de la protection de l'environnement et à effectuer un inventaire des ressources naturelles; des techniques ont été mises au point qui permettent d'enregistrer les phénomènes qui s'y rapportent. L'étude de ces phénomènes fait partie de la vocation de l'IGN en tant qu'extension de l'étude de la surface terrestre, comme elle fait partie de la vocation de tous les grands services géographiques mondiaux, comme, par exemple, aux Etats-Unis, le Geological Survey qui est chargé du levé de la carte topographique.

Problèmes posés

Le problème de l'environnement et de la pollution, s'il se pose aujourd'hui avec une acuité particulière, n'est pourtant pas nouveau. Jules César avait déjà édicté des règles tendant à assurer la conservation de certaines espèces animales, comme les hérissons, tandis qu'Horace se plaignait du bruit infernal des charrois dans Rome, la nuit. Mais évidemment, l'industrialisation depuis le siècle dernier et l'explosion démographique actuelle constituent des causes de pollution beaucoup plus importantes, surtout si l'on songe aux concentrations dans les villes et les zones de grande industrie, amenant 80 p. 100 de la population du globe à se rassembler sur seulement 2 p. 100 de la surface terrestre.

Les activités traditionnelles de l'IGN lui permettent déjà de procéder à l'estimation des ressources naturelles et à la protection des sites par l'utilisation de ses couvertures photographiques et des cartes à différentes échelles qu'elles permettent d'établir. Les photographies sur émulsions sensibles à l'infrarouge, ou celles dites en "fausses couleurs"[1], fournissent des renseignements sur la végétation et les diverses cultures, les eaux, les côtes, les essences forestières, l'utilisation des sols, la morphologie. En outre, ces documents permettent par les informations qu'ils contiennent d'assurer la protection des hommes contre des phénomènes catastrophiques : avalanches, inondations, foyers d'incendie, etc.

Mais les enregistrements photographiques classiques ont des limitations, du fait qu'ils sont liés à la transparence et la pureté de l'atmosphère, à l'éclairement solaire, et qu'un grand nombre de caractéristiques du sol n'y sont pas décelables. C'est pourquoi il est fait de plus en plus usage de moyens de détection à distance grâce à différents dispositifs aéroportés, nommés "capteurs", qui permettent d'enregistrer des phénomènes par ondes électromagnétiques de fréquences très différentes de celles du spectre visible, allant jusqu'à la bande X du radar (ondes centimétriques).

L'intérêt de ces méthodes de télédétection réside dans la généralité des problèmes que l'on peut traiter, un même procédé pouvant être employé pour des recherches de nature très différente, et aussi dans la rapidité d'accès à l'information, les traitements en laboratoire étant en général peu importants. En outre, cette rapidité d'information permet de décrire l'environnement sous le double aspect de l'espace et du temps, en permettant de suivre l'évolution d'un phénomène par détections successives échelonnées dans le temps à invervalles réguliers. Enfin, ces méthodes, n'étant pas liées à la transparence optique de l'atmosphère dans le spectre visible ni à la lumière solaire, permettent d'opérer par temps couvert ou de nuit, ce qui présente de nombreux avantages.

Le processus de télédétection

Les éléments essentiels de la télédétection sont les dispositifs d'enregistrement, ou capteurs, portés par des vecteurs. Ces vecteurs peuvent être des avions, des ballons ou des satellites. L'IGN a la chance de posséder ces vecteurs en son parc d'aviation comprenant une quinzaine d'appareils allant de l'Aéro Commander au biréacteur Mystère 20 en passant par le B.17 et le Hurel Dubois, et permettant des altitudes de travail variant de 300 mètres à plus de 13 500 mètres, avec des vitesses de croisière comprises entre 250 et 850 kilomètres/heure. L'IGN a aussi la possibilité de participer à un programme de prospection de l'environnement par des satellites américains spécialement lancés à cet effet, ERTS-B ou EROS, pour lesquels chaque nation peut établir un programme de recherche. C'est ainsi que, pour sa part, l'IGN aura par ce moyen des données sur l'évolution dans le temps et dans l'espace de la couverture neigeuse des massifs montagneux français, grâce à des enregistrements pris régulièrement à 18 jours d'intervalle et retransmis au sol. Ces satellites d'étude des ressources naturelles terrestres sont dits "héliosynchrones" parce qu'ils passent deux fois par jour au zénith de points de même latitude, à la même heure solaire locale. Pour ce faire, on leur imprime une orbite quasi polaire à une altitude de l'ordre de 910 kilomètres. En raison de la forme éllipsoïdique de la terre, des irrégularités du champ extérieur de la gravité et des perturbations planétaires, les orbites subissent des altérations qui amènent les satellites à repasser environ tous les 18 jours au zénith d'un même point de la surface terrestre à la même heure solaire locale, c'est-à-dire dans la même position par rapport au soleil moyen malgré la variation de déclinaison de ce dernier. S'il n'y avait pas d'altérations d'orbites, il suffirait d'imprimer aux satellites des orbites rigoureusement polaires à une altitude telle que leurs périodes soient sous-multiples du jour solaire (par exemple 1 660 kilomètres pour deux heures) pour qu'ils repassent chaque jour aux zéniths des mêmes points, à la même heure solaire.

Les premiers capteurs mis en service à l'IGN, et qui sont toujours abondamment utilisés, sont évidemment les chambres photographiques, pouvant opérer avec des focales et des émulsions différentes, à des hauteurs de vol et échelles variables, fournissant ainsi un large éventail de possibilités.

Mais l'instrument le plus intéressant dont l'IGN dispose actuellement est un dispositif qui permet de mesurer, avec la précision d'une fraction de degré centigrade, la température des points du sol survolé. Pendant que l'avion se déplace, l'appareil, grâce à un miroir tournant à 70 tours par seconde, balaie successivement des bandes étroites du terrain à 60° de part et d'autre de la ligne de vol. L'intensité du signal émis par la cellule croissant avec la température propre de chaque point examiné, on obtient ainsi une image électrique des températures du terrain, ou vidéogramme, enregistrée sur ruban magnétique. Ce vidéogramme peut être soit immédiatement transformé en image optique sur un écran de télévision embarqué, les détails apparaissant d'autant plus lumineux qu'ils sont plus chauds, ou être transformé en laboratoire par une baie de transcription en image noir et blanc sur papier représentant les températures de la

[1] Pour ces émulsions, la première couche (émulsion non chromatisée sélectionnant dans le bleu) est supprimée, tandis qu'une troisième couche est ajoutée pour la sélection infrarouge

bande de terrain survolé. Cet appareil se nomme un *scanner* et les documents fournis, des images thermiques. L'ensemble du procédé constitue la thermographie infrarouge aéroportée.

Principe de la thermographie

Le rayonnement enregistré provient, d'une part, de la réflexion du rayonnement solaire sur les éléments constitutifs du terrain et, d'autre part, de l'émission propre de ces objets. Entre le sol et le capteur, l'atmosphère modifie ce rayonnement par absorption et par diffusion.

Le rayonnement "réfléchi" n'est généralement pas intéressant et peut être considéré comme un rayonnement parasite qu'il faut éliminer. Le plus simple est évidemment de faire la prise de vue de nuit, mais ce n'est pas toujours possible, par exemple si l'on veut étudier les variations thermiques diurnes. Son élimination par le calcul est rendue difficile du fait de son anisotropie très marquée, c'est-à-dire que l'énergie reçue dépend davantage de la forme de la figure formée par le soleil, le capteur et le point étudié que de la nature de ce dernier. Certes, des études quantitatives de l'anisotropie ont été effectuées sur différents types de sol et de couverture végétale. Mais la mise en œuvre de ces résultats pour effectuer une correction est laborieuse, et à la limite impraticable pour des zones trop hétérogènes.

La gêne créée par le rayonnement réfléchi peut être caractérisée par le rapport de l'énergie de ce rayonnement sur celle du rayonnement émis. Ce rapport est sensiblement plus faible vers 10 μm que vers 5 μm, ce qui peut conditionner le choix du capteur à utiliser suivant les cas.

C'est le rayonnement émis qui est intéressant, car il permet de déduire la température. En effet, les courbes d'émittance spectrale du corps noir à différentes températures montrent que pour celles qui sont habituellement rencontrées au sol, vers 300 °K, le maximum de l'énergie rayonnée se situe vers 10 μm et que cette énergie reste assez importante jusque vers 2 μm (voir figure 64). Il est donc tentant de conclure que l'optimum est d'avoir un appareil sensible dans une bande voisine de 10 μm. En réalité, il faut généralement mettre en évidence des différences de température, et une étude plus approfondie montre que l'écart entre les courbes est plus grand à des longueurs d'onde un peu inférieures à la longueur d'onde du maximum.

En fait, les corps réels ne sont assimilables à des corps noirs que de façon très approximative. Pour passer avec plus de précision des uns aux autres il est nécessaire d'introduire la notion d'émissivité : c'est le rapport de la puissance émise réellement par le corps considéré à la puissance qu'émettrait le corps noir correspondant à la même température. Elle est au maximum égale à 1 (cas du corps noir) et peut être très variable; de l'ordre de 0,9 ou 0,8 pour l'eau, selon les cas, elle peut s'abaisser à 0,4 ou 0,3 pour des roches.

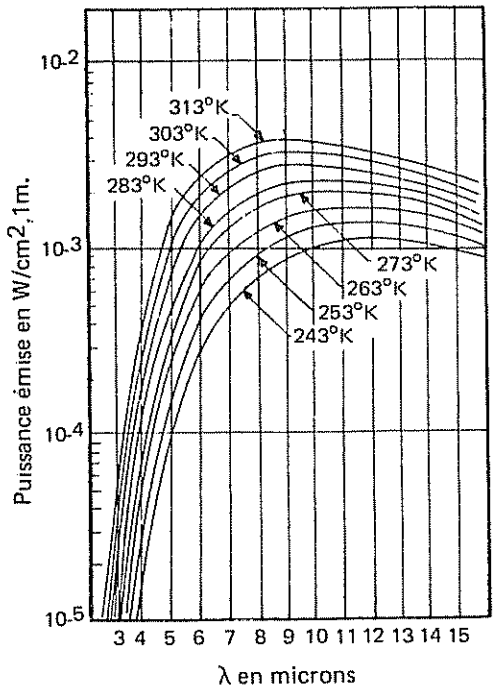


Figure 64. France : émittance spectrale du corps noir à différentes températures

Mais l'atmosphère joue un rôle important en ce qu'elle absorbe une certaine partie du rayonnement et en diffuse une autre. En ce qui concerne l'absorption, l'atmosphère présente plusieurs "fenêtres" de transmission représentées sur le schéma ci-dessous (voir figure 65). Dans la zone qui nous intéresse, les bandes d'absorption suivantes sont dues essentiellement à des transitions de rotation des molécules d'eau (vapeur) et de gaz carbonique : (2,5 μm – 3 μm), (4,3 μm) (5,8 μm – 7,3 μm) et (14 μm – 1 mm). C'est dire que l'absorption atmosphérique est assez peu gênante.

D'autre part, la théorie montre que la diffusion pour les particules petites devant la longueur d'onde est proportionnelle à λ^{-4}, λ étant la longueur d'onde. Ce phénomène est donc très faible dans l'infrarouge, moins de 1 p. 1000 de l'énergie est perdue par diffusion à 1 000 mètres.

Pour des particules plus grosses, là encore, l'infrarouge est nettement plus pénétrant que le visible, ce qui présente un grand intérêt pratique : les brumes et brouillards fins sont relativement transparents, ce qui permet des prises de vue par temps médiocre. Mais il ne faut pas que les dimensions des particules soient trop importantes, car on ne peut augmenter la longueur d'onde indéfiniment (absorption à partir de 14 μm) [plus loin, on entre dans un autre domaine, celui des ondes millimétriques].

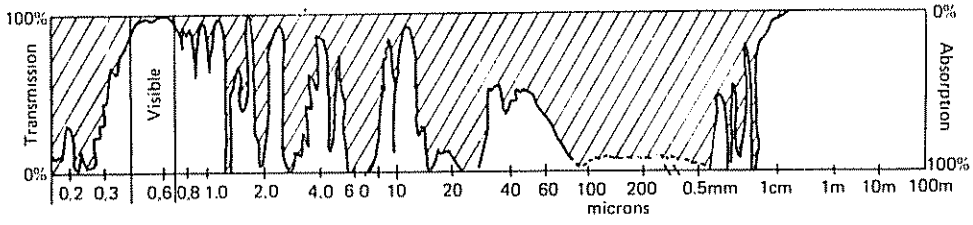


Figure 65. France : absorption du spectre électromagnétique par l'atmosphère

D'autres phénomènes comme celui de l'émissivité de l'atmosphère peuvent intervenir. Dans les longueurs d'onde correspondant aux bandes d'absorption, l'atmosphère se comporte comme un corps noir. Et des phénomènes thermiques dans l'atmosphère, comme des inversions de températures, par exemple, peuvent brouiller l'image du sol. On reviendra sur ces questions lors de l'étude de la pollution atmosphérique.

Enfin, il paraît légitime de se poser aussi la question de la transparence dans les milieux solides ou liquides : peut-on, sur une thermographie, voir, ou simplement détecter, un objet enfoui dans le sol ou posé au fond de la mer ? La réponse doit être assez nuancée. La théorie montre que la transparence de l'eau liquide, de roches, de sols, à l'infrarouge est extrêmement faible, de l'ordre de quelques fractions de millimètre.

Néanmoins, la réponse à cette question n'est pas totalement négative pour autant. On enregistre la température de la surface, ou tout au moins d'une pellicule superficielle très fine, mais cette température est influencée par des phénomènes thermiques profonds. Imaginons le cas d'un sol homogène, dans lequel un objet de chaleur spécifique très différente est enfoui, l'ensemble étant soumis à des fluctuations thermiques. On peut considérer que la conductibilité thermique du sol transmet à la surface une image de l'objet, qui, certes, peut être déformée. Dans les liquides, il semble que le rôle prédominant soit celui de la convection. On peut essayer de préciser le phénomène en calculant des modèles, mais la réalité est plus compliquée que les modèles les plus complexes. On examinera pour chaque type d'application (géologie, hydrologie, etc.) le rôle que peut avoir cette pseudo-transparence.

Matériel utilisé

L'obtention d'une thermographie nécessite la mise en œuvre d'une chaîne d'appareils constituée par :

a) Un capteur (ou plusieurs) : le *scanner* ou "balayeur" infrarouge;

b) Un enregistreur;

c) Une baie de transcription du signal enregistré sur un film sensible.

Si le capteur et l'enregistreur sont embarqués dans l'avion, la baie de transcription ne l'est généralement pas (elle permet un traitement différé des informations reçues).

Le capteur : schéma général des "balayeurs" infrarouges

Le *scanner* est un appareil à balayage mesurant l'énergie du rayonnement reçu. Cette mesure est passive (elle ne nécessite pas l'émission d'un rayonnement de référence) et elle s'effectue à l'aide des trois parties suivantes constituant le *scanner* (voir figure 66).

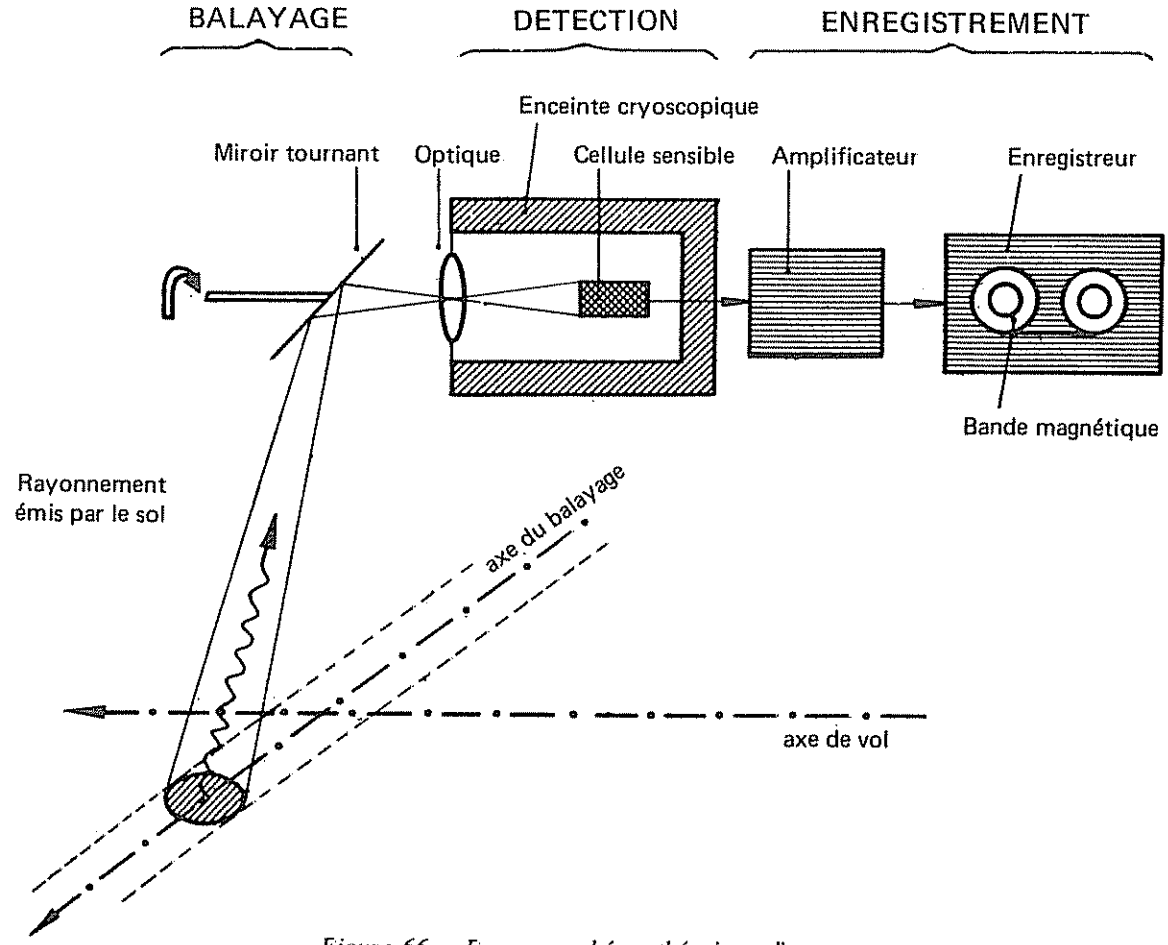


Figure 66. France : schéma théorique d'un scanner

a) Une partie optico-mécanique qui recueille le rayonnement issu du sol. Elle est constituée d'un miroir tournant autour d'un axe parallèle à l'axe de l'avion et incliné par rapport à celui-ci de 45 degrés; le miroir effectue ainsi un balayage du terrain perpendiculaire au déplacement de l'avion. Un système de focalisation permet de concentrer l'énergie reçue sur la cellule détectrice;

b) Une cellule sensible à l'énergie du rayonnement infrarouge reçu, qui est constituée du détecteur proprement dit, entouré d'une enceinte cryoscopique assurant un bon rapport signal/bruit;

c) Un système de mesure électronique constitué essentiellement d'un amplificateur permettant de communiquer le signal à l'enregistreur.

Les premiers capteurs datant de 1950 utilisaient des détecteurs thermiques; le rayonnement infrarouge réchauffait un élément sensible dont la résistance variait avec cette température. Leur avantage était de pouvoir les utiliser à la température ambiante mais leur temps de réponse était très long (quelques millisecondes). Ces capteurs ont été remplacés par des photodétecteurs qui transforment l'énergie des photons infrarouges en énergie cinétique des électrons qui, libérés, modifient les propriétés électriques de la cellule. Ceux-ci ont des temps de réponse très courts (moins de 1 μs) mais ne sont utilisables qu'aux basses températures.

Deux types de cellules sont utilisées principalement :

a) La cellule à l'antimoniure d'indium (InSb) sensible de 3 à 5 μm à la température de 77° K (la courbe de sensibilité peut être déplacée vers les grandes longueurs d'ondes — jusqu'à 8 μm en faisant agir un champ magnétique sur la cellule);

b) La cellule au germanium dopé au mercure (Ge:Hg) sensible de 8 à 14 μm à la même température de 77° K. Sur la figure apparaissent les courbes de sensibilité relative des cellules InSb et Ge:Hg (voir figure 67).

D'autres corps peuvent servir de détecteurs, comme le tellurure de mercure et de cadmium (CdHgTe) sensible de 8 à 14 μm à 77° K.

La température de la cellule est maintenue à 77° K environ par une enceinte cryoscopique à l'azote liquide ou, pour des températures plus basses (quelques degrés K pour certaines cellules Ge:Hg), par de l'hélium liquide.

Pour plus de détails techniques concernant le "balayeur" utilisé dans l'infrarouge, le Cyclope de la Société anonyme des télécommunications, le lecteur pourra se reporter à l'article "Le *scanner* infrarouge Cyclope" paru dans le *Bulletin d'information* de l'IGN, n° 10 (mars 1970).

Les caractéristiques essentielles sont les suivantes :

Miroir — Vitesse de rotation : 70 tours par seconde (elle a été réduite de près de moitié à la suite des premiers essais); angle de balayage : 120°; angle d'analyse : 5 milliradians.

Cellule — Type : InSb refroidissement 77° par N_2 liquide; autonomie de fonctionnement : 5 à 6 heures; températures décelées : de − 30° à + 60 °C; résolution thermique : 0,25 °C.

Le signal électrique issu de la tête d'analyse du cyclope ne fournit pas une valeur de la température absolue du sol; il ne fournit qu'une indication relative. Aussi est-il nécessaire, pour une bonne interprétation des mesures, de posséder les valeurs de certains paramètres complémentaires :

Le "balayeur" est couplé avec un radiomètre qui mesure la température absolue du sol le long de l'axe du vol. Ce radiomètre est constitué d'une cellule du type détecteur thermique au germanium. La réponse de cette cellule, qui est sensible au rayonnement thermique entre 8 et 14 μm, est comparée à celle du rayonnement d'un corps noir de référence, ce qui permet de convertir les valeurs du signal en températures. Ces températures sont dites absolues car deux points au sol de même émissivité et de même température correspondent à une même valeur du signal créé. Néanmoins, pour obtenir les températures vraies, il est nécessaire d'étalonner la réponse du radiomètre par des mesures au sol.

Le radiomètre mesure le rayonnement dans une seule direction (il n'est pas possible de faire une analyse avec un miroir tournant à cause du temps de réponse trop élevé de la cellule) et dans un cône relativement ouvert (l'angle d'analyse étant de 2°). Il est sensible à une différence de température, de l'ordre du dixième de degré, et permet une mesure absolue d'environ un demi-degré.

Le balayage du terrain dépend étroitement des mouvements de l'avion et conditionne la qualité métrique de l'image finale. Actuellement, les paramètres de vol (cap, position, roulis, altitude, etc.) ne sont pas enregistrés, mais nous pouvons envisager d'utiliser des capteurs qui, mesurant ces paramètres, seraient branchés sur un enregistreur afin de mieux corriger lors du traitement les informations issues du *scanner*.

L'enregistreur

On désigne par signal d'entrée l'enregistreur qui provient directement de la cellule détectrice et, par signal de sortie, celui qui est enregistré et qui provient de l'amplificateur.

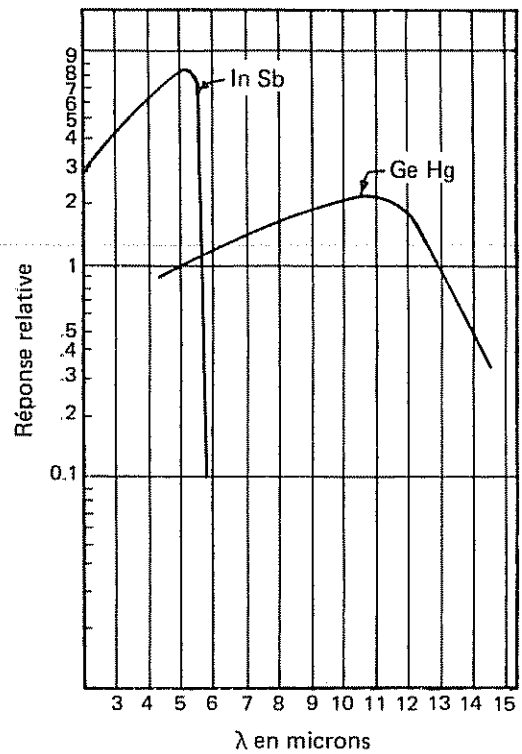


Figure 67. France : réponses spectrales relatives des cellules InSb et Ge Hg

Le signal de sortie est compris entre − 1 et + 1 volt pour pouvoir être enregistré. Cela impose un réglage de l'amplification qui se fait sur deux points :

a) Un réglage du niveau moyen, afin que le signal de sortie oscille autour d'une valeur moyenne nulle;

b) Un réglage du gain (rapport entre l'amplitude du signal de sortie et celle du signal d'entrée), de façon que le signal de sortie ne soit pas écrêté dans les parties où il aurait dû être en dehors des bornes ± 1 volt, ce qui correspond à des zones trop chaudes ou trop froides.

Ces deux réglages permettent une bonne lisibilité de la thermographie en assurant un meilleur rendu des demi-teintes, donc une meilleure discrimination relative des températures.

Il est possible d'effectuer ces réglages soit manuellement, soit automatiquement. Dans ce dernier cas, les réglages se font à partir des valeurs précédentes du signal et varient d'un endroit à l'autre d'une thermographie, ce qui empêche toute évaluation directe de température, cette évaluation ne pouvant se faire alors qu'en tenant compte de ces réglages qui doivent être enregistrés ou en se référant à une donnée indépendante comme celle fournie par le radiomètre.

Actuellement, l'enregistrement des signaux de mesure est réalisé sur bande magnétique de façon analogique (le signal est enregistré de façon continue par opposition à l'enregistrement numérique qui ne retient que les valeurs du signal prises à intervalle régulier). Un signal périodique de 54 kHz sert de référence et est enregistré sur l'une des sept pistes disponibles. Ce signal est modulé en fréquence pour les basses fréquences du signal (inférieures à 100 Hz) et enregistré sur une deuxième piste. Les fréquences supérieures à 100 Hz sont enregistrées en enregistrement direct sur une troisième piste. Enfin, une quatrième piste est utilisée pour l'enregistrement en modulation de fréquence du signal issu du radiomètre.

D'autre part est enregistré un "top" de début et un "top" de fin de balayage permettant la reconstitution de l'image à deux dimensions (voir ci-après la section sur traitement des données). On peut envisager d'utiliser les autres pistes, si nécessaire jusqu'à concurrence de 14 pistes, pour enregistrer les paramètres de vol ou pour contrôler le signal *scanner* et cela en vue d'un traitement ultérieur de l'image analysée pour une meilleure interprétation. Les bandes utilisées sont des bandes d'un demi-pouce, longues de 1 100 mètres, qui se déroulent à la vitesse de 76 centimètres/seconde, ce qui correspond à 20 minutes environ d'enregistrement.

D'autres systèmes d'enregistrement peuvent être utilisés. En particulier, il est possible de le mémoriser et de le visualiser sur un écran cathodique afin d'obtenir une image en temps réel permettant un repérage rapide des zones intéressantes et leur étude approfondie.

Le matériel de traitement des données, constitué actuellement par une baie de transcription de la bande magnétique sur film, est décrit en détail plus loin.

Mise en œuvre

L'étude des principes et des techniques utilisés pour la prise d'une thermographie permet de constater le rôle très important des conditions de prise de vue et de traitement des données dans l'interprétation finale.

Deux types de contraintes imposent la méthodologie à employer : d'abord, le choix des conditions optimales de prise de vue, non seulement pour mettre en valeur les phénomènes à étudier, mais aussi pour contrôler les résultats obtenus dans l'avion, grâce au choix des capteurs complémentaires, et au sol par le choix des "échantillons-tests". Les conditions de prise de vue dépendent beaucoup du résultat recherché, mais, d'une façon générale, nous pouvons dire que les conditions optimales sont celles qui favorisent les meilleurs différenciations de températures liées au phénomène étudié. Par exemple, lors de la recherche de sources le long du littoral, il faut que l'effet thermique superficiel de ces sources soit maximum, ce qui impose que la mer soit à marée basse, que l'époque corresponde à un maximum de débit de ces sources et que l'échelle de prise de vue soit suffisamment grande pour que ces sources quasi ponctuelles apparaissent.

Il faut d'autre part travailler de nuit pour éviter les réflexions parasites. Les conditions météorologiques peuvent également intervenir : la fonte des neiges favorise la prospection archéologique.

Traitement des données

Ayant recueilli un ensemble de données, il s'agit d'en extraire les informations intéressantes pour le spécialiste, qui interprétera ensuite les documents fournis. Dans ce domaine, le traitement se fait à l'IGN par des procédés électrophotographiques mais la solution d'avenir est sans aucun doute le traitement numérique par ordinateur. La bande magnétique enregistrée est lue par une baie de transcription qui reconstitue le signal issu de la tête de lecture et l'utilise pour moduler l'intensité d'un rayon lumineux qui simule le balayage de la prise de vue et impressionne un film de 70 millimètres, en noir et blanc. Cette simulation est assurée par les "tops" de début et de fin de balayage qui s'inscrivent lors de l'enregistrement. Le film obtenu constitue l'original de la thermographie, celui-ci pouvant être tiré sur papier, agrandi en positif ou négatif.

Certaines techniques spéciales permettent d'obtenir d'autres types de documents en filtrant le signal, c'est-à-dire en ne laissant passer qu'une certaine valeur de l'intensité pour obtenir sur le film la représentation d'une ligne d'isodensité ou, en utilisant des films couleurs et des filtres colorés, pour obtenir un document ressemblant à une carte des températures. Le signal enregistré est décomposé à l'aide de seuils électroniques qui sélectionnent un certain intervalle de hauteurs du signal. Chaque signal partiel est associé à un filtre coloré et est traduit sur le film par une certaine couleur. L'ensemble de tous les signaux partiels reconstitue le signal initial, les différentes couleurs rendant plus visibles les différentes nuances de ce signal.

L'emploi de ces documents facilite l'interprétation mais ne permet pas la quantification des phénomènes. Discuter la nécessité d'enregistrer d'une façon absolue la température du sol dépasserait le cadre de cette communication. Néanmoins, l'utilisation de méthodes numériques permettrait de rendre moins sensible les influences parasites de l'avion (corrections géométriques) et du capteur (corrections du signal). Le document final serait une image plus fidèle du terrain, permettant ainsi une interprétation plus facile.

Méthodologie

Les principes fondamentaux sont les mêmes que pour la photo-interprétation, c'est-à-dire que le document obtenu par un appareil aéroporté doit être complété par des informations recueillies sur le terrain, ces informations ayant deux buts distincts : *a*) étalonner en quelque sorte l'enregistrement pour permettre une interprétation assez poussée; et *b*) contrôler ensuite la validité, la précision de cette interprétation.

Ici le problème est rendu particulièrement difficile par la fugacité du paramètre enregistré : la température. En d'autres termes, l'aspect d'une même zone sur des photographies aériennes varie lentement avec le temps, un des phénomènes les plus rapidement variables étant, par exemple, l'aspect de la végétation au printemps. Même dans ce cas, la variation sur un petit nombre de jours est négligeable. Pour les thermographies au contraire, la variation en une heure est sensible. Il peut donc être nécessaire de faire des examens au sol rigoureusement synchronisés avec le passage de l'avion. Pour éviter que les sites de ces examens ne paraissent *a posteriori* mal choisis, une visualisation de l'enregistrement en temps réel peut être très utile.

Télédétection multispectrale

Un certain nombre de tels *scanners* peuvent être utilisés conjointement pour constituer un dispositif multispectral permettant d'enregistrer simultanément les radiations émises par le sol en différentes bandes du spectre correspondant aux longueurs d'onde non absorbées par les gaz de l'atmosphère, aux ''fenêtres'' de l'atmosphère. La comparaison des enregistrements obtenus avec différentes longueurs d'onde permet de recueillir des données que l'on ne discerne pas sur un document unique, de la même façon que la comparaison de photographies d'une même région prises simultanément sur émulsion normale panchromatique et sur émulsion infrarouge fournit davantage de renseignements qu'une photographie unique. Enfin, les différentes radiations reçues peuvent être analysées d'une façon plus fine à l'aide de spectromètres aéroportés qui étudient l'ensemble du spectre du rayonnement reçu, étalé par un réseau, en mesurant l'intensité de chaque radiation individuelle.

Ces spectres peuvent comprendre jusqu'à 17 canaux, correspondant à des longueurs d'ondes différentes allant de l'ultraviolet à l'infrarouge. Les radiations provenant de chaque point examiné par le *scanner* sont dirigées vers un prisme qui les étale selon un spectre. Des faisceaux de fibres optiques conduisent alors chacune des bandes chromatiques choisies vers des photo-multiplicateurs distincts qui permettent de mesurer l'énergie de chaque radiation élémentaire et d'obtenir ainsi la composition spectrale du rayonnement émis par les différents points du sol et transmis par l'atmosphère. Pour ces opérations, l'avion doit rester à une altitude inférieure à 3 000 mètres, la hauteur de vol la plus efficace étant de 600 mètres au-dessus du sol. Nous verrons plus loin comment ces enregistrements permettent d'identifier la signature d'un élément donné et de reconnaître ainsi sa présence dans la biosphère, même d'estimer sa concentration.

Emploi des radars

L'emploi de longueurs d'ondes beaucoup plus grandes conduit naturellement à utiliser des radars dans les bandes centimétriques, qui ont l'avantage de percer des couvertures nuageuses beaucoup plus denses que ne le permettent les radiations infrarouges.

Chacun connaît l'emploi, à présent généralisé, de ces ondes pour obtenir des images radar du terrain sous-jacent, mais leur utilisation dans l'étude de l'environnement est limitée du fait de la faible résolution des images résultant des écarts minimes de pouvoir réflecteur des différents détails du terrain frappés par les faisceaux radar à la verticale et des faibles variations de distances relatives. Au contraire, si l'on dirige les faisceaux latéralement à partir de l'avion, les distances relatives varient rapidement avec l'angle de visée, d'où augmentation de la résolution, proportionnelle à la dérivée de cette distance; d'autre part, les différents détails vont montrer des pouvoirs réflecteurs très différents et les images seront beaucoup plus contrastées. Les arêtes du terrain, par exemple, les pointes rocheuses, vont diffuser bien davantage le rayonnement radar reçu que les surfaces plates, et vont ainsi apparaître en lignes ou points brillants sur l'image, permettant des études morphologiques, tectoniques ou structurales. De même, les différentes cultures n'ont pas le même pouvoir réflecteur, non plus que les roches sèches ou humides, que les eaux calmes ou agitées, permettant une interprétation poussée des documents obtenus. Un tel dispositif, nommé ''radar latéral'', opère par balayage des régions situées de part et d'autre de la ligne de vol de l'avion; les réponses fournies par le récepteur du rayonnement réfléchi permettent d'établir un document représentant en perspective les zones de terrain avoisinant la ligne de vol. Comme en même temps les distances entre l'avion et les points du sol sont déterminées grâce à la mesure des temps de parcours des radiations, il est possible de rectifier ces vues perspectives et de les transformer en ce qu'elles seraient si elles avaient été prises à la verticale, c'est-à-dire de les rendre métriques, ce qui est évidemment d'un grand intérêt pour les applications cartographiques.

La télédétection au service de l'environnement

On peut considérer que l'étude de l'environnement n'est seulement qu'un aspect de l'aménagement du territoire. Elle consiste à éviter que cet aménagement n'amène une dégradation de la qualité de vie, soit dans ses conditions physiologiques de pureté de l'air et des eaux, de conservation et de développement des ressources naturelles, soit dans ses aspects psychologiques de protection des sites naturels et des activités de récréation, soit encore dans ses aspects intellectuels et scientifiques de protection de la faune et de la flore. Cette notion de l'environnement introduit en somme une dimension supplémentaire dans l'aménagement du territoire qui n'avait jusqu'ici que des aspects économiques.

Il faut bien se rendre compte que 80 p. 100 de la population humaine du globe occupent environ 2 p. 100 de la surface terrestre et qu'une telle concentration ne peut mener qu'à une dégradation des conditions de vie. Même dans les régions du globe à peuplement moins dense, les initiatives humaines peuvent se révéler désastreuses pour l'environnement. C'est ainsi que la formation extensive des cuirasses latéritiques des régions tropicales est favorisée par la pratique des brûlis, que l'eau des canaux d'irrigation devient le milieu véhiculaire de la bilharziose.

Il ne faudrait pas non plus exagérer dans ce sens et tomber dans certains dogmes actuels qui font preuve d'une sorte de

manichéisme excessivement critique à l'égard de l'homme, et idéaliste dans l'image de la nature, où tout ce qui est laissé à la nature est parfait et tout ce qui vient de la main de l'homme dépradateur. Il est certain qu'il existe aussi des phénomènes naturels dévastateurs, qu'il faut s'efforcer de circonscrire et, de toute façon, il n'est pas possible de revenir à un stade préindustriel. Par conséquent, il faut s'accommoder au mieux de l'industrialisation des pays développés et de la démographie galopante de ceux qui sont en voie de développement, et trouver les moyens de circonscrire les dégâts et d'en amenuiser les conséquences funestes. C'est là le rôle de la protection de l'environnement.

Or, l'IGN dispose actuellement d'un potentiel, tant en personnel qu'en matériel, qu'il peut mettre à la disposition de la nation pour l'étude de l'environnement, la gestion du patrimoine de ressources naturelles, l'établissement de bilans de ces ressources, la protection des sites et la lutte contre la pollution, toutes les pollutions. C'est là le rôle principal de ses moyens de télédétection.

Le satellite ERTS-1 : applications à la cartographie traditionnelle au 1/1 000 000 et au 1/500 000*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document begins by noting the information supplied by the satellite, goes on to describe the methodology and gives some examples of its practical application.

RESUMEN

Tras recordar las informaciones que proporciona el satélite, el documento describe la metodología y ofrece algunos ejemplos de aplicación práctica.

INTRODUCTION

Le satellite de ressources terrestres *Earth Resources Technology Satellite n° 1* (ERTS-1)[1] a été lancé le 23 juillet 1972 par la National Aeronautics and Space Administration (NASA)[2] afin de mieux connaître notre planète dans le domaine des sciences de la Terre : océanographie, géologie, hydrologie, occupation du sol . . . Des résultats très importants concernant l'inventaire des ressources naturelles ont été publiés par les investigateurs des différents programmes, mais, à notre connaissance, en France, aucune recherche n'a été réalisée concernant un aspect très intéressant de l'application du satellite à la cartographie traditionnelle pour la révision ou même la réfection des cartes à petites et moyennes échelles.

L'Institut géographique national (France) a mis en place une méthodologie à ce sujet pour la mise à jour des documents dont les échelles sont comprises entre le 1/1 000 000 et le 1/250 000.

INFORMATIONS APPORTÉES PAR LE SATELLITE ERTS-1

Sans entrer dans le détail technologique du matériel embarqué, rappelons que le satellite possède un capteur multispectral travaillant dans les longueurs d'ondes électromagnétiques du spectre visible et de l'infrarouge proche, comprises entre 500 et 1 100 nanomètres réparties sur quatre canaux. La définition au sol de l'imagerie permet de discerner des objets d'une dimension moyenne de 80 mètres et parfois inférieure par fort contraste du détail avec son environnement.

Canal 4 (500 à 600 nanomètres)

Ce canal travaille surtout dans le bleu-vert et, à ce titre, apporte une information précieuse dans le domaine de la transparence des eaux, pour la réflectance des terrains labourés ou en cours de remaniement, pour les régions glacées.

Le premier aspect, qui est important en océanographie et géomorphologie littorale, est de peu d'intérêt pour les cartes traditionnelles; le second, par contre, permet de déceler le tracé des autoroutes dans leur période de construction, celui des grands travaux de génie civil, le détail de l'évolution des zones urbaines, des zones industrielles ou d'habitat couvrant plusieurs hectares; le troisième aspect, celui des neiges et glaces éternelles, à partir d'enregistrements réalisés au milieu de l'été permet de cartographier ou de mettre à jour les cartes topographiques de haute montagne. En France, par exemple, le recul des fronts glaciaires a été de plusieurs centaines de mètres en une trentaine d'années; il est donc matérialisable sur une carte à moyenne et même à petite échelle. Signalons dans ce domaine très particulier que les grandes avalanches alpines sont même visibles.

Canal 5 (600 à 700 nanomètres)

Ce canal, travaillant surtout dans l'orangé et le rouge, fournit une information pratiquement comparable à celle de l'émulsion panchromatique.

C'est le canal idéal pour traiter la végétation naturelle et les cultures; c'est celui qui s'impose pour obtenir directement les limites des bois et des forêts, dont les contours sont traités sur toutes les cartes générales ou touristiques existantes.

Canal 6 (700 à 800 nanomètres)

Ce canal, travaillant surtout dans le rouge et l'infrarouge, enregistre une grande partie des informations précédentes concernant les aspects de végétation.

---

* Le texte original de cette communication préparé par Ch. Cazabat, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF.67/L.10.

[1] Il est remplacé actuellement par un second satellite possédant les mêmes capteurs, sous le nom de LANDSAT-2.

[2] Goddard Space Flight Center, Greenbelt (Maryland).

Dans le domaine forestier, par exemple, les arbres feuillus se trouvent mieux enregistrés que sur le canal précédent au cours de l'hiver, et, pendant l'été, il est possible parfois de les distinguer des résineux. Cet apport n'est pas négligeable.

Canal 7 (800 à 1 100 namomètres)

Ce canal correspond à peu près à l'émulsion infrarouge traditionnelle. Il permet donc de différencier les zones sèches ou brûlées des zones d'hydromorphie. Pour le sujet qui nous intéresse, il apporte des éléments précis sur l'hydrographie (plans d'eau, étangs et ballastières, tracé des rivières, méandres), canaux et aussi sur l'emprise des centres urbains et des faubourgs.

MÉTHODOLOGIE

Les bandes magnétiques décodées des canaux sont fournies par le centre de Sioux-Falls sous forme de films photographiques dont le format couvre une surface de terrain de 185 sur 185 kilomètres.

Les documents obtenus, par exemple, à l'échelle du 1/1 000 000 permettent de couvrir la totalité de la France en 40 enregistrements de format 18,5 × 18,5 centimètres. La même surface photographiée par avion à l'échelle du 1/25 000 en format 18 × 18 centimètres a nécessité plus de 95 000 clichés[3], dont les prises de vues s'étendent, par exemple, sur une période de plus de cinq ans, entre les années 1950 et 1956; un temps aussi long est généralement nécessaire pour renouveler la couverture aérienne du territoire français.

Le simple rapport entre ces différents chiffres montre l'intérêt exceptionnel du satellite ERTS pour les problèmes de révision des cartes existantes : un peu de documents à interpréter et homogénéité des enregistrements sur de grandes surfaces sont des facteurs déterminants.

Le travail se réalise en prenant l'information sur l'enregistrement dans le canal où elle se trouve enregistrée :

Planimétrie des régions glacées, des autoroutes, des zones en construction dans le canal 4;

Contour des bois, forêts, landes dans les canaux 5 et 6;

Tracé de l'hydrographie et des plans d'eau dans le canal 7.

Deux méthodes peuvent être employées, compte tenu de la qualité des enregistrements du satellite :

a) *Mise à jour à vue.* — Lorsque les documents ERTS sont de qualité moyenne ou médiocre et qu'une interprétation fine des documents est nécessaire ou bien lorsque peu de détails sont à modifier ou ajouter sur la carte, la meilleure méthode est de faire un calque de révision directement à partir du document photographique des images ERTS, mis à échelle, au 1/1 000 000 ou au 1/250 000; le travail se fait par simple superposition et reprise des contours;

b) *Mise à jour ou réfection par équidensités.* — Lorsque les documents ERTS sont de bonne qualité, l'emploi de la technique des équidensités[4] permet de réaliser très rapidement et directement les masques des planches de bois et de l'hydrographie. Il est possible, par exemple, d'obtenir à l'échelle du 1/1 000 000 et du 1/500 000 les masques nécessaires, à partir du traitement des films agrandis à ces échelles. La révision et même, dans un certain cas, la réfection de planches des zones boisées, à l'échelle du 1/250 000, sont possibles par agrandissement direct des masques au 1/500 000. Compte tenu de la finesse de l'enregistrement et du procédé des équidensités, le détail des contours est révélé avec sa plus grande fidélité.

Deux cas d'interventions réalisées dans la région de la Champagne illustrent ci-dessous ce qui vient d'être expliqué :

1. Révision de la carte de la France au 1/1 000 000 (voir figure 69);

2. Réfection de la carte de la France au 1/500 000 (voir figure 70).

Avantages de la méthode

L'emploi des images ERTS possède de nombreux avantages :

a) Le gain de temps par rapport à la mise à jour traditionnelle à partir de photographies aériennes classiques est de l'ordre de 4 à 5, et de 10 dans la méthode utilisant les équidensités;

b) Le nombre de documents à manipuler : photographies, cartes, est réduit dans des rapports compris entre 100 et 1 000, et, de ce fait, l'aspect répétitif et fastidieux du travail est évité;

c) Les documents utilisés sont de même nature et ils ont été réalisés dans les mêmes conditions, à des dates très proches; ils peuvent donc être interprétés par un seul opérateur, d'où une meilleure homogénéité;

d) Du point de vue cartographique, la finesse et la fidélité de l'image ERTS et de ses agrandissements photographiques permettent de représenter les objets à leurs dimensions exactes sans aucune des hypertrophies que l'on trouve généralement dans les cartes dressées par dérivations successives;

e) Il est possible de réaliser non seulement une révision, mais aussi une véritable réfection des documents anciens obtenus à partir de fonds hétérogènes;

f) Pour la cartographie de feuilles nouvelles en cours de rédaction à grande ou moyenne échelles dont on ne possède pas les feuilles limitrophes (c'est le cas de la carte d'Afrique au 1/200 000 par exemple), l'homogénéisation de grands ensembles est possible. Sur ces cartes topographiques mettant l'accent sur les phénomènes géomorphologiques, la nature des regs, des dunes, la valeur de l'ensablement, les phénomènes de fracturation ou d'érosion importante et même la continuité du réseau hydrographique sont interprétables sans difficulté. Le sujet à lui seul nécessiterait une publication.

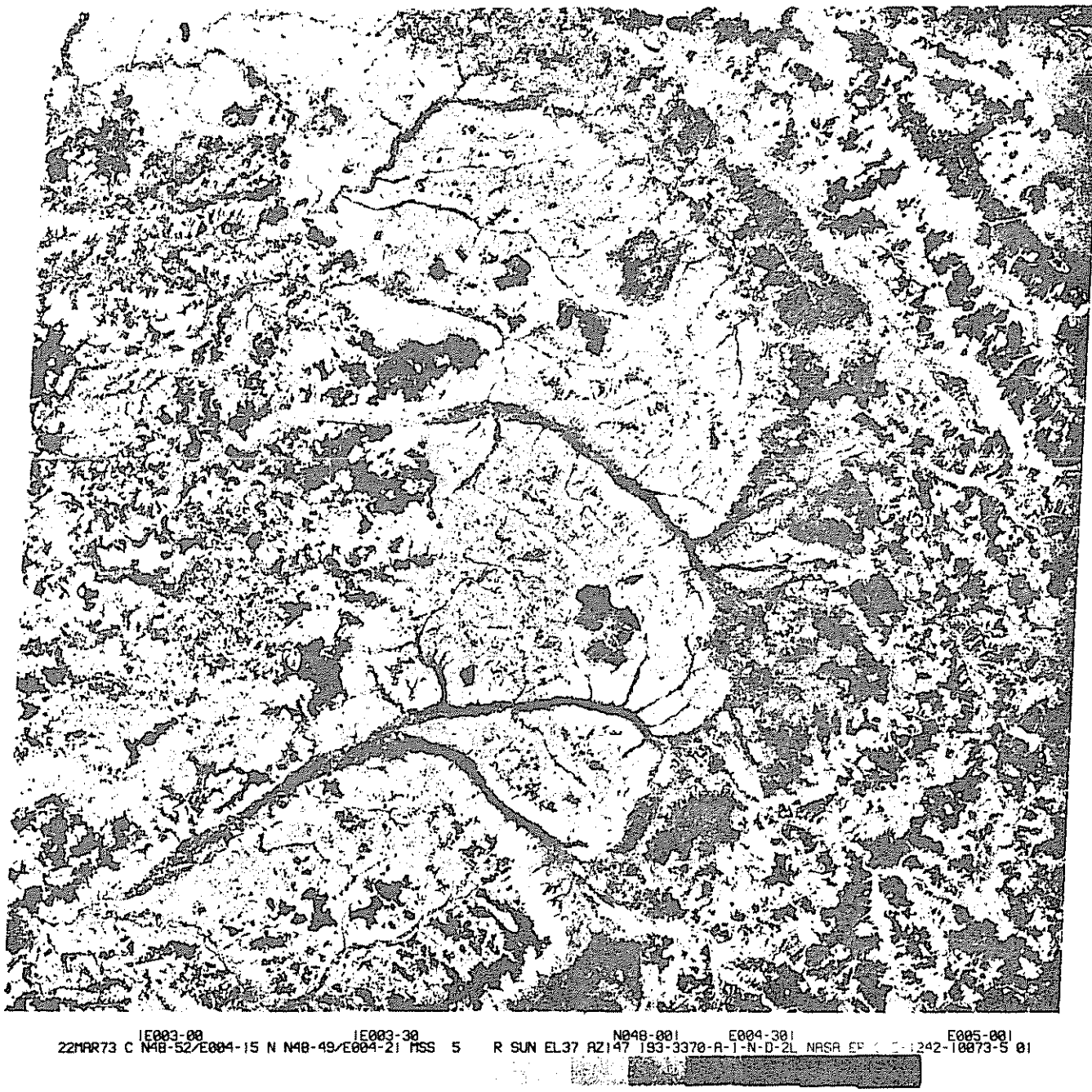
[3] En format 24 × 24 centimètres, 25 000 clichés sont nécessaires à l'échelle du 1/30 000, et environ 4 000 à l'échelle du 1/100 000 pour une surface de 550 000 kilomètres carrés.

[4] Voir Charles Cazabat et J. P. Nony, "Les équidensités colorées : applications à la photo-interprétation", *Bulletin de la Société française de photogrammétrie* (Saint-Mandé), n° 43 (juillet 1971) et Charles Cazabat, "L'intérêt de la méthode des équidensités : application au milieu littoral d'après ERTS", *Bulletin de l'Association des géographes français* (Paris), n^{os} 411 et 412 (novembre-décembre 1973)

Limites de la méthode pour la France

La méthode possède cependant certaines limites.

L'emploi des documents ERTS est fonction de la qualité des images reçues, elle-même fonction des conditions climatiques locales. En France, on ne bénéficie en moyenne que de 25 à 30 jours de temps favorable pour l'enregistrement par an; encore faut-il que le satellite passe au-dessus du pays à ce moment-là. Avec un peu de chance, on peut cependant espérer obtenir une couverture complète par an, ce qui a été à peu près réalisé en 1972-1973, bien que quelques zones n'aient pu être couvertes dans leur totalité :



2982.48x

Figure 68. France : la Champagne vue du satellite ERTS-1

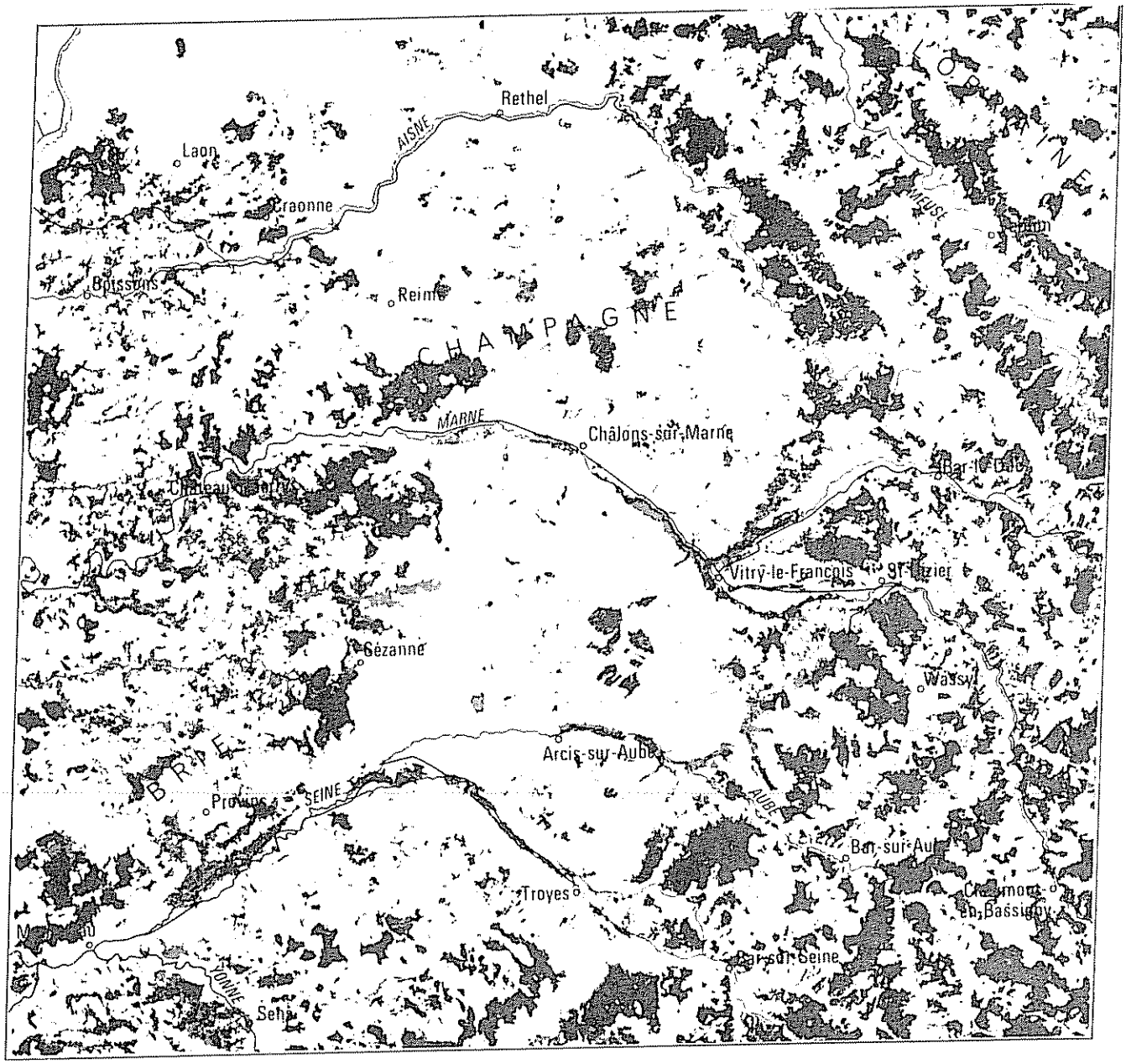
Conditions d'enregistrement : 22 mars 1973, 10 h 7 mn 30 s. Élévation du soleil : 37° Azimut du soleil : 147°. Canal 5

L'enregistrement du capteur multispectral permet à travers le canal 5 (600 à 700 nanomètres) d'obtenir une image pratiquement semblable à celle d'une émulsion panchromatique traditionnelle. Les diverses densités de gris nous montrent les auréoles du bassin parisien : le Soissonnais et la Brie, à l'ouest; la montagne de Reims et la Champagne, au centre; l'Argonne et la Côte des Bar, à l'est; avec le début de la Côte de Meuse et de la Lorraine au nord-est, de la Côte d'Or au sud-est.

embouchure de la Seine, Cotentin, Armagnac, Pyrénées centrales, ainsi que la région du Languedoc-Roussillon qui est pourtant une des plus ensoleillées de France.

Les enregistrements d'hiver sont les plus nombreux et se révèlent souvent de meilleure qualité; malheureusement, la végétation décidue y est difficile à voir et les zones montagneuses comportent des ombres portées très importantes masquant justement les bois et forêts implantés sur les ubacs (versants à l'ombre).

A part deux exemples non redressés et compensés, la métrique de l'image est bonne, en général, et un calage local sur des détails existants permet toujours d'ajuster la projection de Mercator Transverse de l'imagerie ERTS sur les projections qui sont en usage en France



2982.49x

Figure 69. France : révision de la carte de France au 1/1 000 000

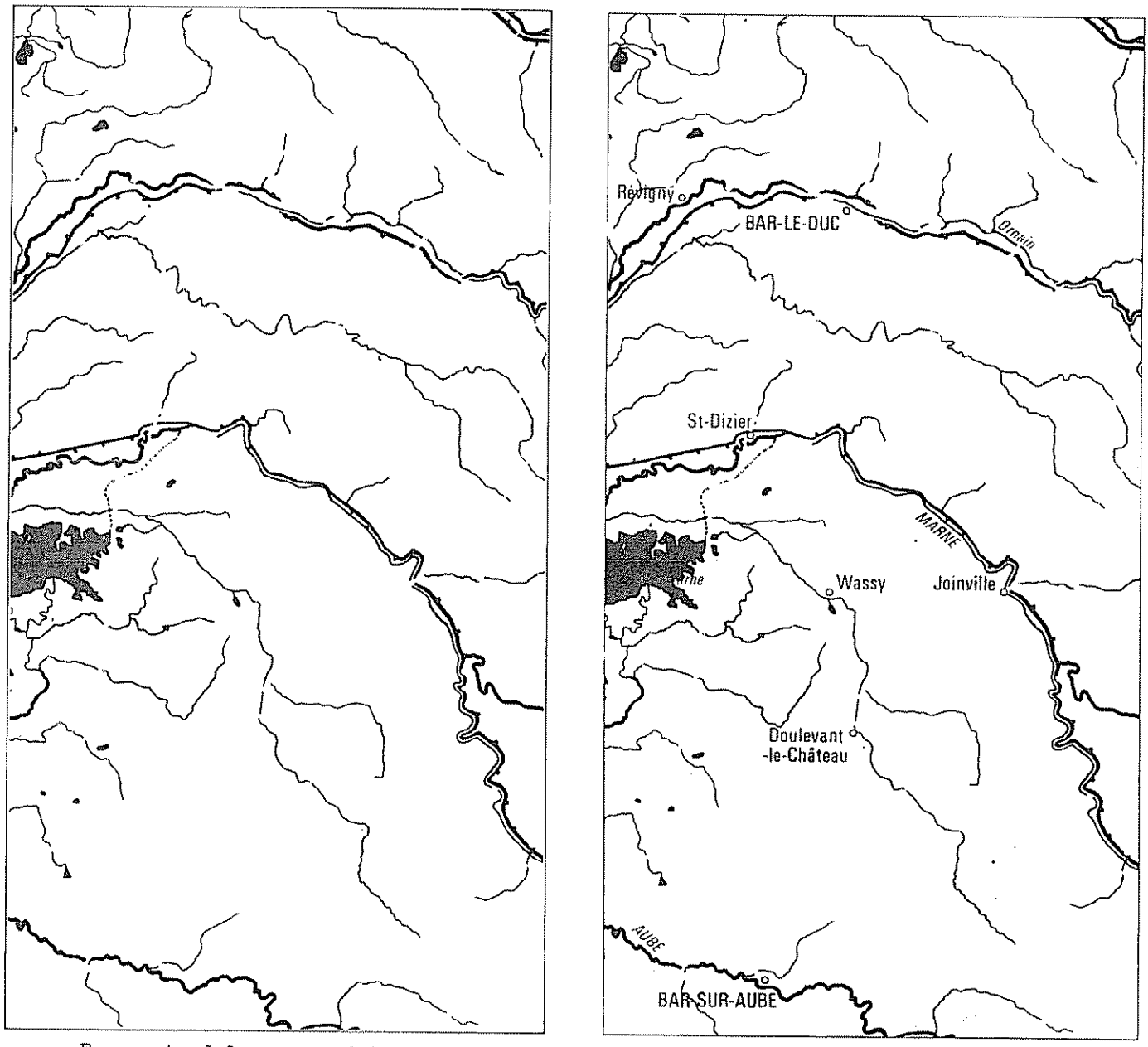
Evolution de la Champagne entre les années 1960 et 1973

La comparaison entre le fond de carte gris clair correspondant à la planche des bois de la carte de France au 1/1 000 000 et l'état actuel visible sur l'image ERTS de la Champagne, traité ici en noir, fait apparaître le changement complet des structures agricoles de cette région. Un déboisement total s'est effectué sur près de 50 kilomètres de largeur et plus de 150 kilomètres de hauteur. Au milieu des nouvelles terres cultivées subsistent seulement les camps militaires. Une mise à jour s'imposait

Conclusions

L'emploi des images obtenues par satellite et, en particulier, par ERTS rentre dans la logique de l'évolution des procédés cartographiques; il oblige le cartographe à repenser non seulement le problème de la généralisation, mais encore à découvrir ce qui peut figurer véritablement sur une carte, à une échelle donnée.

L'exploitation des données de satellites doit désormais entrer dans le cycle de formation des topographes et des cartographes.



Fragmento del mapa reelaborado

Fragmento del mapa de la OACI

2982 50x

Figure 70. France : réfection de la carte de France au 1/500 000

Région de la Côte des Bar

Dans cette région très boisée, les massifs forestiers sont restés stables; l'occupation du sol a peu évolué. La cartographie de gauche représente l'état actuel tiré directement par équidensité à partir de l'imagerie ERTS; la cartographie de droite présente le fond de carte OACI au 1/500 000. La comparaison entre les deux cartographies illustre la richesse des détails que l'on peut tirer de l'enregistrement du satellite par rapport à la généralisation hypertrophiée de la cartographie traditionnelle. La réfection a été réalisée d'une façon quasi automatique sans aucun dessin cartographique.

La fotografía aérea en Panamá*

Documento presentado por Panamá

SUMMARY

Aerial photographs have been used in the Republic of Panama in a wide variety of ways since 1946, when the territory began to be covered thoroughly with aerial photographs on various scales and the subsequent cartographic work was undertaken.

For many years, aerial photographs in Panama were made by foreign institutions and companies, until 1970, when the "Tommy Guardia" National Geographic Institute began to do this work. As a result, we now have aerial photographic coverage of approximately 80 per cent of the country.

The applications of aerial photographs in Panama can be divided into two principal areas of activity:

(*a*) Systematic use of aerial photographs in the preparation of basic maps of our country by the "Tommy Guardia" National Geographic Institute, the main user of such photographs;

(*b*) Their use in researching, planning and executing the development programmes of various public and private institutions and in the courses offered by a number of educational centres.

In the second area we should mention, *inter alia*, the following institutions: Cartography Unit of the Statistics and Census Division (Controller-General), Division of Renewable Natural Resources (Ministry of Agricultural Development), Division of Tax Assessment Surveys (Ministry of Finance), General Division of Urban Development (Ministry of Housing), Division of Mineral Resources (Ministry of Commerce and Industry), Institute of Water Resources and Electrification, University of Panama, and INGEO S.A.

RÉSUMÉ

C'est sous des formes très diverses que les documents aérophotographiques ont été utilisés au Panama à partir de 1946, année où l'on a commencé à prendre de très nombreuses photographies aériennes du territoire panaméen, à des échelles différentes, et entrepris de grands travaux cartographiques.

Pendant longtemps, les photographies aériennes du Panama ont été prises par des sociétés et des organismes étrangers, et ce n'est qu'en 1970 que l'Institut géographique national "Tommy Guardia" a commencé à effectuer ces travaux. Actuellement, la couverture aérophotographique du pays atteint 80 p. 100 de sa superficie.

Les utilisations des photographies aériennes peuvent être groupées en deux secteurs principaux :

a) Leur emploi systématique pour l'établissement de cartes de base du Panama. L'Institut géographique national "Tommy Guardia" vient ici au premier rang;

b) Leur application à l'étude, à la planification et à l'exécution des programmes de développement de divers organismes publics et privés, ainsi qu'aux programmes de certains centres d'enseignement.

Dans ce dernier cas, il convient de signaler, entre autres, les organismes suivants : la Section de cartographie de la Direction des statistiques et des recensements (Bureau du Vérificateur général des comptes), la Direction des ressources naturelles renouvelables (Ministère du développement de l'agriculture et de l'élevage), la Direction générale du cadastre (Ministère des finances), la Direction générale du développement urbain (Ministère du logement), la Direction générale des ressources minérales (Ministère du commerce et de l'industrie), l'Institut des ressources hydrauliques et de l'électrification, l'Université de Panama, et INGEO, S. A.

INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende, ante todo, presentar las diferentes aplicaciones que se le han venido dando a las fotografías aéreas en nuestro país, dentro de las actividades de planificación y ejecución de los programas de desarrollo nacional que realizan numerosas instituciones que funcionan en nuestro territorio nacional. La base fundamental de este mismo es el Cap. V de la Tesis de Grado, presentada en la Universidad de Panamá en 1974 por los autores Noé Villarreal S. y Julio E. Lasso S., bajo el nombre de *La fotografía aérea y sus aplicaciones con especial referencia en la investigación geográfica*.

BREVE HISTORIA

La utilización de las fotografías aéreas en nuestro país surgió estrechamente ligada a los mismos factores que motivaron su impulso en el resto del mundo, cuya finalidad primordial fue de tipo bélico.

Al concluir la Segunda Guerra Mundial los Estados Unidos sintieron la necesidad de contar con una cartografía del continente americano que les permitiera sus operaciones de defensa en posibles conflagraciones futuras. Por ello creó el Servicio Geodésico Interamericano como una rama del Cuerpo de Ingenieros de su Ejército y con la finalidad de coordinar, promover e impulsar los estudios cartográficos en los diferentes países de América.

A partir de 1946 se comenzó a cubrir nuestro territorio en forma intensa con fotografías a escalas diferentes y se emprenden otras grandes obras mediante la puesta en práctica de todos los avances científicos logrados por la cartografía.

Por mucho tiempo, las fotografías aéreas en nuestro país fueron tomadas por instituciones y compañías extranjeras, hasta 1970, cuando el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGN"TG") empieza a realizar tales

* El texto original de esta monografía, preparado por Noé Villarreal S., del Departamento de Geografía del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", se publicó como documento E/CONF 67/L. 29.

labores, al adquirir el equipo requerido y entrenar el personal necesario para ese efecto.

Desde esta fecha, sin olvidar los trabajos anteriores, ha sido grande la contribución brindada por el IGN"TG" hacia la obtención de un mayor cubrimiento aerofotográfico de nuestro territorio a diferentes escalas, con excepción de algunas áreas que se caracterizan por la presencia constante de nubes, mal tiempo y otros factores adversos. Estas áreas no fotografiadas se encuentran al norte de la Cordillera Central y la región oriental del país.

Observamos entonces que las funciones del IGN"TG" se han extendido en diferentes direcciones al atender y facilitar la demanda y labores de otras instituciones estatales o privadas que utilizan las fotografías aéreas.

Un nuevo impulso adquiere la fotografía aérea después de 1973, cuando el IGN"TG" adquiere un nuevo avión tipo Cessna totalmente equipado para la toma de fotografías aéreas a una mayor altura y con mayor capacidad de desplazamiento que el primero.

Aplicaciones de las fotografías aéreas en Panamá

En este sentido observamos que son varias las instituciones que utilizan tales documentos para la investigación, planificación o ejecución de sus programas de trabajo que en una u otra forma afectan positivamente nuestro desarrollo nacional. Aquí vamos a presentar brevemente las instituciones más representativas a nuestro modo de ver, y con sus respectivas labores basadas directa o indirectamente en fotografías aéreas. Es involuntaria la omisión de cualquier otra institución que realice labores de este tipo y no se mencione en el presente documento.

Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia": Ministerio de Obras Públicas

Esta institución coordina las labores referentes a la toma de fotografías aéreas y otros aspectos relacionados con la cartografía, como el levantamiento de mapas fotográficos y el mapa oficial de la República. Con sus actividades, el IGN"TG" está contribuyendo notablemente a la planificada ejecución de diversos programas de desarrollo por ser la cartografía la base de todo estudio espacial rápido y seguro, como lo exigen los tiempos actuales. Para la elaboración de sus mapas este Instituto utiliza las más modernas técnicas que incluyen el empleo sistemático de las fotografías aéreas en múltiples formas. Por esta razón, resulta ser la institución que más utiliza dichos documentos, y lo hace en una gran variedad de especialidades cartográficas, tales como fotomosaicos, planos, fotoplanos, fotomapas, pictomapas, mapas topográficos, cartas náuticas, cartas aeronáuticas, mapas temáticos, atlas, actualización de mapas y cartas y como sustitutos de los mismos en caso de que faltaren en un área determinada.

Departamento de Planificación Regional: Ministerio de Planificación y Política Económica

Entre otras funciones este Departamento traza los planes para el desarrollo regional de nuestro país, y para sus estudios estima muy conveniente la utilización de documentos cartográficos y aerofotográficos y las informaciones sinópticas que ofrecen las fotografías e imágenes espaciales. Varios son los proyectos cuyos estudios se han servido de tales documentos y el más significativo de todos es el Proyecto de Desarrollo de la Región Oriental, el cual afectará muy positivamente a un 30% de nuestro territorio nacional compuesto por los distritos de Chepo y Chimán, y por Pinogana y Chepigana, en las Provincias de Panamá y Darién respectivamente.

Sección de Cartografía de la Dirección de Estadística y Censos: Contraloría General de la República

Su función primordial es confeccionar todo el material cartográfico necesario para el levantamiento periódico de los censos nacionales pero, a la vez, el material que elabora esta Sección es también muy útil para las funciones de otras dependencias estatales e instituciones privadas. Las fotografías aéreas se utilizan aquí desde 1950 y principalmente han servido para preparar formatos de croquis que faciliten el levantamiento en el campo, especialmente en áreas de más intenso cambio. A la vez, las fotografías aéreas ampliadas son muy útiles para las labores de empadronamiento en áreas urbanas, así como también para corregir y actualizar el material cartográfico existente.

Dirección de Recursos Naturales Renovables: Ministerio de Desarrollo Agropecuario

A través de su Servicio Forestal, esta Dirección, conjuntamente con la FAO, desarrolló el Proyecto de Inventario y Demostraciones Forestales que culminó con el más grande aporte de esta institución a los estudios realizados en Panamá mediante la utilización de fotografías aéreas. Dicho inventario surgió en nuestro medio como una necesidad de incorporar rápidamente los recursos forestales a la producción nacional mediante la satisfacción a la demanda de este tipo de productos y a la vez haciendo de los bosques nuevas fuentes de trabajo. Para el estudio y evaluación de los mejores centros de aprovechamiento, nada mejor que las fotografías aéreas podía ser utilizado, debido a las ventajas que ellas ofrecen, y esto se hizo por medio de fotointerpretación y fotogrametría, conjugadas con otras técnicas de reconocimiento aéreo y terrestre, uso de mapas e imágenes de radar, preparación de herbarios, mediciones y muestreos de campo. La utilización de todas estas técnicas condujo a un abundante producción cartográfica con información sobre ubicación, superficie arbolada, especies, composición, volumen de madera, crecimiento y cantidad posible de extracción para preservar nuestra riqueza forestal.

Hoy esta institución continúa utilizando las fotografías aéreas en diversas actividades, tales como inventarios de áreas específicas, uso de la tierra, régimen de tenencia, construcción de pequeñas presas de regadío, estudios de viveros y estudios comparativos de los efectos erosivos de la degradación de los suelos y los cambios que ocurren en la vegetación.

Departamento de Suelos: Ministerio de Desarrollo Agropecuario

Este pertenece a la Dirección de Recursos Naturales Renovables y desde 1955 se vienen conociendo sus labores, aunque antes de 1968 se le conoció con otros nombres. A fines de la década del 50, este Departamento empieza a utilizar las fotografías aéreas en forma sistemática y cada vez más creciente. Al igual que los mapas topográficos, ellas han constituido la base para el levantamiento de in-

ventarios de suelos con fines agrícolas. Naturalmente que la mayor utilización de las fotografías ha sido a través de la fotointerpretación y la consignación de datos de campo. El más importante trabajo realizado por este Departamento fue su participación en el Programa Integral de Inventario de los Recursos Naturales de nuestro país, el cual se desarrolló bajo la responsabilidad de la Dirección de Catastro Rural de Tierras y Aguas.

Departamento de Catastro de la Reforma Agraria: Ministerio de Desarrollo Agropecuario

En 1965 se inició el Catastro Rural de Tierras y Aguas de la Reforma Agraria con la finalidad de realizar un inventario de los recursos naturales para suplir la falta de información exacta, objetiva y actualizada sobre la realidad nacional. La principal fuente de información para este inventario fueron las fotografías aéreas a diferentes escalas, así como también los mosaicos topográficos, mapas planimétricos, las visitas al campo, entrevistas personales con los campesinos, análisis de muestras de laboratorios y la compilación, ordenamiento e interpretación de informaciones y documentos existentes en oficinas públicas. El resultado final de ese gran esfuerzo es la valiosa información que hoy se posee en forma de mapas e informes descriptivos sobre: Catastro de Tierras Rurales, Avalúo de Propiedades Rurales, Uso de la Tierra, Geología y Geomorfología, Materiales de Construcción, Minerales no Metálicos y Fertilizantes, Drenaje y Erosión, Hidrometeorología, Aguas Subterráneas, Agropedología y Ecología, y Capacidad Agrológica de los Suelos.

Hoy, la utilización de las fotografías aéreas en este Departamento continúa especialmente en estudios relativos a tenencia y revisión del Catastro Rural en diversas áreas con la finalidad de realizar los proyectos de titulación de tierras.

Dirección General de Desarrollo Urbano: Ministerio de Vivienda

Esta dependencia estatal utiliza las fotografías aéreas como un elemento fundamental para las labores de sus secciones. Así vemos que ellas son muy útiles para determinar el uso actual del suelo, las mejores rutas para nuevas calles y carreteras, para hacer estudios comparativos del crecimiento urbano, para determinar las áreas que se afectan por los cambios de dicho crecimiento, así como también para inspeccionar áreas de posibles proyectos de crecimiento o remodelación urbana. Paralelamente a estas utilidades, las fotografías aéreas sirven para elaborar planos preliminares que posteriormente se controlan y complementan con información de campo.

Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE)

Esta institución desde hace varios años utiliza en forma muy efectiva las fotografías aéreas, ya en forma directa o ya indirectamente dentro de sus labores. Decimos que las utiliza en forma indirecta cuando traza los planes de estudio y ejecución de sus obras sobre los mapas topográficos y en forma directa su uso se refiere a las labores de fotointerpretación tendientes a determinar estructuras geológicas, fallas, buzamientos y materiales predominantes, especialmente en aquellas áreas de construcción de presas y túneles de conducción, así como también en estudios de caminos de acceso y líneas de transmisión. Por otro lado, las fotografías aéreas también contribuyen a los estudios de embalses, detección de derrumbes potenciales, detección de zonas débiles con posibilidades de filtración, y para la búsqueda de canteras y áreas cercanas con abundante material para la construcción.

Dirección de Catastro Fiscal: Ministerio de Hacienda y Tesoro

En 1969 fue creada esta Dirección con la misión de realizar la parte del Catastro correspondiente a las áreas urbanas, ya que el estudio de éstas no encajaba dentro de las funciones de la Oficina de Catastro Rural de Tierras y Aguas de la Reforma Agraria. El material básico para las labores de la Dirección de Catastro Fiscal fueron las fotografías aéreas y con ellas se emprendieron los estudios de tenencia y cálculo de los valores de inmuebles en las doce principales ciudades del país, mediante la demarcación de predios en las aerofotografías para después realizar las correspondientes mediciones de campo y elaborar los planos finales.

Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN)

Desde hace varios años esta institución utiliza las fotografías aéreas con muy buenos resultados para sus labores. Entre las principales aplicaciones que aquí han tenido ellas, mencionaremos las siguientes:

Determinar la existencia de fuentes de agua;

Estudios de factibilidad relativos a la localización de plantas de tratamiento y tanques de almacenamiento;

Estudios de la topografía de áreas específicas de proyectos;

Estudios de factibilidad de extensión de líneas de agua;

Estudios de construcción de caminos de acceso a las áreas de trabajo específico;

Estudios de fuentes de abastecimiento en áreas pequeñas;

Estudio de las áreas afectadas por la construcción o el paso de las obras;

Constatar cómo los proyectos afectan a los usuarios y exigir así el pago de valorización;

Determinar áreas de influencia para el cobro de la tasa de valorización;

Confeccionar planos de regionalización.

Otras especialidades de la cartografía, tales como fotoplanos y pictomapas, son también muy utilizados por el IDAAN debido a su precisión planimétrica y riqueza de detalles.

Dirección General de Recursos Minerales: Ministerio de Comercio e Industrias

Esta es la Institución encargada de estudiar los recursos minerales con que cuenta el país y lo hace por medio de las fotografías aéreas y métodos complementarios. Numerosos han sido los trabajos realizados por esta Dirección y entre ellos mencionamos su participación en el Proyecto de Catastro Rural de Tierras y Aguas, los Proyectos Mineros, Fotogeología de los Proyectos Hidroeléctricos de Bayano y

Fortuna, del nuevo Aeropuerto de Tocumen y otros trabajos específicos en los cuales se obtuvieron los respectivos mapas geológicos.

Instituto Panameño de Turismo (IPAT)

Esta es otra Institución que también le está dando una buena utilización a las fotografías aéreas, especialmente en los estudios de áreas específicas de interés turístico potencial, como por ejemplo: ruinas históricas, playas, montañas, lagos, etc., y también en forma de fotomosaicos murales o fotos oblicuas ampliadas, las cuales presentan al turista todas las bondades naturales de los lugares a los que se le están invitando. Asimismo, las fotografías aéreas han servido para elaborar mapas turísticos, mapas topográficos para estudios de Polos de Desarrollo Turístico y también como apoyo para la delimitación de áreas monumentales para su consiguiente restauración.

Universidad de Panamá

Aquí, las fotografías aéreas se utilizan principalmente con fines de enseñanza y su uso es relativo en las diferentes carreras que las aplican. Dentro de la Facultad de Filosofía, Letras y Educación ellas se utilizan en los laboratorios correspondientes a varias materias de Geografía Física, Geografía Humana y Cartografía, correspondientes al programa de la Licenciatura de Geografía e Historia. También es notorio agregar que el Departamento de Geografía ha ofrecido hasta el presente tres cursos de Fotointerpretación aplicada a los estudios geográficos. Por su parte, la Facultad de Ingeniería ofrece las carreras de Ingeniería Civil y Técnicos Topográficos, dentro de los cuales se utilizan las fotografías aéreas como complemento para las clases de Fotogrametría y Geología. En la Facultad de Arquitectura las fotografías aéreas se utilizan en estudios regionales de desarrollo urbano y rural, en la localización de estructuras, condiciones de suelos, vegetación, etc., así como también en tesis de desarrollo urbano. Dentro de la Facultad de Ciencias Naturales, las fotografías aéreas se han venido utilizando en la carrera de Química como complemento a los estudios de contaminación de las aguas, estudios de drenaje y detalles geológicos. Finalmente, en la Facultad de Agronomía son muy utilizadas para los estudios de suelos.

Escuela Cartográfica del IAGS-DMA

Esta Escuela está dedicada al entrenamiento de personal de diferentes países de nuestro continente, en diferentes especialidades de la cartografía. Naturalmente que es obligatorio el uso de las fotografías aéreas para cumplir tal misión. Los cursos que ofrece son fotogrametría básica y avanzada, aerotriangulación, edición fotogramétrica, clasificación de campo, cartografía básica y avanzada, control suplementario, cartografía náutica, levantamientos hidrográficos, aplicaciones de los sensores remotos y otros.

Compañía del Canal de Panamá

La División de Ingeniería de esta compañía utiliza las fotografías aéreas como material básico para sus trabajos, ya sea directamente o por medio de mapas topográficos. Fotografías periódicas contribuyen a los estudios de estabilidad de los lados del Canal, o sea, de posibles derrumbes que afecten la navegación. A la vez las fotografías aéreas tomadas desde aviones o helicópteros contribuyen a realizar estudios geológicos de drenaje de rutas de carreteras y para control del tránsito.

INGEO, S.A.

Esta es una empresa de índole privada que actualmente desarrolla trabajos de ingeniería, geodesia y fotogrametría en nuestro país, y naturalmente que apoya en buen grado sus trabajos sobre las fotografías aéreas.

New frontiers in cartographic science*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

Depuis que les premiers astronautes ont pris des photographies dans l'espace, les cartographes ont essayé de diverses manières d'utiliser pour leurs travaux les images, couvrant de larges superficies, obtenues à des altitudes orbitales. La plupart des applications réussies ont porté sur l'interprétation et le classement des traits physiographiques du sol.

Les principaux efforts des cartographes ont porté sur l'utilisation des images recueillies par les analyseurs multispectraux de LANDSAT 1 et 2. Une série expérimentale de cartes planimétriques a été établie à des échelles, dans des formats et avec des jeux de couleurs très divers. Les images se prêtent bien à l'établissement de cartes au 1/500 000,

RESUMEN

Desde que los primeros astronautas tomaron fotografías desde el espacio, los cartógrafos han ensayado distintas maneras de aplicar la visión de amplia cobertura obtenida a alturas orbitales a la cartografía práctica. La mayoría de las aplicaciones que han tenido éxito han estado relacionadas con la interpretación y clasificación de rasgos fisiográficos del terreno.

Se han hecho importantes esfuerzos en la esfera de la cartografía para utilizar las imágenes obtenidas con las barredoras multiespectrales del LANDSAT 1 y 2. Se ha producido una serie de mapas planimétricos experimentales en varias escalas y diversos formatos y colores. Las imágenes son más adecuadas para la reproducción en escala 1:500.000, pero carecen de resolución suficiente para mostrar las estructuras topográficas que normalmente se incluirían en un mapa en cualquier escala.

* The original text of this paper, prepared by Frederick J. Doyle, Research Scientist, United States Geological Survey, Washington, D.C., appeared as document E/CONF.67/L.18

mais leur résolution est insuffisante pour montrer les détails culturels qui devraient normalement figurer sur une carte quelle qu'en soit l'échelle.

Les photographies obtenues à l'aide de la chambre multispectrale S-190A de Skylab, à distance focale de 152 millimètres, se sont avérées utilisables pour l'établissement de cartes au 1/250 000. Bien que la plupart des détails culturels soient visibles, la résolution est encore insuffisante pour qu'on puisse les interpréter sans doute possible. Du fait que les vues sont prises dans plusieurs bandes, il est possible de procéder à des séparations thématiques de l'eau et de la végétation, qui sont deux catégories normalement rendues par des couleurs différentes sur les cartes standard.

La chambre S-190B de Skylab a une focale de 457 millimètres et un format de 15 × 15 centimètres. Une grande variété d'émulsions ont été utilisées à divers moments durant la mission. Les expériences de cartographie ont montré que les images pouvaient être reproduites au 1/100 000 et que la précision planimétrique était suffisante pour des cartes au 1/50 000. L'interprétation des détails culturels s'est avérée plus facile que sur les photographies prises avec la chambre S-190A.

Des techniques de traitement numériques des données vidéo ont été mises au point pour exploiter les images télévisées transmises par des engins lunaires et planétaires. Ces techniques sont maintenant utilisées avec succès pour établir, à partir des données LANDSAT, des cartes ayant un meilleur contraste chromatique et une plus grande précision géométrique.

Le prochain stade de la cartographie spatiale sera de mettre au point des systèmes ayant une meilleure résolution, permettant d'établir des documents à plus grande échelle et d'extraire des données tant topographiques que planimétriques. Dans ces systèmes, il est probable qu'au lieu de transmettre les données par des moyens électroniques, on utilisera des émulsions photographiques qui seront ramenées sur terre.

Las fotografías obtenidas con la cámara multiespectral S-190A de 152 mm de distancia focal a bordo del Skylab pueden reproducirse en escala 1:250.000. Aunque puede verse la mayoría de estructuras topográficas, la resolución es aún insuficiente para una interpretación segura. La capacidad multiespectral se ha utilizado con éxito para hacer separaciones temáticas del agua y la vegetación — dos categorías que normalmente se muestran mediante tintes en los mapas comunes.

La cámara S-190B a bordo del Skylab tenía una distancia focal de 457 mm y un formato de 15 × 15 cm. Durante la misión se expusieron diversas películas en momentos diferentes. Los experimentos cartográficos demostraron que las imágenes se podían reproducir en escala 1:100.000 y que tenían una exactitud planimétrica adecuada para mapas en escala 1:50.000. La interpretabilidad de las estructuras topográficas era mejor que con las fotografías obtenidas con la cámara S-190A.

Se ideó un método de manipulación digital de las imágenes para el procesamiento de imágenes televisadas procedentes de vehículos espaciales lunares y planetarios. Este método se está aplicando ahora con éxito a los datos de LANDSAT para producir mapas con mejor contraste de colores y mayor exactitud geométrica.

El próximo paso obvio en el desarrollo de la cartografía espacial es idear sistemas de mayor resolución adecuados para la cartografía en mayor escala y la extracción de datos cartográficos y planimétricos. Esos sistemas probablemente utilizarán películas recuperadas en lugar de la transmisión electrónica.

Introduction

The last two decades have seen two major technological advances, which are rapidly changing the operational concepts of cartographic science. The first of these is the advent of the spacecraft as a platform for collecting imagery and other sensor data about the earth, moon and other planets. The second is the development of the computational capability to handle point, line and area data in digital form.

Early earth-orbiting missions

From the beginning of the space age, men have realized that the synoptic view from orbital altitudes would be a boon to cartographers. Most of the photographs in the early earth-orbiting missions of the Mercury, Gemini and Apollo programmes were primarily documentary, but scientists were quick to point out their utility for geologic, hydrologic and geographic interpretation. Cartographers examined a few frames over Cape Canaveral and determined that the longer-focal-length pictures contained cultural detail that would be useful for revising existing 1:250,000-scale planimetric maps.

Theoretical studies and experiments conducted with aerial photographs convinced scientists that more information could be extracted if data were acquired simultaneously in several discrete spectral bands. This approach was demonstrated on the Apollo 9 earth-orbiting mission in March 1969. Three Hasselblad cameras were filtered to produce black-and-white photographs in the green, red and near-infrared bands; a fourth, identical camera carried false-color infrared film. Many experiments were conducted with these photographs to demonstrate the utility of spectral separation for thematic classification of land-surface cover.

The first real cartographic product was assembled from two frames in the red band that covered approximately the area of the standard 1-×-2-degree 1:250,000-scale quadrangle map of Phoenix, Arizona. When printed in sepia as an image base for the standard line map, the photographs provided a superb rendition of the physiographic land forms, but lacked adequate resolution to show most of the cultural features.

LANDSAT cartography

The first Earth Resources Technology Satellite, now called LANDSAT 1, was launched in July 1972. It was follow-

ed in January 1975 by an identical LANDSAT 2. These spacecraft are the first NASA satellites designed specifically to record images of the earth.

The operational sensor on LANDSATS 1 and 2 is the multispectral scanner (MSS). The characteristics of the MSS data have been widely published. Let it suffice here to summarize the parameters pertinent to cartography:

Scene coverage: 185 × 185 km;

Picture element dimensions: 56 m across track,
79 m along track;

Spectral bands: band 4, green (0.5 to 0.6 μm).
band 5, red (0.6 to 0.7 μm),
band 6, infrared (0.7 to 0.8 μm),
band 7, infrared (0.8 to 1.1 μm);

Data format: black-and-white films:
format, 70 mm,
scale 1:3,370,000;
colour infrared composite:
format, 21 cm,
scale 1:1,000,000;
computer-compatible digital tapes.

In the first flush of enthusiasm for these spacecraft, it was not unusual to hear the statement that LANDSAT "can map the entire earth every 18 days". What this really meant, of course, was that the entire earth would fall within the field of view of the LANDSAT sensors every 18 days. Cloud cover, tape-recorder limitations and access to receiving stations reduce the actual data to a very small percentage of the potential.

A broad definition of cartography would include any graphic representation of a portion of the earth's surface, and in this respect a LANDSAT scene can be considered a map. A more restricted definition of cartography includes only those products in which features are represented at a known scale and located geographically to an accuracy roughly commensurate with the resolution of the data. Each LANDSAT scene is provided with latitude-longitude indicators obtained from the spacecraft ephemeris. The accuracy of these, however, is only between 1 and 8 km, whereas the resolution of the images is about 200 m [1] Acceptable cartographic accuracy therefore requires that the image be located with respect to corresponding details on an existing map, or be adjusted to ground-control points identified on the images.

By far the major application of LANDSAT has been to the classification of terrain based upon the spectral signatures. Though LANDSAT was never designed with mapping as an objective, a number of experimental products have been made, by the United States Geological Survey and other organizations, that demonstrate the cartographic utility of the records. These include the following:

(*a*) A mosaic of five images from band 6 was prepared for the Phoenix, Arizona, 1:250,000-scale quadrangle and was overprinted with the culture and drainage from the existing line map. As with the Apollo map, land forms are nicely illustrated, but the resolution is inadequate to image the cultural features normally included on a map of this scale;

(*b*) A black-and-white mosaic was assembled for the Arizona State Base Map at scale 1:500,000 by matching 14 MSS images to detail on the existing line map. The mosaic by itself is useful for land form interpretation, but the most successful product combined the image base printed in sepia with the existing planimetric detail in standard map colours. The Arizona mosaic has also been reproduced at scale 1:1,000,000 and used as a base for a variety of topical maps;

(*c*) State Base Maps were produced for New Jersey and Florida at scale 1:500,000 in color infrared response, using a new technique of densitometry and mosaicking on film. Successful color was obtained using only two or three spectral bands. Additional State Base Maps are now in production;

(*d*) Image format maps at scale 1:500,000 in color infrared response, produced for Upper Chesapeake Bay and several scenes in Florida, eliminate the mosaicking problem by using the image scene as the format;

(*e*) Antarctic image maps at scales 1:250,000, 1:500,000 and 1:1,000,000 have been produced from single-band mosaics and attractively printed in blue ink. The lack of cultural features in Antarctic scenes and the paucity of existing maps makes LANDSAT data particularly valuable in this part of the world;

(*f*) National Ocean Survey used a density slice from infrared band 7 to produce part of the waterplate for revision of shoreline and reservoir details on the aeronautical chart of San Francisco at scale 1:500,000;

(*g*) The Surveys and Mapping Branch in Canada used LANDSAT imagery to revise roads, transmission lines and shore lines on maps at scales as large as 1:50,000. Linear features are sometimes visible on LANDSAT images, particularly when they represent new construction scars in wilderness areas;

(*h*) The Soil Conservation Service assembled mosaics of the entire United States at scale 1:1,000,000 in two spectral bands by rectifying LANDSAT images to fit the Albers Equal Area Map. These are available in sectional sheets at several scales. The two mosaics are being overlaid to produce a color composite.

As with optical-mechanical processing, most of the applications of the computer-compatible digital tapes of LANDSAT imagery have been devoted to terrain-surface classification by spectral signature recognition. In these techniques, the digitized response in each of the spectral bands is noted at "training sites" or "ground truth" sites for each of the terrain classifications to be identified within the scene. The computer then compares the multiband response at each pixel to these identified signatures. The resulting classification can then be printed out in appropriate symbols, or, more often, by colour coding. By scaling the printout to identified map control points, the resulting thematic classification may be presented as an overlay to existing maps at scales as large as 1:24,000.

Another application of the computer-compatible digital tapes has cartographic accuracy as its objective. The measured image co-ordinates of a number of ground control points within a scene are compared with the co-ordinates of

[1] The instantaneous field of view (IFOV) of the multispectral scanner on LANDSAT covers approximately 80 m at the earth's surface. Expressed as conventional photographic resolution, this is approximately equivalent to 200 m per line pair.

the same points in the desired map projection. A polynomial is then derived to fit the co-ordinates of each pixel in the original image to its position in the corrected image. Unfortunately, this procedure rarely results in a one-to-one correspondence of pixels between the input and output images. Consequently some subterfuge, such as nearest-neighbour or pixel averaging, must be employed to determine the response for each output pixel. This results in some degradation of image quality. National Map Accuracy Standards for scale 1:250,000 have been achieved in transforming LANDSAT scenes to the Universal Transverse Mercator projection and grid.

SKYLAB CARTOGRAPHY

The Earth Resources Experiment Package on Skylab contained three sensors producing image data:

S-190A six-camera multispectral photography;
S-190B high-resolution camera; and
S-192 13-band multispectral conical scanner.

A number of experiments have been conducted to demonstrate the cartographic utility of these data.

The S-190A system comprised six boresighted cameras of 152-mm focal length operating on 70-mm film. Four of the cameras exposed black-white film appropriately filtered to give spectral bands approximately the same as those from LANDSAT. The fifth and sixth cameras carried colour and colour infrared film respectively. Image scale was approximately 1:2,850,000 and ground resolution varied from 30 to 80 m, depending upon the film-filter combination.

As with LANDSAT, most of the data utilization experiments were concerned with multispectral signature analysis, but a few were directed to determine the cartographic utility of such photography. These included the following:

(*a*) The photographs were used for map revision at scales 1:250,000 and 1:1,000,000. Most of the mapworthy features can be seen and refinement is possible of such shapes as shorelines, highway alinements etc. But the resolution is generally inadequate for unequivocal classification of roads, railroads and other cultural features;

(*b*) The high-resolution film in the red band was enlarged 11.5 × to prepare an image base for a 1-×-2-degree quadrangle map at scale 1:250,000. Due to inaccuracies in the existing line map, no satisfactory overprint could be made of line detail on the image base;

(*c*) A color-composite image base at scale 1:250,000 was prepared by printing the black-white red band once in magenta and a second time in yellow, and printing the black-white infrared band in cyan. The resulting product is nearly identical to the conventional-color infrared response, and is achieved without the necessity of making color separations from the color infrared film;

(*d*) A number of attempts were made in South American countries to use the S-190A photographs for original compilation and revision of planimetric maps. Most of these were at scale 1:100,000. Physiographic features are usually easily identifiable, and planimetric accuracy is adequate for this scale, but the resolution of the photography is marginal for classification of cultural features.

The S-190B camera had a 457-mm focal length and 15-×-15-cm format Black-and-white, colour and colour infrared films were used at various times during the mission and ground resolution varied from about 10 to 30 m.

Cartographic experiments with S-190B photography included the following:

(*a*) A black-and-white image base map at scale 1:100,000 was prepared from a single frame of colour film over Sonoma County, California, and carried an overprint of the existing line map;

(*b*) A black-and-white image base map of Connecticut was produced at scale 1:125,000. In order to achieve full coverage it was necessary to use both colour and colour infrared frames and to fill in a few holes with high-altitude aerial photography;

(*c*) Single frames of color infrared photographs were enlarged to form image maps of Hartford, Connecticut, at scales 1:100,000 and 1:50,000. Resolution is marginal for reproduction at the larger scale;

(*d*) In South American countries, the S-190B photographs were used with an affine solution in conventional plotting instruments to perform new map compilation and revision at scales 1:100,000 and 1:50,000 with acceptable accuracy. Interpretability of cultural features is appreciably better than with S-190A photographs.

The S-192 multispectral-scanner data has not yet been used for the production of any cartographic products. However, digital analysis of the 13 bands has proved useful for terrain classification. Also, the spectral band from 1.55 to 1.75 μm (outside the range of conventional lenses and films) has proved to provide superior delineation and separation of water, culture and vegetation.

CONCLUSIONS ON SPACE CARTOGRAPHY

Three years of cartographic experimentation with LANDSAT and Skylab sensor data lead to several conclusions:

(*a*) Manned, multipurpose spacecraft are an ineffective means of acquiring the systematic image coverage required for cartographic applications, whereas dedicated long-life spacecraft in near-polar orbits are essential;

(*b*) The most efficient use of space sensor records is to use the imagery directly as a cartographic base, rather than transform it into conventional line-and-symbol maps;

(*c*) Transmitted scanner imagery of approximately 200-m resolution (as from LANDSAT and S-192) provides a useful image base to portray physiographic features at scales 1:250,000 and smaller, but is generally inadequate to portray cultural features;

(*d*) A line overprint of cultural and drainage features is necessary for adequate interpretation of these features on image maps at scales of about 1:50,000 and smaller;

(*e*) Adequate resolution for high-quality reproduction at scale 1:50,000 has been obtained from space (S-190B) and the same may easily be foreseen at scale 1:20,000;

(*f*) Multispectral space data collection is useful for interpretation of terrain-surface characteristics, and holds promise for semi-automated preparation of water and vegetation separates for mapping. But it is of little help in interpretation and mapping of cultural features as these are normally shown on maps;

(*g*) For maximum utility of multiband data, the bands must be acquired simultaneously, but separately rather than combined, as with color infrared film;

(*h*) The imagery most useful for cartographic applications may be in a spectral band (1.55 to 1.75 μm on S-192) outside the range of conventional lenses and films.

Future space systems

There is undoubtedly a continuing demand for small-scale cartographic products, and this demand is accelerating because of the compatibility of these products with the imagery now available from LANDSAT. NASA is responding to this demand with the approval of LANDSAT C and the initiation of studies to determine what the parameters should be for an eventual LANDSAT D. Some improvement in resolution—perhaps doubling—is foreseen, as is the addition of a fifth spectral band in the thermal infrared.

However, every demand for small-scale maps is followed by the caveat that this not be at the expense of continuing production of large-scale standard topographic maps. The solutions to real-world problems—of planning, land-use, resource development and environmental preservation —require current topographic maps at scales 1:20,000, 1:50,000 and 1:100,000. Thus there is a need for systems providing image resolution of 2 to 10 m, with stereobase commensurate with the compilation of 2-to-10-metre contours. Such resolution, with the geometric integrity required for mapping over the large areas required to justify using a space system rather than high-altitude aircraft, would impose a data load that transcends, the capability of any foreseeable transmission system. Therefore a system is implied that would provide for physical recovery of original, high-resolution camera film from orbit.

As long ago as 1967, a study by the National Academy of Sciences recommended a film-return system operating from an unmanned spacecraft in a circular orbit at about 200 km altitude. The parameters of the recommended system included:

(*a*) Terrain camera, 30 cm focal length, with 23 × 46 cm format;

(*b*) Panoramic camera, 60 cm focal length, with 108° sweep and 25° convergence;

(*c*) Two stellar cameras, of unspecified configuration; and

(*d*) Laser altimeter, with 1-to-2-metre accuracy.

The Academy anticipated that this combination would permit the compilation of line and image base maps at scales up to 1:20,000 with perhaps 5-metre contours. Based on experience, some of these parameters might now be changed, but the validity of the basic approach has been demonstrated by a similar system flown on Apollo lunar missions 15, 16 and 17.

The next NASA programme is the Space Shuttle, and NASA has conducted a number of studies of how such a system might be implemented. The most attractive approach is the Low Cost Modular Spacecraft (LCMS), a dedicated, long life, photographic spacecraft launched and serviced by the Shuttle.

Despite the documented requirements and the obvious technical feasibility, there is no approved project to develop such a system. There are two reasons for this inactivity. The first is a lack of policy as to which organization would fund and operate the system. NASA's charter is to conduct experiments, but the proposed system would clearly be operational rather than experimental. Of all the federal agencies that might be expected to use the data, no one has emerged as a clear leader. And there is no viable mechanism for an industrial consortium to build, launch and service the spacecraft and distribute the pictures obtained.

The second impediment to the development of a competent space imaging system is the "spy-in-the-sky" syndrome. The family of nations may not yet appreciate that the availability of high-quality space data for all types of development and management far outweigh any possible adverse impact on national security or economic exploitation.

The United Nations itself is clearly ambivalent on this question. On the one hand we have recommendations submitted to the General Assembly by the United Nations Interregional Seminar on the Applications of Geodetic and Remote Sensing Data from Satellites. Paragraph 24 reads:

> "On the basis of experimental programmes such as Skylab and Salyut, it was noted that more useful data for cartographic and possibly topographic purposes can be obtained from spacecraft by using metric cameras and suitable film-filter combination."

And paragraph 27 (*c*) says:

> "Consideration should be given to improving the resolution and geometric fidelity of spacecraft imagery in order to meet cartographic requirements at larger scales."

But these are the recommendations submitted by cartographers.

On the other hand are position statements submitted to the Legal Subcommittee of the United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. One of these was introduced by Brazil and Argentina, and a second by France and the Soviet Union. Their substance is:

(1) That no nation shall conduct remote-sensing activities over a second nation without the second nation's approval, and

(2) That no nation shall release remote-sensing information about a second nation to a third nation without the second nation's approval.

These are the politicians talking. An unfavourable United Nations resolution could effectively prohibit NASA from conducting a useful worldwide high-resolution image data collection programme, or even inhibit systems designed to obtain coverage of the United States. There is, after all, no technological means of stopping a remote sensor at national borders. Current policy is to wait until these political questions are settled before undertaking new developments of high-resolution systems.

Digital cartography

The hardware and software for digital processing of cartographic data extracted either from existing maps or from photogrammetric stereomodels has been described elsewhere. Suffice it to say here that experimental systems have demonstrated that computer-controlled drafting machines have demonstrated the ability to produce line maps

that are nearly indistinguishable in quality from those prepared by the most skilled cartographers. Furthermore, the digital cartographic data itself is proving most useful for a wide variety of analytical problems.

Planetary Cartography

It is in the field of planetary cartography that the interface between image data and digital processing has reached its highest sophistication.

The missions of Mariner 9 to Mars and Mariner 10 to Venus and Mercury both carried two long-focal-length television cameras. Each picture consists of 700 lines with 832 pixels per line. Each pixel is represented by a digital 9-bit number proportional to the image density. This digital data was transmitted to the NASA Deep Space Network receiving stations and recorded on magnetic tape. All further operations on the image data were performed digitally. Computer algorithms were developed to perform the following functions:

(*a*) Identification of television frames and extraction from the telemetry stream;

(*b*) Detection and correction of isolated bit-error spikes in picture telemetry;

(*c*) Formatting of raw data frames for film-recorder playback;

(*d*) Shading correction for variable photometric response of vidicon, based upon preflight calibration;

(*e*) Linear enhancement of contrast within each frame;

(*f*) Enhancement of local contrast by subtracting local weighted average intensity from each picture element and normalizing the result;

(*g*) Detection and elimination of reseau marks and blemishes;

(*h*) Suppression of vertical noise pattern by automatic gain control;

(*i*) Interpolation of missing image data;

(*j*) Correction of geometric distortion on the basis of calibrated reseau point locations;

(*k*) Correction of residual image;

(*l*) Compensation for in-flight camera operating temperature by photometric correction;

(*m*) Orthographic rectification, map projection and scaling, utilizing camera altitude and pointing data;

(*n*) Mosaicking of adjacent frames;

(*o*) Image-density contouring;

(*p*) Correlation of time-separated pictures of the same area; and

(*q*) Differencing of time-separated pictures, to determine changes.

In addition to these image-manipulation algorithms, the computer system also produces project-control information:

(*r*) Plotting of picture footprints on reference graticule;

(*s*) Cataloguing of picture data; and

(*t*) Generation of navigation-data parameters.

Complete coverage of the planet Mars is being compiled on a series of maps at scale 1:5,000,000. In addition, several sites of particular scientific interest are being compiled at scale 1:1,000,000. This series will be completed in 1976.

Although photographic coverage of Mercury by Mariner 10 is not as complete as that for Mars, a similar set of maps for Mercury is being compiled.

Despite the elegance of the digital processing, the final base map is painstakingly compiled by skilled artists using an airbrush. The position and detailed morphology of the planetary features are interpreted from the computer-assembled mosaic map sheets. But the artist must transform these to a uniform north-west illumination for final presentation. Thus, for the time being at least, the human cartographer has not yet been replaced by the machine.

Conclusion

Spacecraft are already providing image data for mapping the earth at scales smaller than 1:250,000, and the technological capability has been demonstrated for mapping at scales as large as 1:20,000. Digital processing of imagery shows potential for rapid cartographic compilation and revision. The combination of these two developments will make it possible to conduct mapping in the most logical sequence: from small-scale, generalized maps of entire planets to detailed, large-scale maps of selected areas. It becomes possible to conceive of a system in which cartographic image or line data is stored digitally, updated nearly automatically whenever new imagery becomes available and printed out, on demand, as a completely correct and current map at the desired scale.

AGENDA ITEM 9

A modern World Aeronautical Chart (WAC) concept: the Visual Flight Rule (VFR) radio navigation chart*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

La carte aéronautique du monde (CAM) a été introduite pour la première fois en 1943 pour les opérations aériennes menées à l'aide d'avions de vitesse moyenne ou élevée volant à haute altitude sur de longues distances. La CAM actuelle ne diffère de la première carte de ce type que par le format. La conception fondamentale de la carte en ce qui concerne les indications qui y figurent et les techniques utilisées pour les représenter reste inchangée pour l'essentiel, bien que d'importants progrès aient été réalisés dans les procédures opérationnelles et les systèmes de navigation.

Ce document propose une CAM modernisée pour répondre aux besoins actuels des pilotes volant à haute altitude à bord d'appareils rapides dotés de systèmes de navigation électroniques perfectionnés, dans un espace aérien encombré.

RESUMEN

La Carta Aeronáutica Mundial (WAC) se introdujo por primera vez en 1943 para las operaciones aéreas de aeronaves de velocidad media y alta que recorrían grandes distancias a gran altura. La WAC actual difiere de la original sólo en el formato. El concepto básico del contenido de la Carta y las técnicas de representación básicamente no han variado, aunque ha habido notables adelantos en los procedimientos operacionales y los sistemas de navegación.

En este trabajo se propone una WAC modernizada para satisfacer las necesidades actuales de los pilotos que manejan aeronaves de alta velocidad y gran altura con modernos sistemas de navegación electrónica en condiciones en que las operaciones de control del tráfico aéreo son muy complejas.

The legends of winged men and men riding on the backs of winged animals give evidence of man's early dreams of flying. It was Leonardo da Vinci, however, who first detailed in drawings the concept of "flying machines"; thus began the real promise of human flight.

The first "flying machine", the hot-air balloon, was a device that lifted man into space and held him suspended, while air currents dictated his direction and speed. The first hot-air balloon was unmanned, but it gave impetus to a technology that evolved into the airship, the aeroplane, the helicopter and, beyond flight, to the space ship.

With flight, the need also came to determine position, speed and direction, ans thus to develop aerial navigation. A map was a necessary tool by which to navigate. The early balloonist needed little else, limited as he was to control of his flight only by vertical movements to gain or avoid air currents. The noiseless machine permitted the balloonist to rely on natural sounds for navigation—the barely audible sounds of sluggish streams, the roar of waterfalls, pastoral sonority and city cacophony. These sounds could be related to aural detail, deliberately selected and annotated to aid the navigator in relating sound to terrain. The wealth of detail that came from these annotations of sounds, and the great improvement in navigation that was thereby made possible, exemplifies the cartographer's selection, for depiction on his charts, of the information best suited to meet the needs of the navigator using a specific mode of transportation.

The magnetic compass, one of the oldest navigational instruments, is still standard equipment on all aircraft. However, instead of being the primary navigational instrument, as it once was, the magnetic compass is now used as back-up, to verify the output of the more sophisticated electronic navigational instrumentation. The most sophisticated include such computer-driven systems as area navigation, with inputs from DR, VORs, DMEs, LORAN A and C, OMEGA and/or DOPPLER.

The Italian Government is credited with the design and use, during the First World War, of the first air-navigation chart, at scale 1:250,000. At that time the Allied Air Forces had not recognized the need for charts specifically designed for air operations, using Army ground maps instead. The Air Commerce Act of 1926 authorized the Coast and Geodetic Survey, now the National Ocean Survey, to provide charts "as adequate for air navigation" as those it then provided for ocean navigation. Prior to this act, strip charts were produced by the Army for military and postal use. It was the military who, in 1943, authorized the production of the first World Aeronautical Chart (WAC) at scale 1:1,000,000. This series was for all land areas of the world. The Coast and Geodetic Survey published the first WAC of the United States in 1943 for both military and civil use.

These first WACs adequately fulfilled the civil operational requirements for flight by what would then have been medium-speed aircraft (130 knots), at high altitudes (12,000

* The original text of this paper, prepared by Captain James P. Randall, Associate Director, Office of Aeronautical Charting and Cartography, National Ocean Survey, appeared as document E/CONF.67/L.3

feet or less) over long distances (800 nautical miles) and for navigation primarily by pilotage. The United States was still largely rural; cultural features changed slowly. Low-frequency radio aids were few and were just becoming standard equipment on aircraft, for use primarily as backup to Visual Flight Rule (VFR) pilotage. Accordingly, the first WACs were formatted at a size of 22 in. × 28 in. for ease of handling in the very small cockpits common to the day. They portrayed an abundance of landmark information to satisfy visual contact navigation. They also delineated and identified the configurations of the earth's surface and prominent land forms, including elevations. This was accomplished by contour lines, spot elevations and a system of hypsometric tints. Such landmark features as roads, railroads, drainages and city outlines were shown in the standard conventions of the period. The aeronautical data were added to this. Included as aeronautical data were features that also served as visual aids, such as airports and lighted navigational aids, low-frequency stations (as they became available) and obstructions. The non-visual features were airways and areas for which special operating procedures were required. Special symbolization and portrayal techniques for aeronautical data had to be developed because portrayal conventions were then nonexistent.

It is important to note that then, as now, aeronautical data and base information were treated as separate chart entities. Aeronautical data was and still is referred to as the "aeronautical overprint". From 1943 until 1965 no significant changes were made to the series; only the addition of vast quantities of information, both base and aeronautical, showed any accommodation to improved technology. In 1966 the visual chart series, including the WAC series, was modified on the basis of reducing the cost of the government charting effort by combining civil and military requirements, where practical, into a single product that would satisfy both needs. The evaluation was performed by a committee of technical people from the three concerned agencies: the Department of Commerce, National Ocean Survey (NOS); the Federal Aviation Administration (FAA); and the Department of Defense (DOD). This committee was named the Interagency Air Cartographic Committee (IACC). Specifications for the chart products were developed by working groups within IACC. Out of this body a common set of specifications were developed for most aeronautical joint use products.

The World Aeronautical Chart and the Operational Navigation Charts differed in format and in the content of aeronautical data. The military format is a large 40 in.-×-60 in. sheet, printed on one side only, with an abbreviated "aeronautical overprint" containing data of a stable nature to preserve the life of the chart. The civil format is a 20 in.-×-60 in. chart, printed on both sides to cover the same area as the military version, which folds to 5 in.-×-10 in. and includes an extensive "aeronautical overprint" requiring more frequent revision. Except for changes in format, the content of the civil WAC was unchanged. Within WAC, IACC was successful only in eliminating duplication of the maintenance of the topographic base information. Both charts used the same reproducible material for this information, but each prepared and maintained reproducibles for their individual "aeronautical overprints".

IACC specifications for the civil "aeronautical overprint" are quite rigid and provide little flexibility in selecting aeronautical data. However, the specifications for base data are less rigid and provide much latitude to the cartographer for the removal or selection of data. These conditions combined to determine the present status of WAC, wherein aeronautical data has precedence over base data. When the overprint and the base are in conflict, the base data is removed.

Perhaps the steady decline in WAC sales in recent years should have provided the clue that the chart was no longer serving the purpose for which it was designed. This fact, together with a long-standing conviction on the part of NOS that a modernization of WAC was overdue, was the impetus that in 1969 initiated a project to develop a chart for modern-day VFR air operations, which typically utilize radio navigation as the primary navigational source, verified by visual landmarks on the surface of the earth.

The basic design concept was a chart portraying only significant and prominent earth and cultural features while detailing, to the greatest extent possible, radio-navigation, communications and air-space data. Included in the design was the requirement to satisfy operational requirements for area navigation (RNAV) systems. These systems permit direct terminal-to-terminal navigation with the creation of any number of "phantom" navaids or "waypoints" along the route, to act in the manner of the real navaid. The airborne RNAV systems require bearing and distance from VORTAC stations to create the waypoints. The chart incorporates design features that readily provide these data for direct input into the RNAV system. The chart content represents an objective approach to presentation. Constraints on the use of traditional symbols and colours were dismissed in order to achieve the optimum presentation in accordance with the purpose of the chart. Some of the major features of the chart are the following:

(*a*) A detailed shaded relief presents the configuration of the terrain more accurately than do the contours of hypsometric-tint techniques;

(*b*) Major highway systems and prominent drainage features are charted;

(*c*) Cities and built-up areas are shown in the same colour as the roads, to emphasize that these areas also have a heavy concentration of street and road patterns;

(*d*) Obstructions are categorized by height. Those below 500 ft above ground level have the smallest symbols and their heights are omitted; obstacles 500 ft to 1,000 ft in height have the distinctive high tower symbol, with heights indicated;

(*e*) Direct airways (as designated in the Low Altitude Airway structure) are shown in their entirety, with all associated information;

(*f*) The airway centre lines are specially designed to provide input data to RNAV systems. Any plotted course line between two terminals will, in most instances, intersect airway centre lines. These intersections are easily converted to waypoints on the RNAV system (by reading the value of the radial intersecting the course-line divisions of the airway centre lines) and provide the distance in whole-nautical-mile values;

(*g*) An air-to-ground voice communications tabulation is included in the margin of the chart, containing tower,

approach-control, ground-control and other associated frequencies for airports shown on the chart;

(*h*) The application of colour was optimized to present data clearly, to emphasize critical information, to associate related information and to provide a cartographic entity that is aesthetically pleasing and functionally effective.

NOS is optimistic that this chart will receive full acceptance from the aviation community and will ultimately replace WAC. This opinion was substantiated by the enthusiastic comments of users when the first experimental chart was issued in September 1974.

During the development of this chart the importance of presenting terrain and obstacle-clearance information in conjunction with aeronautical information was recognized and that information was included. The importance of this factor became even more apparent with the series of recent air accidents related to failure to clear terrain and obstacles.

A second prototype has been produced, incorporating the results of an evaluation received from the first prototype. This chart will be given wider distribution by NOS and FAA prior to its final acceptance as an operational product.

The United States Department of Defense Flight Information Publication (FLIP) programme*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

Le programme de publication d'informations de vol (FLIP) du Département de la défense des Etats-Unis a pour objet de fournir des informations de vol à jour et exactes pour les opérations des avions militaires des Etats-Unis. Les documents FLIP sont produits pour tous les espaces aériens libres du monde et ils sont en général mis à la disposition des organismes étrangers qui coopèrent à leur réalisation et vendus au public par le National Ocean Survey (NOS) du Département du commerce.

Le programme FLIP est conçu pour aider trois phases de vol différentes : la préparation du plan de vol, le vol proprement dit et les opérations en région terminale. La communication décrit de façon détaillée les documents produits par la Defense Mapping Agency (DMA) pour chacune de ces trois phases de vol.

La DMA centralise la production des documents FLIP pour le monde entier et a délégué la responsabilité de cette production à l'un de ses services, l'Aerospace Center, situé à St. Louis dans le Missouri. La production des documents FLIP pour les Caraïbes et l'Amérique du Sud est confiée à un autre organisme de la DMA, l'Inter American Geodetic Survey (IAGS), dans la zone du Canal de Panama. L'IAGS appuie l'Aerospace Center en travaillant activement à recueillir les données nécessaires.

Les FLIP se périment rapidement et doivent donc être révisés et reproduits à intervalles nettement plus fréquents que les autres documents cartographiques. Les FLIP pour les Caraïbes et l'Amérique du Sud sont, par exemple, réédités toutes les huit semaines. Entre deux éditions, les informations nouvelles considérées comme essentielles à la sécurité aérienne sont envoyées aux bureaux d'exploitation des bases aériennes sous forme d'avis aux navigateurs (NOTAM) transmis télégraphiquement. Les nouvelles informations importantes nécessitant une présentation graphique ou exigeant que des mesures soient prises rapidement pour répondre à un besoin opérationnel urgent sont préparées sous forme d'avis à l'aviation militaire, les Military

RESUMEN

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos tiene un programa en virtud del cual publica información de vuelo (Flight Information Publication) (FLIP) para asegurar que, en todas las operaciones en las que participen, las aeronaves oficiales de los Estados Unidos reciban información de vuelo exacta y cuando la necesitan. Las FLIP, que se producen para todas las zonas de vuelos libres del mundo, se ofrecen a los organismos extranjeros cooperadores; las vende al público la Dirección Nacional de Estudios Oceánicos del Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

El programa FLIP se ha proyectado para apoyar las tres fases de los vuelos: la planificación del vuelo, las operaciones en ruta y las operaciones en la terminal. La monografía proporciona descripciones detalladas de las publicaciones del Organismo Cartográfico de Defensa (DMA) para dar apoyo a cada una de esas tres fases del vuelo.

La responsabilidad de la producción de FLIP para todo el mundo corresponde en primer término al Organismo Cartográfico de Defensa, que la delega al Centro Aeroespacial de San Luis, Missouri, Estados Unidos de América. La responsabilidad de publicar las FLIP para el Caribe y América del Sur está a su vez delegada en el Servicio Geodésico Interamericano del Organismo Cartográfico de Defensa, en la zona del Canal de Panamá. El Servicio Geodésico Interamericano colabora con el Centro Aeroespacial mediante un activo programa de adquisición de datos básicos.

Las FLIP son sumamente dinámicas y en consecuencia deben revisarse y volverse a publicar a intervalos relativamente cortos en comparación con los de la producción de otros mapas y cartas. Por ejemplo, las publicaciones FLIP para la zona del Caribe y América del Sur aparecen cada ocho semanas. Entre las fechas de publicación, toda información aérea que se considere de interés crítico para la seguridad de los vuelos se difunde mediante avisos a los aviadores (Notices to Airmen) (NOTAM) transmitidos por vía eléctrica. Toda nueva información importante que requiere una representación gráfica para satisfacer un requisito operacional urgente se transmite por Avisos a la Aviación Militar (Military Aviation Notices) (MAN) que se despachan sin dilación al piloto. El proceso básico de produc-

* The original text of this paper, prepared by Norman L. Levine, Defense Mapping Agency, appeared as document E/CONF.67/L.4.

Aviation Notices (MAN), qui sont transmis aux pilotes. Fondamentalement, le processus de production des FLIP n'a guère subi de modifications ces 20 dernières années. Cependant, les progrès de l'automatisation permettent maintenant d'appliquer les techniques de traitement électronique des données au programme FLIP. Un système pilote, le Automated Air Information Production System (AAIPS), système automatisé de production d'informations aériennes, est mis actuellement au point à l'Aerospace Center de la DMA; il devrait entrer en service en 1978 et être pleinement opérationnel au 1er octobre 1979. La communication rappelle également la contribution précieuse qu'apporte l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). L'OACI, créée officiellement en mai 1947, a élaboré les critères observés actuellement par l'aviation civile internationale et a activement encouragé l'uniformisation des méthodes de diffusion des informations aéronautiques. L'OACI demeure le principal artisan, notamment grâce à son action réglementaire, de la normalisation internationale des règles de vol et de l'adoption de pratiques et procédures recommandées. Heureusement, tous les pays du monde occidental sont membres de l'OACI et ils suivent ses directives relatives au contenu et à la présentation générale des documents nationaux en matière d'information aéronautique.

La DMA est fière de la responsabilité qu'elle assume envers le Département de la défense des Etats-Unis et l'aviation dans son ensemble en participant à la production des FLIP. Cependant, il est bien évident que la qualité d'un document FLIP donné dépend de celle des informations qu'il contient. La DMA est donc tributaire de la coopération constante, dont elle se félicite, des pays latino-américains, qui mettent à sa disposition leurs documents nationaux d'information aéronautique.

ción de las FLIP ha cambiado poco en los últimos 20 años, pero el adelanto actual de la tecnología de la automatización está conduciendo a la aplicación práctica de los sistemas de elaboración automática de datos al programa FLIP. En el Centro Aeroespacial del Organismo Cartográfico de Defensa se está desarrollando ahora un sistema experimental de producción automatizada de información aérea (Automated Air Information Production System) (AAIPS) que se proyecta introducir paulatinamente en 1978 para que esté en pleno funcionamiento al 1° de octubre de 1979.

En la monografía se reconoce también la eficaz tarea que realiza la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). La OACI, establecida oficialmente en mayo de 1947, ha desarrollado las normas de aviación civil internacional existentes y trabaja activamente en pro de la uniformidad de la difusión de información aeronaútica. La OACI es la autoridad reglamentaria que fomenta la normalización internacional de las normas de vuelo y de las prácticas y los procedimientos recomendados. Afortunadamente todos los países del hemisferio occidental son miembros de la OACI y en la publicación de información aérea de carácter nacional siguen las directrices de este organismo sobre especificaciones y formatos.

El Organismo Cartográfico de Defensa se enorgullece del modo como cumple sus responsabilidades para con el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y la aviación en general, a través de su participación en la tarea de producción de las FLIP. Sin embargo, la calidad de las FLIP sólo es tan buena como la información que se le proporciona para producirlas. El Organismo Cartográfico de Defensa, en consecuencia, depende de la cooperación permanente de los países latinoamericanos que le proporcionan información aérea actualizada de carácter nacional, cooperación que agradece profundamente.

The purpose of the United States Department of Defense (DoD) Flight Information Publication (FLIP) programme is to assure that timely and accurate flight information will be provided to the United States military aviation community. FLIPs are produced for all free-flying areas of the world and fulfil the operational requirements for flight information established by the United States military services. In this regard, the United States is very dependent upon national contributions of air-space information from many national aviation authorities. Without these significant contributions of basic aeronautical source materials, we would be unable to produce reliable products to ensure the flying safety of our military aviators.

The FLIP programme is designed according to the concept that there are three separate phases of flight: flight planning, *en-route* operations and terminal operations. It follows, therefore, that the FLIP programme includes a Planning Document, Enroute Charts and Terminal Instrument Approach Procedures. In addition, where the requirement exists, Instrument Departure Procedures are produced. In effect, this set of charts and publications contains all the information required for planning and executing a flight.

Prior to take-off, the pilot must consult the FLIP Planning Document in conjunction with *en-route* and terminal publications. The Planning Document is designed for desk use at Air Base Operations offices. It includes a General Planning Section, with information common to flights throughout the free world. Such information includes an explanation of the divisions of air space, flight plans and codes, pilot procedures, International Civil Aviation Organization (ICAO) procedures, meteorological data, time signal information, a glossary of terms and abbreviations and world-wide conversion tables.

The remainder of the FLIP Planning Document is entitled "Area Planning" and contains information tailored to a break-out of three specific world areas: North and South America, Europe-Africa-Middle East and Pacific-Australasia-Antarctica. Area Planning Sections covering each of these geographic areas contain regional and national procedures, control restrictions and special-use air space, where flying is prohibited or restricted or where there exists a hazard to flight.

A supplemental Area Planning Section is devoted to the United States, and describes military training routes, refuelling tracks and areas and related procedural information.

The FLIP Planning Document is largely textual, with graphic pages included for clarity or for ready reference to complex information. Each section, 8 × 11 inches in size, is staple-bound and republished with revisions in its entirety every 12 or 16 weeks. To maintain the currency of information between publication up-dates, scheduled "Planning Change Notices" (PCNs) are issued. Another method used to keep the pilot informed on important or critical FLIP

changes is the "Notice to Airmen" (NOTAM), issued in the form of teletype messages from Central NOTAM Facilities to concerned United States Base Operations Offices located throughout the free world.

Posted at selected Base Operations Offices in the United States and the European theatre are Wall Planning Charts, which cover the geographic areas of Europe, North Africa, the Middle East and the conterminous United States. These charts contain the basic network of national air-space information required for preliminary flight planning, such as primary navigational aids, airways, special-use air space and primary aerodromes.

For the *en-route* phase of a flight, certain FLIP products were designed and are published for use in the cockpit. The *en-route* package includes Low-Altitude Enroute Charts, High-Altitude Enroute Charts, selected Area Charts and a textual and graphic Supplement to the charts. These products are used by United States military flight crews to execute Instrument Flight Rule (IFR) *en-route* operations. Enroute Low-Altitude Charts are produced for IFR flights below 18,000 feet mean sea level. Each package is tailored to portray a specific geographic region of the world. One such package is the Caribbean and South America (C and SA) FLIP. Seventeen variable-scale charts, printed front-to-back on nine sheets, are required to portray the low-altitude system for the C and SA geographical FLIP package. Each chart is a graphic depiction and identification of the airways, radio facilities, airfields, air space restrictions, flight altitudes etc. that are required to navigate from point to point.

Enroute High-Altitude Charts are produced for IFR operations above 18,000 feet and contain the airways structure and related data required for flights at the higher altitudes. The Enroute High-Altitude coverage for C and SA includes six charts at a constant scale of 1 inch = 55 nautical miles, printed front-to-back. (These charts may be jointed or overlapped for additional use as a wall planning chart.)

Large-Scale Area Charts are produced to complement the Low- and High-Altitude Enroute FLIPs. These are enlargements of specific areas of heavy or intense air traffic. Such areas include the approach coverages to Mexico City, Bogota, Buenos Aires, Lima, Rio de Janeiro and Panama. These graphics are printed on one sheet front and back with area coverage also of Guatemala City, Miami-to-Nassau and Puerto Rico. The large-scale format of these charts provides the pilot with a detailed ready-reference to numerous air-traffic-control features required upon his departure from the *en-route* structure to his approach to these specific terminal areas.

Each of the 13 Enroute and Area Chart sheets is folded to 5 × 10 inches for convenient hand carrying in a single open-end cardboard container.

The companion C and SA FLIP publication to the Enroute and Area Charts is the "Enroute Supplement", a bound booklet of approximately 275 pages, 5 × 10 inches in size. The Enroute Supplement is an alphabetical aerodrome/facility directory and contains a wide variety of descriptive information relating to aerodrome operations and services at more than 2,500 aerodromes located throughout the Caribbean and South American areas. The Supplement also contains some aerodrome sketches, Visual Flight Rules (VFR) data, position reporting and procedures that support the Enroute and Area Charts.

To accommodate the third or terminal phase of flight, High- and Low-Altitude Terminal Books are published. These contain the Instrument Approach Procedures (IAPs), which portray in graphic and textual format the regulatory approach, descent and landing instructions for the pilot. High-altitude procedures are prepared on selected aerodromes that maintain the necessary facilities and operations for instrument landing of high-performance aircraft. Since procedures vary to meet the performance characteristics of various types of aircraft, Low-Altitude Terminal Graphics are also prepared for use in landing conventional aircraft. Terminal books are bound and are approximately 5× 8 inches in size.

The Flight Information Publications are of a highly dynamic nature and must, therefore, be produced on a relatively short cycle as compared with other mapping and charting products. FLIP products tailored to the Caribbean and South America are republished in their entirety, with revisions, every eight weeks. For each issue, approximately 60 per cent of the "Enroute Supplement" pages require changes, and 20 per cent of the Enroute and Terminal Charts are revised. Each FLIP issue reflects firm effective dates, to confine the use of a given FLIP product during its published time frame. Between publication cycles, information changes considered critical to flying safety are dispatched to concerned Air Base Operations Offices via electrically transmitted Notices to Airmen (NOTAMs). Significant changes and new information, which require a graphic presentation or dictate a quick response to meet an urgent operational requirement, are prepared as Military Aviation Notices (MANs). MANs are expedited to the pilot through established distribution channels

Production responsibility for the majority of FLIP products, world-wide, is centralized and delegated by the Defense Mapping Agency (DMA) to its Aerospace Center (DMAAC), located in St. Louis, Missouri, United States of America. One departure from this centralized concept, however, is the production of the Caribbean and South America FLIPs. This responsibility is assigned to another DMA component, the Inter-American Geodetic Survey, Flight Information Division (IAGS/FID). FID, located in the Panama Canal Zone, was formerly an office within the organization of DMAAC and still works closely with the Aerospace Center in support of the FLIP programme. FID is actively engaged in the acquisition of C and SA area national source material, and processes all sources received for input into the FLIP programme. Such processing includes (*a*) an analysis and assessment of each item of information, (*b*) determination of its specific or common application to various FLIP products and (*c*) composition of selected data in preparing textual "Flight Information Lists" (FILs) or graphic compilations. Source material is processed on a day-to-day basis, while FILS and compilation copy are forwarded periodically by FID to the Aerospace Center and a United States commercial contractor for follow-on production. In the application of FIL changes to the Enroute Supplement, the majority of the information is maintained on data cards (one line of text per card) suitable for development of reproduction copy through use of a sequential camera. Other portions of the graphic and textual pages are maintained on clear film separations. Information changes

are applied through use of wax-backed stripping film. Stripping film is also used to apply data changes to the Enroute and Terminal Charts. Photo services and preparation of new negatives follow, and the newly revised FLIP products are then printed and distributed.

The production pipeline is a continuing and demanding cycle of firm completion-date milestones. For example, the last FIL (information) for application to C and SA FLIP products with effective dates 25 March-19 May 1976 must be transmitted by FID in Panama to the United States by 1200 hours, 8 March. Negative maintenance and photo services must be completed 48 hours later, with transfer of all negatives to printing on 10 March. Distribution of the final FLIP products from the United States must be made on 16 March to ensure timely receipt by all users throughout the Caribbean and South America area by 24 March. During the printing phase of that FLIP issue, the Flight Information Division will have started their source processing for input to the subsequent FLIP issue, effective 20 May 1976; thus, another production cycle is started and will be repeated every eight weeks.

The basic production process for the FLIP has been characterized by little change over the past 20 years. However, the development of automation technology to the current state of the art now permits a practical application of electronic data processing to the FLIP programme. A pilot system, referred to as the Automated Air Information Production System (AAIPS), is now in the development stage at DMA's Aerospace Center. The AAIPS will include three subsystems, one of which is the publishing subsystem addressed to the FLIP programme. Several automated FLIP data banks will be created from manual records, with storage of textual data on Immediate Access Storage (IAS) devices. Analysts processing source material will input FLIP information changes directly to the IAS. Concurrently, data input will be displayed on a cathode ray tube (CRT) console for an editing function by the analyst, permitting corrections at the time of entry. Output from this subsystem will be formatted for acceptance into the charting subsystem, a photocomposition device for creation of ready-for-reproduction negatives.

Earlier DMA studies and economic analysis concluded that the automated system will be both productive and cost-effective. Current plans project a system-development effort during the latter half of 1976 and throughout 1977 and 1978, followed by an operational phase-in period. The system should be fully operational by 1 October 1979.

The Defense Mapping Agency takes pride in its responsibility to the Department of Defense and to the aviation community at large for its part in production of Flight Information Publications. FLIP products are so widely used in the planning and execution of day-to-day flight operations throughout the world that the DMA effort represents an indispensable contribution to United States military flying safety. Yet it must be recognized that the quality of any given FLIP product is only as good as the information contained in that product. Addressing specifically the quality of the Caribbean and South America FLIPs, DMA is directly dependent upon each Latin American State and upon the national air information end products produced by each State, as the information from these products represents the principal aeronautical content of the C and SA FLIPs.

In voicing recognition of Latin American States for their contribution and their co-operation with DMA, attention should also be addressed to the International Civil Aviation Organization (ICAO). This organization, officially established in May 1947, developed the existing international civil aviation standards and actively promoted uniformity in methods of collection and dissemination of aeronautical information. ICAO, governed by an elected Council, still functions as the impetus and regulatory authority for international standardization of flight rules and recommended practices and procedures.

In the interest of flying safety, the International Civil Aviation Organization solicits the membership of all nations of the world. All the Latin American States, as well as the United States and Canada, are member nations. In keeping with ICAO provisions, each State is obligated to publish aeronautical information concerning its own territory and to ensure that this information is adequate, accurate and timely. The many States of Latin America follow the ICAO guide for specifications and format in their production of national products, specifically Aeronautical Information Publications (AIPs), NOTAMs and Air Information Circulars (AICs).

Aeronautical information that is both of a lasting character and essential to air navigation is included in the AIPs. Each AIP is a self-contained document and is published in loose-leaf form. The normal method of amendment is by means of replacement pages. Amendments are unscheduled and are issued as required to maintain the currency of the AIP.

Information concerning the establishment of, condition of or change in any air facility, service, procedure or hazard, the timely knowledge of which is essential to the safe conduct of flying operations, must be disseminated by NOTAM. If the NOTAM information is of a temporary nature and cannot be made available on a timely basis by the issue of an AIP amendment, the NOTAM must be originated and issued promptly through specified international NOTAM offices for transmittal over a telecommunications network. If, however, NOTAM information can be planned and issued at least 28 days in advance of the effective date of the information, NOTAMs may be printed for dissemination under the AIRAC regulated system. AIRAC is an acronym for Aeronautical Information Regulation and Control. Other information, which does not qualify under the specifications for the AIP or NOTAM, is distributed by means of an Aeronautical Information Circular (AIC).

With due regard to the importance of the vast amount of information published by Latin American States, DMA is most dependent upon the timely receipt of information by FLIP production elements, IAGS/FID in Panama and the Aerospace Center in the United States. Expeditious mailing of AIP Amendments and printed NOTAMs is greatly appreciated by DMA as assurance towards timely incorporation in the C and SA FLIP, commensurate with the effective dates of new information or changes in information.

ICAO air-traffic-control and related procedures are also recognized by the United States military and, in conjunction with military operations, they work closely with the United States civil aviation authority, the Federal Aviation Administration (FAA). Where feasible, DoD FLIP requirements and civil flight information requirements are combined to create joint civil-military United States Government FLIP products. This arrangement, of course, is limited to the

conterminous United States and areas outside the conterminous United States where the FAA has jurisdiction. It may be appropriate at this point to briefly mention that within the conterminous United States and Alaska, United States military forces and the general civil aviation community are provided with common specification flight information products to meet the requirements of both military and civil flight operations. These products, virtually identical in format to the DoD FLIPs, are published and distributed to civil users by the National Ocean Survey (NOS), an agency of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the United States Department of Commerce. The National Ocean Survey also acts as the centralized sales and distribution agent for all DoD and United States Government flight-information publications and aeronautical charts to United States civilian, civil non-government organizations and civil agencies of friendly foreign Governments.

DoD FLIP production elements of the Defense Mapping Agency receive copies of published AIPs and Amendments, NOTAMs and Aeronautical Information Circulars through bilateral informal exchange arrangements. Such arrangements are consummated between the United States Inter-American Geodetic Survey/Flight Information Division in Panama and the respective Director of Civil Aviation or other designated authority of each Latin American State. The normal bilateral exchange provides for automatic DMA distribution of DoD Caribbean and South America FLIP products with reciprocal distribution by the designated State authority for national flight information products.

In conclusion, information may be defined as "the communication or reception of knowledge". In broad terms, the DoD Flight Information Publication programme is synonymous with this definition; our only additional requirement is that this information be disseminated in the most timely and expeditious manner possible.

DMA, through the production of the FLIP, serves as the medium between producers of national flight information and the United States military pilot engaged in operational flights throughout the free-flying areas of the world. Since FLIP products generally are produced on a 56-day-cycle basis, the process of acquiring, maintaining and applying informational changes that will be effective in subsequent FLIP products is a continuous process. As stated earlier with respect to the Caribbean and South America FLIP, DMA depends upon and is very appreciative of the timely support rendered by the Latin American States in their contribution to the FLIP programme and to international flying safety. This spirit of co-operation in exchanging raw flight information and finished flight-information products in accordance with specifications and formats as prescribed by the ICAO has greatly facilitated DMA's use of this information and products in production of the C and SA FLIP. In effect, flying safety could well have been the theme for this paper in describing the DoD FLIP programme as a co-operative effort. In this context, DMA recognizes that flying safety throughout the free-flying areas of the world is the responsibility of each nation, and that its achievement is the culmination of all nations working together.

The map sheets of the world map (1:2,500,000) for South America*

Paper presented by the German Democratic Republic

RÉSUMÉ

Entre 1963 et 1970, le Service géodésique de la République démocratique allemande a produit la première édition des 26 feuilles de la carte du monde au 1/2 500 000 pour l'Amérique du Sud. Ces feuilles font partie d'une importante série de cartes produites par les services géodésiques de la Bulgarie, de la Hongrie, de la Pologne, de la République démocratique allemande, de la Roumanie, de l'Union des Républiques socialistes soviétiques et de la Tchécoslovaquie. Cette série de cartes a été achevée en 1975.

A partir des documents de base, trois types de cartes ont été établis : des cartes thématiques (utilisation générale), des cartes des ressources naturelles et des cartes destinées aux sciences sociales. D'une manière générale, tous les traits importants nécessaires à la cartographie générale et thématique (hydrographie, relief, sol et végétation, habitat, réseaux de communications, frontières, noms géographiques et autres symboles cartographiques) ont été représentés.

Afin de garantir une généralisation et une présentation uniformes, une planche régionale de symboles a été établie

RESUMEN

Durante el período de 1963 a 1970 el Servicio Geodésico de la República Democrática Alemana publicó la primera edición de las 26 láminas cartográficas de la serie del Mapa Mundial en escala 1:2.500.000 correspondiente a América del Sur. Estas láminas forman parte de una importante serie cartográfica preparada por los servicios geodésicos de Bulgaria, la República Democrática Alemana, Hungría, Polonia, Rumania, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y Checoslovaquia. La serie se completó en 1975. Basándose en los documentos básicos disponibles para la edición, se prepararon tres tipos de mapas: mapas temáticos (mapas de contenido general), y mapas de cartografía compleja en las esferas de las ciencias naturales y las ciencias sociales. En general se han indicado todas las características importantes nęcesarias en una cartografía general y temática (hidrografía, orografía, vegetación, zonas pobladas, redes de comunicación, límites, nombres geográficos y otros elementos cartográficos).

Para asegurar una representación uniforme y estandarizada se preparó una lista de símbolos regionales convencionales para América del Sur y se transmitió a las oficinas de editoriales una serie de instrucciones concretas y específicas para cada lámina cartográfica. Como fuente inicial de

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L.35

pour l'Amérique du Sud avec pour chaque feuille un plan spécial destiné aux services de rédaction, comportant des instructions pratiques précises. Parmi les éléments utilisés au départ, figuraient la carte internationale du monde au 1/1 000 000, certaines autres cartes à plus grande échelle et un grand nombre de données cartographiques, géographiques et statistiques récentes.

La carte du monde au 1/2 500 000 est publiée à la fois en feuilles uniques et en pochettes de plusieurs feuilles classées par continent ou autres territoires. Le Bureau central de topographie et de cartographie de la République démocratique allemande publie la pochette consacrée à l'Amérique latine, qui comprend 23 feuilles réalisées en RDA, et sept feuilles — couvrant l'Amérique centrale — réalisées en Hongrie.

Cette série de cartes peut être utilisée soit comme carte globale pour l'établissement de cartes géographiques et thématiques, comme carte de base ou comme source d'informations générales.

datos se usaron el Mapa Internacional del Mundo, en escala 1:1.000.000, datos de otros mapas dibujados en escalas más grandes y numerosas fuentes cartográficas, geográficas y estadísticas actualizadas.

El Mapa Mundial 1:2.500.000 se publica en láminas separadas y en juegos especiales de mapas clasificados por continentes y otras divisiones territoriales. La oficina central de la Dirección Topográfica y Cartográfica de la República Democrática Alemana publica un juego de mapas de América Latina que contiene 23 láminas cartográficas preparadas en la República Democrática Alemana y siete láminas cartográficas de América Central preparadas en Hungría.

Esta serie de mapas mundiales puede utilizarse como mapas básicos para la preparación de mapas geográficos y temáticos y como fuente general de información.

During the period from 1963 to 1970 the Geodetic Service of the German Democratic Republic produced the first edition of the 26 map sheets of the world map (1:2,500,000) for South America. These map sheets are part of a great map series for the entire earth. This map series is being produced by the state Geodetic Services of the People's Republic of Bulgaria, the German Democratic Republic, the People's Republic of Poland, the Socialist Republic of Romania, the Union of Soviet Socialist Republics, the Czechoslovak Socialist Republic and the Hungarian People's Republic. The activities involved in producing the first edition were finished in 1975; map sheets for North and Central America were produced by the Geodetic Service of the Hungarian People's Republic.

How did this team-work among the geodetic services of the socialist States come into being? As early as 1956 the Soviet Union made a proposal for making a 1:2,500,000-scale world map. This proposal, however, did not find immediate support. At the suggestion of the Hungarian cartographer Prof. Dr. Rado in 1958, the initiative for making such a map series was then taken by the above-mentioned geodetic services. The idea was then realized in a relatively short time. The editorial cartographic preparations lasted until 1963. In 1964 the first maps were presented to the international public on the occasion of the twentieth General Assembly of the International Geographical Union in London. After another twelve years of hard work on the part of the geodetic services of the socialist States, the first complete, uniform world map series is now in hand. It comprises 234 main sheets and 26 overlapping sheets.

The 1:2,500,000 world map has been made for the entire surface of the earth, i.e., for oceans and bordering seas as well as for the Arctic and Antarctic. The publishers have characterized the map's purpose and aims as follows:

"The world map series 1:2,500,000 is a general topographic map designed according to uniform principles for the entire Earth's surface. Corresponding to scale, it should give a survey of all physical, political and economic relationships on the Earth. It can be used as a basic global map for making geographic and thematic maps, as a scientific base map and as a general information source" (from "Instruction concerning the designing of the world map 1:2,500,000").

With this map series, the publishers satisfy many needs and meet the old demand for a uniform map series of the entire earth's surface. They also want to contribute to cartographic science by representing the earth according to uniform, up-to-date scientific knowledge and methods of map editing. Now such additional problems must be solved as revision and perfection of the world map, its use as a basic map for thematic mappings and its application in small-scale cartography, as well as the scientific analysis of its information content. Thus, not only can this map series be used as initial material in cartographic production, but it is also a new source for research due to its enormous abundance of qualitative and quantitative data about the earth.

In order to promote the use of this world map in global thematic mapping, three types of basic maps have been developed. The map series can therefore be used as a foundation both for the mapping of natural-scientific knowledge and facts and for the registration of social and economic relationships. In general, the world map has been printed in 12 standard colours. The various types of basic maps are also multicoloured, but they do not contain areas of colour serving as symbols. They are made as a basic map for thematic mapping (general content, with a maximum of content density); natural-scientific thematic maps; and social-scientific maps. These variants are produced during the same print order, with no additional expense.

The map content has been designed on the basis of a style sheet and a series of working instructions. These basic editorial documents specify the figures and requirements for the quality of the map sheets and contain detailed working instructions for generalization and representation, taking advantage of the most up-to-date knowledge and experience. In the treatment of these map sheets the most current materials available were used in order to achieve uniformity and high quality. All cartographic activities followed these basic editorial requirements, and observance of the principles therein has been compulsory for all producers of this map series.

The content of the world map, classified into its component elements, consists of all important objects necessary both for a general map and for thematic mapping. The following have been represented:

(*a*) *Hydrogaphy*: shore-lines, cataracts, rapids, irrigation and drainage canals, stagnant waters, flooded areas, springs, coral reefs, isobaths and depth values;

(*b*) *Relief*: isohypses (represented for 16 different height values), spot heights, lava fields, passes, glaciers, inland ice and pack-ice borders;

(*c*) *Soil and vegetation*: mangrove coasts, marshes, salt-marshes and deserts;

(*d*) *Inhabited places*: classified into six intervals;

(*e*) *Communication networks*: main railway lines and other railways, ferries, tunnels, motorways and transit roads, main roads, navigable channels (for tonnage of more and less than 1,000 tons), limits of navigability, harbours and airports;

(*f*) *Boundaries*: international boundaries, frontiers of colonies, trust areas, protectorates and administrative frontiers of the first order and borders of national parks and national trust properties;

(*g*) *Other cartographic symbols*: including historic ruins and walls;

(*h*) *Geographic names, etc.*: a wide range of names printed as map lettering, marginal information with graticule (including minute division), index data, administrative diagram, index to adjoining sheets and other particulars.

The following basic editorial documents were the foundation for making the map sheets of the 1:2,500,000 world map for South America:

(*a*) Style sheet;

(*b*) Instructions concerning the lettering of geographic names;

(*c*) Instructions concerning the representation of settlement densities;

(*d*) Instructions concerning the representation of relief;

(*e*) List of rectangular co-ordinates of projection points; and

(*f*) Sheet index giving the numbering system and the designation of the sheets.

On the basis of these editorial basic documents a regional style sheet for South America has been worked out, aimed at ensuring uniform generalization and representation. Among other things it includes a geographic characterization with directions for generalization, and an analysis of the initial and additional materials. This permits uniform generalization and representation of the physical-geographical region between the Andes and the Atlantic coast, as well as of north-south differences within the region. For each map sheet a special plan was worked out for the editorial office, with specific concrete instructions. Because of the high requirements laid down in the basic documents, special attention had to be given to the analysis of the initial and additional materials. Ensuring the freshness and reliability of these materials became a main problem in making the sheets for South America. The original intention was to use the 1:1,000,000 International Map of the World (IMW) as initial material. But many of the IMW sheets for South America were more than 20 years old. Thus the content was out of date. We were forced, therefore, to work with a lot of additional materials. In part we had to begin with the generalization of initial materials drawn at larger scales (e.g., 1:500 000). Thus, the content of the 1:2,500,000 world map series for South America was not taken over schematically from other maps on the same scale; rather, it was gained through generalization from large-scale maps, with due attention to the principles and criteria stated in the editorial documents. In addition, a great deal of current cartographic, geographic and statistical sources were used, thanks to the creative achievements of the cartographers concerned. Edge matching and group control supported the uniform representation of the topographic objects.

The geodetic services of the socialist countries involved in manufacturing the 1:2,500,000 world map series decided to issue the map sheets also in special folders, classified according to continent or other territory. The Geodetic Service of the German Democratic Republic issues the folder "Latin America", comprising 23 map sheets produced in the German Democratic Republic and seven map sheets of Central America produced in Hungary.

The activities connected with making this world map series are continuing, with the main tasks at present being revision of the map series and perfection of the map-making process.

Soviet Cartographers' participation in the compilation of great international cartographic works*

Paper presented by the Union of Soviet Socialist Republics

RÉSUMÉ

LA CARTE DU MONDE AU 1/2 500 000

Avec le développement de la cartographie thématique, la nécessité d'une carte du monde uniforme et complète s'est fait sentir. Par conséquent, en 1959, la Bulgarie, la Hongrie, la Pologne, la République démocratique allemande, la Roumanie, la Tchécoslovaquie et l'Union des Républiques

RESUMEN

EL MAPA DEL MUNDO EN ESCALA 1:2.500.000

Con el desarrollo de la cartografía temática, surgió la necesidad de contar con un mapa del mundo completo y uniforme. En consecuencia, en 1959, Bulgaria, Checoslovaquia, la República Democrática Alemana, Hungría, Polonia, Rumania y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas comenzaron, en colaboración, la producción de un mapa del mundo en escala 1:2.500.000. Ya se ha comple-

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L.42

socialistes soviétiques (URSS) ont commencé à unir leurs efforts pour établir une carte du monde au 1/2 500 000. Actuellement, on a terminé la préparation et la rédaction et on finira bientôt d'imprimer les dernières feuilles.

De par sa composition, la carte du monde au 1/2 500 000 est une carte géographique; en tant que carte géographique et spécialisée, elle peut servir de base à différents travaux scientifiques et à d'autres fins particulières. Pour préparer la carte, on a choisi deux projections coniques équidistantes pour la région située entre 64° de latitude nord et 64° de latitude sud, et une projection azimutale pour les régions situées entre 60° et 90° de latitude nord et sud.

Cette carte est composée de feuilles correspondant au système de découpage de la carte internationale du monde au 1/1 000 000. Les éléments de la carte sont divisés en huit groupes : zones peuplées; centres administratifs; frontières; routes; hydrographie; relief; végétation et sols; et divers. Des symboles uniformes ont été utilisés pour toutes les feuilles.

Celles-ci sont imprimées en 12 couleurs normalisées.

Atlas géologique et géophysique de l'océan Indien

Conformément à la décision de l'UNESCO, l'Union soviétique a établi et publié en 1975 un Atlas géologique et géophysique de l'océan Indien. Il s'agit là de la première expérience de préparation en coopération internationale, d'un atlas pour une région de l'océan mondial aussi étendu. La République fédérale d'Allemagne, les Etats-Unis, l'Afrique du Sud, le Royaume-Uni et l'Union soviétique ont collaboré pour dresser cet atlas qui est fondé largement sur des documents recueillis au cours de l'Expédition internationale dans l'océan Indien (1959-1965).

On peut regrouper les données géologiques et géophysiques présentées dans l'Atlas en neuf sections fondamentales : 1) état de la couverture cartographique; 2) relief des fonds marins; 3) photographie des fonds marins; 4) anomalies magnétiques; 5) champs de gravité; 6) courants thermiques; 7) activité sismique et volcans actifs; 8) couches sédimentaires et affleurements des roches de fond; et 9) sédiments de fonds marins et substances lourdes.

L'Atlas est publié en russe et en anglais.

tado el proceso de compilación y edición y dentro de poco se imprimirá la última de las hojas.

El mapa del mundo en escala 1:2.500.000 es, conceptualmente, un mapa geográfico. Como mapa geográfico y mapa con fines especiales puede servir de base para muchos otros trabajos científicos y tareas especiales. Para compilar el mapa se eligieron dos proyecciones cónicas equidistantes para la zona comprendida entre los 64° de latitud N y latitud S, y una proyección azimutal para las zonas comprendidas entre los 60° y 90° de latitud N y S.

Las hojas del mapa se basan en el sistema de líneas de las láminas del mapa internacional del mundo en escala 1:1.000.000. Los elementos cartográficos se dividen en ocho grupos: zonas pobladas, centros administrativos, límites, carreteras, hidrografía, orografía, vegetación y suelos, y otros elementos. En todas las hojas se han utilizado símbolos uniformes.

Las hojas se imprimen en 12 colores estándar.

Atlas geológico y geofísico del Océano Indico

De conformidad con una decisión de la UNESCO, la Unión Soviética compiló y publicó en 1975 un atlas geológico y geofísico del Océano Indico. Fue esa la primera experiencia de compilación, mediante un sistema de cooperación internacional, de un atlas de una extensión tan grande de los océanos. Colaboraron en su preparación la República Federal de Alemania, Gran Bretaña, Sudáfrica, la Unión Soviética y los Estados Unidos de América. El atlas se basa en gran parte en material obtenido durante la Expedición Internacional al Océano Indico (1959-1965).

Los datos geológicos y geofísicos representados en el atlas pueden agruparse en nueve secciones básicas: 1) descripción de la cobertura de mapa; 2) orografía del fondo oceánico; 3) fotografías del fondo oceánico; 4) anomalías magnéticas; 5) campos gravitatorios; 6) corrientes térmicas; 7) actividad sísmica y volcanes activos; 8) cubierta sedimentaria y afloramiento de rocas del subsuelo; y 9) sedimentos en los fondos marinos y sustancias pesadas.

El atlas se publica en ruso y en inglés.

The 1:2,500,000 World Map

One of the main objectives of cartography is to give the fullest and most accurate representation of the surface of our planet.

The phenomenally accelerated development of science and engineering nowadays is constantly raising the requirements imposed on cartographic work with respect to the quality of production, map types, map scales and the sizes of the territories to be depicted.

For global scientific and practical use, particular importance attaches to cartographic works that are based on unified principles and that cover the whole surface of our planet. No world map, at any scale, can be said to have met these demands up till now, although the International World Map at scale 1:1,000,000, which was worked out in 1909-1913 and revised in 1962, does partially meet the new requirements. However, this cartographic work, the significance of which is universally recognized, has not yet been completed. With the development of thematic mapping, the necessity has appeared again for such unified, comprehensive cartographic work. Therefore, after holding a number of meetings and technical conferences, the geodetic and cartographic services of Bulgaria, Czechoslovakia, the German Democratic Republic, Hungary, Poland, Romania and the Union of Soviet Socialist Republics started, in 1959, the joint production of the 1:2,500,000 world map.

The 1:2,500,000 world map: purpose and content

The 1:2,500,000 world map is, in content, a geographic map, depicting the total surface of the globe. In accordance with its scale the map represents the major physical conditions and political structures of the earth.

The map is also meant to serve as a cartographic base for geographic and special-purpose maps, and can serve as a foundation for varied scientific and other special projects.

Unified principles for production of the map

The compilation and production of a great cartographic work is a very complicated task, one of the basic requirements of which is uniformity in the methods employed for content compilation and in production techniques. Therefore a number of meetings and conferences preceded the production of the separate map sheets. At the meetings, uniform principles were discussed and adopted, dealing with scale; means of representation; layout of the sheets; conventional signs for physical, political and economic-geographic content; and questions of specific editing, cartographic and polygraphic operations.

The principles adopted provided for the uniformity of all the sheets, irrespective of the territories they represented and of their time and place of production.

Projection

When choosing a projection for the 1:2,500,000 world map it was required that deformations should be kept to the minimum, and that they be distributed evenly over the entire territory covered by the map and that the chosen projection should make it possible to join a great number of sheets together into large blocks. Two conic equidistant projections were thus chosen for the territory between 64° north latitude and 64° south latitude; and an azimuthal projection was selected for the areas between 60° and 90° north and south latitudes.

To avoid breaks when joining adjacent sheets produced in different projections, so-called "sheets of overlap" were made for land areas, making it possible to depict considerable territories completely, with no breaks in coverage.

Sheet division and sheet-numbering systems

The world map sheets are numbered in consecutive order by Arabic figures from 1 through 234, beginning with North Pole and ending with South Pole. Each numbered sheet is also labelled with the name of either the largest populated area or the most important geographic object represented on the sheet.

Each sheet of the 1:2,500,000 world map in accordance with the principles of the sheet line system of the 1:1,000,000 International World Map, covers an area bounded by 12° of latitude and between 18° and 60° of longitude (depending on the geographical latitude of the area represented); thus, each comprises not less than three latitude bands and three meridional zones of the 1:1,000,000 International World Map.

In the top right corner of each sheet of the 1:2,500,000 world map, the international sheet line system is given, with the help of letters and figures and with the designation of northern (N) or southern (S) hemisphere. The name and number of each sheet is also indicated.

Map content

The 1:2,500,000 world map, as was said above, is a geographical map of rich topographic content. The geographic elements represented are divided into eight groups: populated areas; administrative centers; boundaries; roads; hydrography; relief; vegetation and soils; and other elements.

Symbols and color representation

In compiling the separate sheets and preparing them for production, unified symbols were used for all map elements, as specified in the instructions for content development of the 1:2,500,000 world map. Sheets are being printed in 12 standard colors.

Lettering and lettering styles

Names on the world map will be printed in 12 different lettering styles in type sizes between 1.2 and 6.4 mm.

Sheet names, marginal data and legends are printed in Russian and English. Within the inner frame only the Latin alphabet is used. Geographic names are presented in the form officially adopted by the corresponding country. For those countries and territories whose authorities do not use the Latin alphabet, the method of transcription and transliteration is applied that is in use in international publications.

Marginal data

On each sheet of the World map, in the top margih, the name of the whole cartographic work is printed in Russian and English: "World Map 1:2,500,000", with the sheet name and sheet number.

In the bottom margin the following data are given:

(*a*) Symbols used on the sheet;

(*b*) Numerical and graphic scales;

(*c*) Colour legend for depth and altitude;

(*d*) Name of the projection used;

(*e*) Scheme of the politico-administrative structure of the territory represented;

(*f*) Layout of adjacent sheets;

(*g*) List of abbreviations used on the sheet;

(*h*) Name of publisher and place and year of publication.

All depth and altitude data are presented in metric figures. Taking into consideration that the world map also covers seas and oceans, a scale is given in nautical miles, in addition to numerical and graphic scales in kilometres.

An index of geographical names is being compiled for the entire map.

Geographic basis for the 1.2,500,000 world map

The map sheets are offset-printed; all map sheets have the same 80-×-100-cm format.

Simultaneously with the printing of each sheet, three main variants were made of the geographical base, for the purpose of thematic mapping.

Organization of work

The cartographic services of the seven above-mentioned socialist countries took part in the production of the 1:2,500,000 world map. The uniform compilation of all the sheets, with respect to content selection, graphic editing and production technology, was possible only because of the obligatory use by all participating cartographic services of the adopted editorial documents and instructions.

The work, which is carried out in separate countries, is co-ordinated by an international editorial board, which regulates the work, adopts and evaluates each sheet of the map and gives its permission for printing.

Publication

The sheets of the 1:2,500,000 world map have been published since 1964, in consecutive numerical order.

As of this writing, the process of compilation and editing has been completed, and the printing of the last sheets is nearing completion.

GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL ATLAS OF THE INDIAN OCEAN

In accordance with the decision of UNESCO a Geological-Geophysical Atlas of the Indian Ocean was compiled in the Soviet Union and published in 1975.

The Atlas is an important scientific cartographic work. It has been highly acclaimed in the Soviet Union and abroad.

The Geological-Geophysical Atlas of the Indian Ocean is based on materials acquired during the International Indian Ocean expedition, which carried out researches from the end of 1959 until 1965. The Atlas, which was the work of the Soviet Union, Great Britain, the United States of America, the Federal Republic of Germany and the Republic of South Africa was carried out on a basis of notable international co-operation.

One of the most important steps taken in the course of preparing the Atlas for publication was to set up an international editorial board, consisting of scientists representative of the many different specialties within the earth sciences.

Most of the data incorporated into the Atlas were gathered either during or before the Indian Ocean Expedition. However, materials obtained through later research were also used.

The Atlas has made an essential contribution to the map coverage of the Indian Ocean; it consists of 84 printed sheets (168 pages), containing more than 200 maps and schemes, photographs and a text.

The Atlas is published in two languages: Russian and English.

The Atlas's geological and geophysical data are presented in the maps, which are grouped into nine basic sections:

(1) Map coverage status;

(2) Ocean-bed relief;

(3) Ocean-bed photographs;

(4) Magnetic anomalies;

(5) Gravity fields;

(6) Thermal flow;

(7) Seismic activity, active volcanos and depth structure of the ocean bed;

(8) Sedimentary cover and outcrops of the bottom rocks;

(9) Ocean bed sediments and weighted substances.

Each section of the Atlas begins with an explanatory text, characterizing some of the details and data presented in the section. The main scales of the Atlas maps are 1:5,000,000, 1:20,000,000 and 1:40,000,000. There are also maps of the regions of detailed explorations.

For the most part, the maps and diagrams presented in the Atlas are especially compiled, by the members of the international editorial board and by a great number of scientists and specialists. Many of the scientific organizations of Australia, Great Britain, the Soviet Union, the United States of America, France, the Federal Republic of Germany, Japan and other countries took part in preparing the Atlas maps for publication.

In the course of working on the Atlas, several meetings of the international editorial board were held in a number of different countries. General questions concerning the Atlas were discussed at the meetings, the Atlas sheets were examined and considered at different stages of preparation, and some suggestions were made.

Much of the data published in the Atlas is thus made available for the first time.

The Geological-Geophysical Atlas of the Indian Ocean is the first experience of international co-operation for the purpose of compiling an atlas for such a large region of the world ocean.

The Atlas will be a useful tool for future ocean research, and will be of interest for specialists in the fields of marine geology, marine geophysics and marine geomorphology.

The experience gained in organizing co-operative efforts among so many scientists, cartographers and scientific organizations and services, all from a number of countries, can be of great use in the future for the development of other major cartographic projects.

AGENDA ITEM 10

Digital topographic-data banks and automated cartography in Canada*

Paper presented by Canada

RÉSUMÉ

L'effort essentiel du Service topographique du Canada porte sur l'établissement d'une série de cartes topographiques du Canada au 1/50 000 et sur la révision des cartes existantes. A ce jour, on a préparé environ la moitié du nombre total de 13 150 feuilles au 1/50 000. Terminer les quelque 6 600 feuilles restantes et tenir à jour le nombre croissant des feuilles réalisées est une tâche énorme en tout état de cause. L'utilisation de méthodes automatisées dans ce travail a fait l'objet de recherches au sein du Service ces dernières années.

Le Gouvernement canadien a acheté récemment un Gestalt Photomapper II qui doit être livré à l'automne 1976. On a décidé d'acquérir cet instrument en raison de sa capacité exceptionnelle de produire automatiquement des courbes de niveau et des modelés numériques du terrain. La deuxième raison était que cet appareil permet de produire automatiquement des orthophotographies. Le modelé de terrain numérique (MNT) fera partie de la base de données cartographiques. Les courbes de niveau seront déduites du MNT par ordinateur. Les détails planimétriques (routes, hydrographie, etc.) seront numérisés sur des appareils de restitution stéréoscopiques et seront combinés avec les courbes de niveau calculées automatiquement pour former la carte. Un système de rédaction interactif permettra de reporter les données numériques sur la carte.

Au seuil de l'automatisation de la cartographie, il faut bien comprendre que l'ordinateur à lui seul ne peut pas résoudre tous les problèmes. Il faut lui confier ce qu'il fait le mieux et laisser à l'être humain les fonctions auxquelles il est le plus apte; un "dialogue" entre l'ordinateur et le cartographe débouchera très probablement sur une solution satisfaisante et économique.

RESUMEN

La principal actividad de la Dirección de Levantamientos Topográficos de Canadá se centra en la finalización de una serie de mapas topográficos de Canadá en escala 1:50.000 y en la revisión de los mapas existentes. Hasta la fecha se ha compilado aproximadamente la mitad del total de 13.150 láminas en escala 1:50.000. La tarea de compilar las 6.600 láminas restantes y de mantener al día el creciente número de láminas cartográficas es enorme desde todo punto de vista. El empleo de métodos automáticos para facilitar esta tarea ha sido objeto de investigaciones en la Dirección Topográfica en los últimos años.

Recientemente el Gobierno de Canadá compró el Gestalt Photomapper II, que fue entregado en el otoño de 1976. La decisión de adquirir este instrumento se basó en su singular capacidad para producir automáticamente líneas de nivel y modelos digitales del terreno. También se tuvo en cuenta la capacidad del instrumento para producir ortofotografías. El modelo digital del terreno formará parte de la base de datos cartográficos. Las líneas de nivel se derivarán de los datos del modelo digital del terreno mediante un programa de computadoras. Los detalles planimétricos (carreteras, avenamientos, etc.) se digitalizarán en instrumentos de estereotrazado y se unirán a las líneas de nivel obtenidas automáticamente para formar un mapa. La preparación cartográfica de los datos digitales se realizará mediante sistema interactivo de composición.

Al tomar la ruta de la cartografía automática, es necesario tener presente que la computadora por sí sola no resolverá todos los problemas. Es necesario dejar a la computadora las tareas que mejor hace y a las personas las que pueden desempeñar mejor. La interacción entre la computadora y las personas proporcionará sin duda una solución satisfactoria y económica.

Topographical maps are the essential prerequisite and the catalyst for national development and effective management of a country. In the thrust for the development of energy sources and associated delivery systems, the need for good maps as a point of departure looms larger than ever. The planning, management and control of man's exploits on earth require accurate and up-to-date maps providing information about terrain. Traditionally, terrain information has been provided in the form of a wide range of maps and charts, which are mainly derived from or are overlaid upon a topographic map, or a skeleton of it, to depict an almost infinite variety of themes.

With the advent of computer technology, and with recent advances in computer graphics, the concept of collecting and communicating terrain information has changed. The increasing power of computers and the general decrease in their cost are having a positive impact on the terrain-information managers who are more commonly known as mapmakers and cartographers. It is now possible for civilian

* The original text of this paper, prepared by Dr J M Zazzycki, Director, Topographical Survey, Surveys and Mapping Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada, appeared as document E/CONF.67/L.58.

organizations, operating within a modest budget, to produce digital terrain data and to store these data in digital data banks, which permit simple access, updating and information retrieval. The method of portraying terrain information in the form of topographic maps will stay with us for a long time, although their format and graphics will vary considerably in the future from the traditional cartographic nomenclature.

These developments, in addition to offering better drafting accuracy and flexibility in the choice of the type of output, have led to the decision to develop the Canadian automated cartographic data system. In order to understand the approach taken by the Surveys and Mapping Branch to the use of data banks and automation in cartography, one must realize that the major thrust of the Topographical Survey is directed towards completing the 1:50,000 topographic map series of Canada and revising the existing maps. To date, approximately half of the total of 13,150 sheets at scale 1:50,000 have been compiled. The task of completing the approximately 6,600 remaining sheets, while keeping this increasing number of map sheets up to date, is large by any standard.

New mapping is more directly related to such specific development projects as pipelines, roads, transmission lines, etc.; consequently, new mapping requires a rapid response and offers the depiction of specialized information.

Digitized terrain data were initially looked upon only as a by-product of the map. However, given the present concept of terrain information being stored in digital form as the basic source for all sorts of graphic and numerical presentation, the digitized data are of prime importance. This digital terrain information is stored, as mentioned above, in digital data banks.

The input to the present automated cartography system for the production of the National Topographic Series (NTS) maps is provided by digitizing existing scribed map sheets or edited map manuscripts, compiled by photogrammetric methods. Since approximately one-half of the 1:50,000 NTS sheets still remain to be compiled, and since some of the existing sheets in the populated areas must be recompiled during the revision process as they do not meet accuracy standards, we have embarked on a development programme of a system that would permit terrain information, digitized directly on the photogrammetric plotting instruments, to be used as input into the data base. This approach has two basic advantages:

(*a*) It eliminates the necessity for digitization of compilation graphics; and

(*b*) Utilization of the stereo model for the production of x, y, z co-ordinates directly from the stereoplotter offers a higher resolution than the compilation graphics.

The second advantage is particularly important when the ultimate objective is to create a terrain information data base and data bank.

The major research and development effort of the Topographical Survey is directed towards devising such a system, and towards evaluating it from the point of view of over-all economy and operational performance.

Recently, we purchased the Gestalt Photomapper II for delivery in the fall of 1976. The decision to acquire this instrument was based on its unique capability to produce contours and digital terrain models automatically. The photomapper's capability for automatic production of orthophotos was a secondary consideration. The digital terrain model (DTM) will form part of the cartographic data base. Contours will be derived from the DTM by means of a computer program. Planimetric details (roads, drainage etc.) will be digitized on stereoplotting instruments and will be merged with the automatically-derived contours to form a map. An interactive editing system will provide the means for cartographic editing of the digital data.

The present automatic cartography system, shown diagrammatically in figure 71, is capable of supporting an extensive data bank facility. The data organization has been chosen for further evolution to a full data base system; developments are now under way for the subsequent use of the data base in conjunction with certain thematic application areas.

The cartographic feature was the fundamental element in the cartographic digital data file in the system when it was first produced. Around this feature was formed the basic record, which consisted of the cartographic feature code; the qualifier code; and the co-ordinates defining and locating the feature.

The subsequent level of production software provides more comprehensive services as well as scope for greater modelling of the data. The first system led to a glut of cartographic feature codes; the next level permits a generalization of the code structure, so that variations or divisions within a cartographic type or class of feature are described as attributes.

The system is designed to be expanded, if need be, to handle up to 60 digitizers and six automatic drafting machines in the map-production area. The system has a "distributed" structure and can support, in addition to the map-production equipment mentioned above, many minicomputer-based subsystems, each of which may be physi-

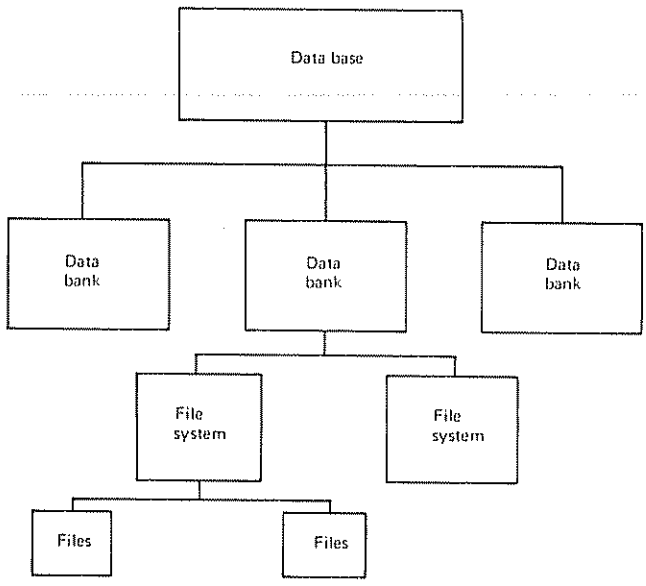


Figure 71. Canada: organization of data for a data base

cally remote from, but on-line to, the central site, as in the case of the subsystem of the Geological Survey of Canada. Each subsystem can typically contain one automatic drafting machine, six digitizers and seven terminals. The links between the subsystems and the central facility are digital data-communication links. Further, for data query operation, the system is capable of accepting a large number of inquiry terminals.

The drafting machine draws the graphic from a computer-controlled cartographic digital data file. The feature to be drafted can be selected automatically, as can the symbolization, the scale, the projection and the like. Moreover, since the 1:50,000 map serves as the foundation for many thematic maps, the extension of the system is evolving as a general-purpose cartographic facility.

To design an automated cartography system exclusively for the task of replacing human draftsmen would limit its cost effectiveness. By introducing the terrain-information data-base and data-bank concepts into the system, and by utilizing these data to provide a variety of specialized information to a multitude of users, the full power of the automated cartography system is realized, thereby greatly improving its cost effectiveness and economical working.

When embarking on the road of automated cartography one must realize that the computer alone will not solve every problem. One must let the computer do what it can do best, and leave to the human those functions that he can best perform; an interaction between the computer and the human will probably provide the most satisfactory and economical solution.

One must also guard against the temptation of creating something new just for the sake of employing new technology, and also against employing new technology only to copy the manual methods slavishly; our objective is to devise a flexible terrain-information system that will meet the needs and requirements of the present and of the future.

Documentation on the literature of cartography: an essential aid in map design and map production*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

On ne peut contribuer efficacement au développement des sciences de la Terre qu'en étudiant simultanément les ouvrages publiés et les cartes; des bibliographies complètes sont un instrument essentiel de tout travail scientifique.

Le présent document traite des besoins en matière de bibliographie qui découlent des activités cartographiques de l'Organisation des Nations Unies. Il est urgent d'entreprendre ces activités, qui revêtent une grande importance pour la coopération internationale, qu'il s'agisse de progrès ponctuels dans les techniques de cartographie ou de progrès scientifiques fondamentaux. Dans son *Dictionnaire multilingue des termes techniques en cartographie*, publié en 1973, l'Association cartographique internationale a donné une définition moderne, très large, de la cartographie. Partant de cette définition, on énumère les types de données que l'on peut trouver dans la bibliographie complète en cours de préparation. Cette bibliographie portera sur toutes les activités cartographiques des Nations Unies, prises dans un sens très général, entre 1949 et 1976. On donne également une figure montrant l'emplacement de toutes les conférences cartographiques des Nations Unies tenues de 1955 à 1976.

Une bibliographie générale des documents cartographiques est en cours de compilation depuis 1956, date à laquelle la Société allemande de cartographie (SAC) a chargé un groupe de travail de cette tâche. Actuellement, 44 spécialistes de 37 pays et deux organisations rassemblent tous les titres pertinents. La documentation représente une aide importante en cartographie pour le dessin des cartes, leur reproduction et le processus général d'établissement

* The original text of this paper, prepared by Dr. Karl-Heinz Meine, Head of Cartography and Reproduction, Institute of Geosciences and Natural Resources, Federal Republic of Germany, appeared as document E/CONF 67/L.46.

RESUMEN

Sólo mediante el estudio simultáneo de las obras especializadas y de los mapas puede lograrse un efecto fecundo sobre el desarrollo de las geociencias: una extensa bibliografía es una herramienta esencial para la realización de toda tarea científica.

Este documento se refiere a las necesidades que, en materia de bibliografía, generan actividades cartográficas de las Naciones Unidas. Esta labor es sumamente necesaria y tiene gran importancia para la colaboración internacional, ya sea que esté dirigida hacia el logro de progresos concretos en materia de técnicas cartográficas o en las ciencias básicas. La Asociación Cartográfica Internacional ofrece una definición moderna y amplia de cartografía en su *Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography*, publicado en 1973. Tomando esa definición como punto de partida, se enumeran en el informe los tipos de datos que pueden encontrarse en la extensa bibliografía que se está preparando. Esa bibliografía abarcará todas las actividades cartográficas — en un sentido muy amplio — desarrolladas por las Naciones Unidas entre 1949 y 1976. Se incluye una figura que muestra los lugares donde se celebraron todas las conferencias cartográficas de las Naciones Unidas entre 1955 y 1976.

Desde 1956 se viene preparando una bibliografía general de los trabajos publicados sobre cartografía. En ese año la Sociedad Alemana de Cartografía estableció un grupo de trabajo para compilar una bibliografía de trabajos cartográficos. En la actualidad, 44 expertos de 37 naciones y dos organizaciones se ocupan de registrar todos los títulos pertinentes. La documentación cartográfica es una importante ayuda para el diseño y la reproducción de mapas, y en todo el proceso de producción de mapas. La Sociedad Alemana

des cartes. Les résultats sont publiés tous les ans par la SAC dans la *Bibliographia Cartographica*. Quant aux projets d'avenir, il faudra, pour les réaliser, disposer de bibliographies sur la cartographie à l'Organisation des Nations Unies et l'automatisation de la cartographie. Le Président du groupe de travail est M. L. Zögner, Burgherrenstr. 7, D1-Berlin (Ouest); la maison d'édition est la Verlag Dokumentation Saur KG, D-8023, Pullach/Munich (République fédérale d'Allemagne).

Pour examiner les nouvelles méthodes, techniques et théories de la cartographie, la publication principale dans ce domaine est l'*Annuaire cartographique international*. Cet annuaire est publié tous les ans en trois langues : allemand, anglais et français, sous l'égide de l'Association cartographique internationale.

de Cartografía publica anualmente los resultados en los volúmenes de la *Bibliographia Cartographica*. Los planes para el futuro prevén la preparación de bibliografías de la cartografía de las Naciones Unidas y de la automatización en cartografía. El jefe del grupo de trabajo es el Dr. L. Zögner, Burgherrenstr. 7, D-1 Berlín (West); la empresa editora es Verlag Dokumentation Saur KG, D-8023, Pullach/Munich, República Federal de Alemania.

El *International Yearbook of Cartography* es la publicación más importante para el estudio de la cartografía internacional. Se examinan en ella los nuevos métodos, técnicas y teorías cartográficas. Se publica anualmente en tres indiomas: inglés, francés y alemán. El Anuario tiene el apoyo total de la Asociación Cartográfica Internacional.

Foreword

This paper has been revised and enlarged from United Nations document E/CONF.57/L.6, submitted first under items 11, 12, 13 and 14 to the Sixth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East, held in October and November 1970 at Tehran, Iran. The first paper was published in *Proceedings of the Sixth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East*, vol. II, *Technical Papers* (United Nations publication, Sales No. E.72.I.20), pp. 312-314. This revised paper deals also, and especially, with United Nations activities.

Introduction

From a scientific viewpoint, it is only through the simultaneous study of literature and maps that a fertilizing effect can be exerted on the development of any geoscience. The compilation of the literature, its classification, the study of source materials and the presentation of the material for future research all result in a comprehensive bibliography, which is an essential tool for any scientific work.

Bibliographic working groups now exist in several countries, and in some countries there were precursors to such working groups—groups whose work was done on a national basis or else served a clear topical purpose. Furthermore, the valuable *Bibliographie cartographique internationale*, published in Paris and inaugurated by M. Foncin at the International Geographical Congress at Amsterdam in 1938, deserves great praise. The *Bibliographie* has been a valuable reference for non-text publications, and its publication led to the conclusion that an additional, permanent register is required of the literature on maps and on the science and techniques of cartography.

United Nations bibliography of cartographic literature

The cartographic activities of the United Nations are an urgent necessity, and are essential for international cooperation, for both technical and scientific purposes. The International Cartographic Association (ICA), founded in Paris in 1961, is one of the specific organizations created to assist in this work. The *Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography*, published on behalf of Commission II of the ICA (on "Definition, classification and standardization of technical terms in cartography") defines the term cartography as follows:[1]

"Cartography is the art, science and technology of making maps, together with their study as scientific documents and works of art. In this context maps may be regarded as including all types of maps, plans, charts and sections, three-dimensional models and globes representing the earth or any celestial body at any scale."

Taking this statement as valid, and applying it to all important United Nations publications on cartography, the author is preparing a comprehensive bibliography that will list all relevant United Nations activities. As of this writing, the list of contents is organized as follows:

United Nations cartographic publications, 1949-1976

1. *Conferences, Seminars, Publications*
   - 1.1 General
   - 1.2 Reports
   - 1.3 Proceedings
   - 1.4 International Map of the World (IMW)
2. *Foundations (Basic and Scientific Studies)*
   - 2.1 Geodesy
   - 2.1.1 National activities
   - 2.1.2 Regional or international activities
   - 2.1.3 Instrumentation
   - 2.1.4 Satellite geodesy
   - 2.1.5 Base lines
   - 2.1.6 Electronic distance measurement
   - 2.1.7 Levelling
   - 2.1.8 Triangulation
   - 2.1.9 Techniques and development
   - 2.2 Photogrammetry, aerial photography, remote sensing
   - 2.2.1 Techniques and development
   - 2.2.2 Aerial triangulation
   - 2.2.3 Orthophotography
   - 2.2.4 Photomaps
   - 2.2.5 Photo-interpretation
   - 2.2.6 Earth resources satellites
   - 2.2.7 Remote sensing

[1] Prepared by Professor Dr. E. Meynen, Bonn-Bad Godesberg, Federal Republic of Germany (Wiesbaden, Franz Steiner Agency, 1973)

2.3 Geophysics
2.3.1 Gravity
2.3.2 Magnetism
2.3.3 Seismology

2.4 Land registry
2.4.1 Cadastral surveying
2.4.2 Urban mapping
2.4.3 Land settlement
2.4.4 Land tenure

2.5 Geographic names
2.5.1 Progress reports
2.5.2 National standardization
2.5.3 Geographic terms
2.5.4 Terminology of geographic names
2.5.5 Writing systems
2.5.6 Conventional names
2.5.7 International standardization
2.5.8 Automation
2.5.9 Exchange of experience
2.5.10 Names of features beyond a single sovereignty

3. *Topics in Cartography*

3.1 Theory of cartography
3.1.1 Science of cartography
3.1.2 Communication in cartography
3.1.3 Education and training in cartography
3.1.4 Standardization in cartography
3.1.5 Bibliographies

3.2 Cartographic activities
3.2.1 Activity reports by countries
3.2.2 Activity reports by organizations
3.2.3 International co-operation
3.2.4 Exchange of information
3.2.5 IMW progress reports

3.3 Preparation and reproduction in topographic mapping
3.3.1 General
3.3.2 Projections
3.3.3 Signs and colours
3.3.4 Legends
3.3.5 Scribing
3.3.6 Map revision
3.3.7 Automation

3.4 Thematic mapping and atlas cartography
3.4.1 General
3.4.2 Projections
3.4.3 Signs, symbols and colours
3.4.4 Legends
3.4.5 Techniques
3.4.6 Revisions
3.4.7 Automation
3.4.8 Atlas cartography

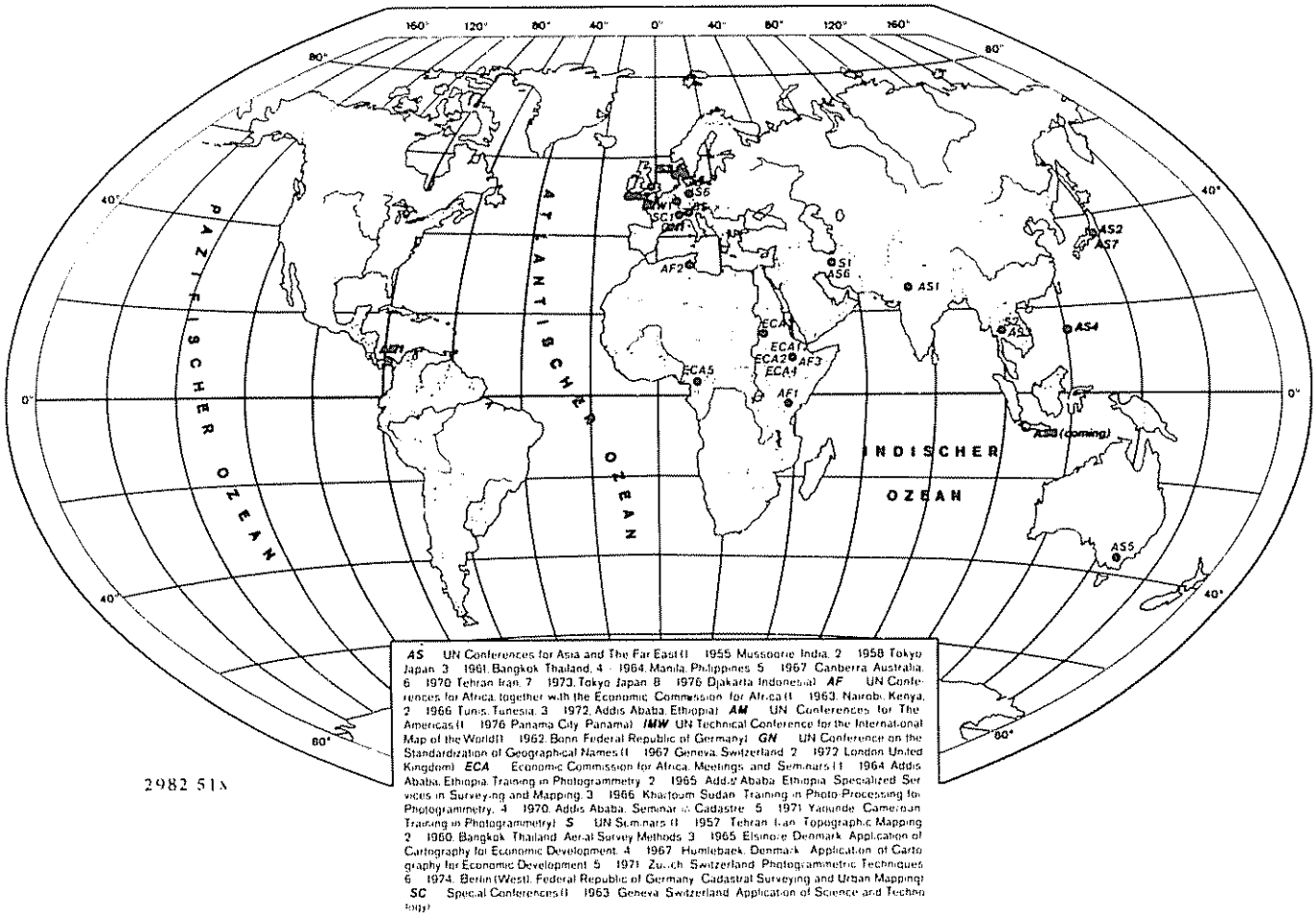


Figure 72. Federal Republic of Germany: United Nations conferences, meetings and seminars on (or touching on) cartography, 1955-1976

3.4.9 Special fields
3.4.9.1 Geology, hydrogeology, mineral resources
3.4.9.2 Pedology
3.4.9.3 Nautical charts
3.4.9.3.1 Techniques and developments
3.4.9.3.2 Hydrography
3.4.9.3.3 Oceanography
3.4.9.4 Aeronautical charts
3.4.9.4.1 General
3.4.9.4.2 Developments
3.4.9.4.3 International Civil Aviation Organization (ICAO)

GENERAL BIBLIOGRAPHY OF CARTOGRAPHIC LITERATURE

The German Society for Cartography established, in 1956, a working group to compile a bibliography of cartographic literature. The head of this working group from 1956 to 1972 was Dr. Karl-Heinz Meine, the author of this report. Today, the group is headed by Dr. Lothar Zögner, Burgherrenstrasse 7, D-1 Berlin (West). Forty-four experts from 37 nations and two organizations (including the United Nations) are now involved in the recording of all relevant titles. The collection of all mapping literature, other than specifically cartographic research texts, is the basis for all related sciences. These efforts either lead to the production of maps or else, by developing new sets of problems by means of maps, they serve to confirm the results achieved. Thus, the work of the group may also be important for fields related to cartography.

The scientific problems of cartography have always been closely associated with the preparation and review of atlases, maps, books and articles. Documentation in cartography is an important aid in map design, map reproduction and the entire process of map production. It is very important to know the technical methods that are used in other countries. Moreover, new ideas, new statistics and other basic data should be available to cartographic authorities and agencies as quickly as possible

The compilation of data for design and production purposes is now more important than in the past. Technical papers and reports on cartographic theory and practice must be read. But owing to the limited time available, it is impossible for the staff of the group to keep abreast of all of the cartographic literature, since this requires specialized documentation, with multilingual indexes, detailed classifications and a register of authors and periodicals.

Interested persons wishing to submit titles of cartographic literature should mail them to the chairman of the international working group (Dr. L. Zögner) twice a year (in March and September). The group has the international support of the International Cartographic Association (ICA), the International Association of Geodesy (IAG), the International Society of Photogrammetry (ISP) and the International Federation of Surveyors (FIG). The information obtained is published in *Bibliographia Cartographica* (a bibliography of cartographic literature), which is issued yearly and published by Verlag Dokumentation Saur KG, Pullach/München, Federal Republic of Germany. Chapter headings are given in English, French, Russian and German. The geographic index indicates cities throughout the world where the scientific collaborators are located. All States, institutes and scientists are invited to co-operate in this effort in the future. This basic work will help all discussions and detailed examinations in cartography; scientific and technical progress in cartography has been very marked in the past two decades.

The task of gathering all written materials on cartography can be accomplished only by experts working in close co-

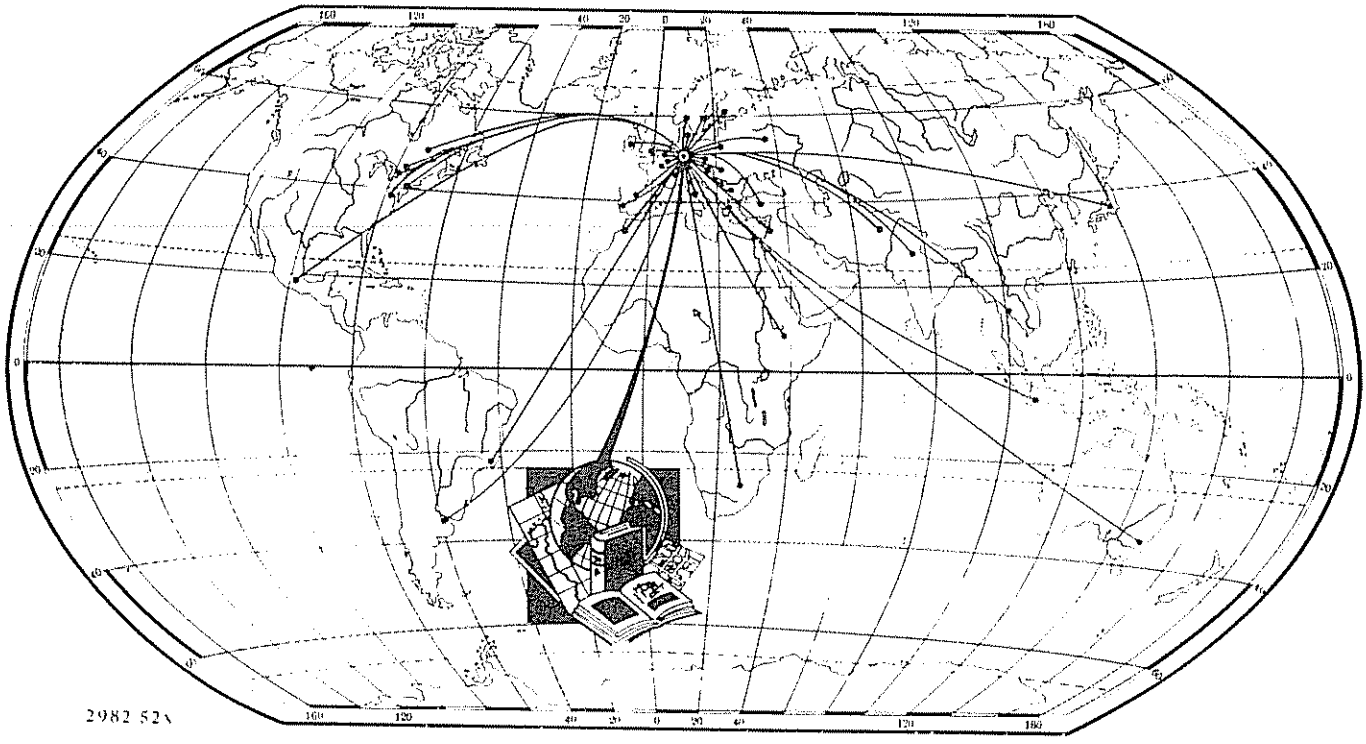


Figure 73. Federal Republic of Germany: geographic index of the staff of Bibliographica Cartographica

operation with one another. More than 25,000 titles have been published since 1957. We hope that the results achieved by the working group will be of interest to all specialists in the various branches of cartography. The results, the contents of *Bibliographia Cartographica* and the procedure to be followed for registering titles and supplying bibliographic details follow hereunder. The bibliography of cartographic literature is undoubtedly important for all cartographic activities. The working group therefore proposes that a centre for cartographic literature should also be established for the region of the Americas, especially for Central and South America.

Figure 73 is reprinted from *Sixth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East*, vol. II, *Technical Papers* (E/CONF.57/3), pp. 312-314.

The necessity for a bibliography on automation in cartography

In 1967, the author presented the first bibliography on automation in cartography, which included more than 800 titles, many of which have been out of print for many years. With international assistance and the co-operation of many colleagues, a new edition will be published in 1977, which will include, it is hoped, about 3,000 (!) titles. Experts and institutions are kindly requested to send materials to the author.

The role of the *International Yearbook of Cartography*

Among the references on the literature of cartography as an aid in map design and map production, the attention of experts should also be directed to the *International Yearbook of Cartography* (IYC) series, which is published in co-operation with the ICA and is published by the Gregor M. Kirschbaum agency, D-53 Bonn-Bad Godesberg. The *Yearbook* has been published every year since 1961. Problems on the techniques and science of cartography are included, supported by many figures and multicoloured map cutouts. The *Yearbook* is the leading high-quality publication dealing with the international cartographic situation throughout the world. It is published in three languages: English, French and German.

Conclusion

Cartographic literature, created by activities under the auspices of the United Nations, have been available since 1947. Later, the "World Cartography" series was started in 1951 and the Regional Cartographic Conferences were started in 1955. In 1957, training courses and seminars were also begun and since 1962 we have had, in addition, numerous special conferences, such as those for the International Map of the World, for geographic names and so on: 26 meetings in total!

To benefit from the advances in cartographic technique science made in different States and through international co-operation, we need, above all, comprehensive documentation in the various fields of topographic and thematic mapping. Such documentation is an essential aid in the development of areas and regions.

Annexes I, II and III may be an aid for further activities and studies.

Annex I

CONTENTS OF *BIBLIOTHECA CARTOGRAPHICA*

I Bibliography, map collection, documentation
- A Bibliography and list of maps
- B Libraries and map collections
- C Documentation and classification problems

II General publications
- A General and comprehensive representation. Manuals (handbooks) Collections
- B Periodicals
- C General aids

III History of cartography
- A General features
- B Regional representations
- C Biography Personal data

IV Institutions and organizations of cartography
- A International, national and private map producers
- B Training and research institutes. Societies
- C Congresses and exhibition
- D Law of cartography. Legal questions (copyright)
- E Education and training

V Theoretical cartography
- A General methodology of cartography Map reduction Review of maps. Terminology
- B Data Bases (surveying, topography, photogrammetry, air photo interpretation Projections)
- C Questions on scale and neat-line systems
- D Names Transcription
- E Graphic elements Colours
- F Drafting specifications Standards. Specifications. Keys of symbols
- G Keeping up to date Map revision

VI Applied cartography
- A General features
- B Bases for drafting Drawing equipment
- C Drawing techniques. Scribing and engraving techniques
- D Photographic and copying techniques
- E Reproduction and printing techniques
- F Map lettering techniques
- G Automation

VII Topographic and landscape cartography
- A General features
- B Regional cartography (Earth. Single States)
- C Preparation of certain scales
- D Map data
- E Cartography of celestial bodies Space cartography

VIII Thematic maps and cartograms
- A General features and methods of representation
- B Keys for representation of subjects and specifications of standardization
- C Range of topics

IX Atlas cartography
- A General features
- B World and school atlases
- C Regional atlases

X Use and application of maps Special-purpose maps
- A Range of applications
- B Auxiliary devices for the use of maps

XI Reliefs and relief maps Block diagrams
- A Relief maps in general and history of relief making
- B Manufacturing procedures and preparation of reliefs
- C Block diagrams

XII Globes
- A General features
- B History of globes
- C Preparation and manufacturing of globes

List of periodicals
List of abbreviations
Index of authors
Concordance of the UDC and of the chapter headings of the BC

Annex II

Rules of procedure for detailed bibliographic works

1. Books, booklets and other non-regular publications

   Author (surname, first name in full):
   Main title and subtitle (not abbreviated); name of editing institution and editor, if any. Number of edition, volume number. Place of publication. Publishing agency or firm and date of publication. Number of pages, figures, maps, if any, series title, volume number of current number.

   Example 1
   Bosse, Heinz:
   Kartentechnik II. Vervielfältigungsverfahren. 3. Auflage. Lahr/Schwarzwald: Astra 1955. 232 S. 20 Abb., 1 Farbskala in 9 Taf.: Kartographische Schriftenreihe Bd. 3.

2. Papers published in periodicals etc

   Author (surname, first name in full):
   Main title and subtitle (not abbreviated). In: Title of periodical or series. Volume number, date of publication, current number. Number of pages, figures and maps. Summary (if available; language of the summary). With articles from books the place of publication shall be given before the date of publication.

   Example 2
   Byron, William:
   Dotting the dot map with steel drill stamps. In: the Professional Geographer. 8, 1956, 4. S. 5–7.

   Example 3
   Kost, Werner:
   Zur topographischen Kartographie im niedersächsischen Raum von 1764–1863. In: Carl Friedrich Gaub und die Landesvermessung in Niedersachsen. Hannover 1955. S. 115–140.

3. Titles written in non-Roman type shall be transcribed according to the code for research libraries.

   Example 4
   Sališcev, Konstantin Alekseevič:
   Kartografija na XVIII meždunarodnom geografičeskom kongresse. In: Izvestija Akademii Nauk SSSR. Serija geografičeskaja. 1957, 1. S. 3–18 (Die Kartographie auf dem 18. Internationalen Geographischen Kongreb Russisch).

4. For titles which are not in a Germanic or Roman language, a translation into German shall, on principle, be given at the end of the reference. In case a summary in a German or Roman congress language is available for such titles, the German translation can be replaced by the title of the summary; this does not apply to the translation of titles in the index (contents).

   Example 5
   Kovařik, Jaroslav:
   Kartometrické urvocáni délky vlonek na topografické plosé, in: Kartografický přehled II, 1957, 3. S. 97–105. 8 Abb. Mit engl. Résumé: Cartometric determination of curve lengths on a topographic surface

Annex III

The following resolution was adopted at the Sixth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East, Tehran, October-November 1970:

"2. BIBLIOGRAPHY OF CARTOGRAPHIC LITERATURE

"*The Conference*,

"*Noting* that the Federal Republic of Germany has established a *Bibliography of Cartographic Literature (Biblioteca cartographica)* with chapter headings in English, French, Russian and German,

"*Further noting* that fifty-six experts from thirty-four nations and nine organizations (national and international, including the United Nations) are involved in the recording of all relevant titles and that the production of the bibliography, which is controlled by a working group established by the German Society of Cartography, has international support from the International Cartographic Association (ICA), the International Association of Geodesy (IAG), the International Society of Photogrammetry (ISP) and the International Federation of Surveyors (FIG),

"*Recommends* that nations with cartographic literature of interest should submit titles to the Chairman of the International Working Group[a] twice a year, in March and September, in the form detailed in appendix III of the document entitled "Documentation on the cartographic literature: An aid to map design and map reproduction" (E/CONF 57/L.6) [b]"

7 November 1970 "

"[a] The current chairman is Dr. K. H. Meine, D-534 Rhoendorf on Rhine, Rhoendorfer Str.40.

"[b] See *Sixth United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East*, vol. 2, *Technical Papers* (to be issued as a United Nations publication)."

New technical equipment in map reproduction*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

De grands progrès ont été réalisés ces 10 dernières années en reproduction photographique, en particulier en ce qui concerne la préparation de documents à partir de films et de plaques. Trois appareils de traitement à commande électronique ont été introduits pour la reproduction photographique à l'Institut de géodésie appliquée : un appareil qui permet d'exposer et de développer les tirages en bleu, une développeuse et un filtre qui sépare directement les couleurs.

RESUMEN

En los últimos diez años se han logrado grandes progresos en materia de reproducción fotográfica, en especial en lo que se refiere a la preparación de materiales a partir de películas y placas de impresión. En el Instituto de Geodesia Aplicada se acaban de introducir tres aparatos de elaboración controlados electrónicamente: un aparato de exposición y revelado para copias en Ozalid, una máquina para el revelado de películas y un aparato de selección de colores y tramado directo.

Gracias a la introducción de estos dispositivos controla-

* The original text of this paper, prepared by Karl Preisser, Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M., Federal Republic of Germany, appeared as document E/CONF 67/L.50.

Grâce à ces appareils électroniques, l'Institut de géodésie appliquée a pu faire de grands progrès dans la rationalisation des techniques de reproduction tout en améliorant la qualité du produit.

dos electrónicamente, las técnicas de reproducción en el Instituto de Geodesia Aplicada han dado un gran paso adelante hacia la racionalización de los trabajos aumentando al mismo tiempo su calidad.

Due to the possibility of using electronically controlled working systems, great progress has been made within the last ten years in the work of the repro photography, that is in the processing of film materials and printing plates, as well as in printing itself. In the meantime, a great number of machines and devices have been developed, which facilitate and accelerate the tasks involved in repro photography, offset copying and offset printing, and which give better and more precise quality control. Manufacturers at home, and also abroad, will be obliged, within the next ten years, to pay much attention to this evolution. Several of these machines and devices are being successfully employed by the reproduction working group of the Institute for Applied Geodesy (IAG).

Three electronically controlled processing devices, the first introduced for work in repro photography, are in use in three areas: blueprint exposure and developing; film processing; and direct-screen colour separation.

In order to show clearly the enormous differences between the conventional manual working routine and the modern automated technique possible with these devices, I shall briefly outline the old and the new procedures with respect to each of the three devices:

(*a*) Blueprint exposure and developing:

(1) *Manual routine*: Exposure, using the original, in a separate vacuum printing-down frame; developing in an ammonia developing box.

(2) *Automated routine*: Combined exposure and developing machine. Both procedures are executed in one pass of about two minutes.

Time saved: about 80 per cent.

(*b*) Film Processing:

(1) *Manual routine*: Film is developed using a system of three and four developing dishes respectively. The exposed film material is first developed manually in a developing dish filled with a prepared and tempered developer. In the case of very large formats, the pull-on and pull-off procedure is used. A so-called "stop bath" is often used between fixing and developing, which abruptly interrupts the previously executed developing process. Then follow the rinsing and drying processes, in which exact time control is nearly impossible. Although the repro photography procedure generally calls for use of a chronometer during film development, in order to have control over the working routine, in many cases it is still the subjective feeling of the technician and his optical impression which determine the continuation of the procedure. It is obvious that this method can no longer satisfy the increased demands for quality, especially in cartography, all the more so as the dimensional stability of the film, which is especially important, depends almost entirely on the exactly observed film-processing data.

(2) *Automated routine*: All working steps (developing, fixing, rinsing and drying) are carried out directly and consecutively. With the aid of an electronic control device the processing time, the temperature of the developer (within 1/10 ° C) and the drying temperature are automatically controlled. Photocells record the degree of blackening of the passing developed film. When the appropriate data reach the control device, regeneration of the developer and the fixative bath begins immediately. Thus, exact control is practicable for the first time of all the working steps required for the processing of film material. Thanks to this control, repro photography moves increasingly out of the domain of contingencies and becomes an exactly controlled production system, in which it is possible to take into account the quality required.

The saving of time amounts to nearly 60 per cent; there is also a further saving in the elimination of innumerable faulty copies, consequently eliminating an additional source of high expenses.

(*c*) Direct-screen colour separation:

(1) *Manual routine*: Until now, colour extracts could only be made with the greatest difficulty, and were therefore seldom prepared at IAG; for quality, we had to depend on the experience and the intuitive feeling of the repro photographer.

(2) *Automated method*: The automated device allows the production of preprogrammed colour extracts from diapositives. By means of a programme stored in a control device, the colour extracts are exposed with the aid of a four-filter system. Besides permitting a great saving in time, this procedure has the advantage that the range of screen density can be examined with almost 1 per cent accuracy. Films prepared with this device have to be further processed in a film processor.

Offset printing involves problems similar to those mentioned in connexion with repro photography. To deal with these, two electronic devices have been installed: an automatic copying unit and a printing plate processor.

The offset copier is mainly engaged in the production of astralon copies for the preparation of map originals and the making of printing plates for offset printing. With astralon copies we have not yet succeeded in replacing the almost exclusively manual processing work with an automatic or semi-automatic method; automation is nearly completed, however, in the field of printing-plate processing.

(*a*) Automatic Copying Unit:

(1) *Manual routine*: The platemaking methods in use nearly 15 years ago involved zinc plates and micral plates—smoothed, grained and coated in part by the offset copy itself. Today, in contrast, printing plates are almost invariably precoated by the manufactur-

er. Exposure is made by means of a superimposed mounting foil in the conventional vacuum printing-down frame. Removal of the air at intervals, timing the exposure, putting on and removing of the light dispersion foil and raising the frame after exposure—all had to be controlled by the platemaker, who had to be present at all times.

(2) *Automated routine:* With the automatic copying unit, all the above-explained manual working steps are done automatically. All functions, including air removal, exposure, switching-on of light dispersion and raising the frame, take place according to a programme obtained by tests and put into a control desk.

The unit operates with a good success rate and offers a saving of time of about 20 per cent.

(*b*) Printing-plate processor:

(1) *Manual routine:* After exposure, the printing plate is developed in a developing tank and inked; the coating is laboriously removed with a brush and the plate is then fixed, rinsed and dried in a special box. The whole work routine takes, with some exceptions, about 45 minutes. Supposing that, on the average, two platemakers, working alone, had to deliver about 360 printing plates per month for offset copy, it is obvious how much they were handicapped by having to make printing plates by hand.

(2) *Automated routine:* In order better to solve the above-mentioned time problem, an automatic printing plate processor was installed nearly two years ago. The processor develops, redevelops, fixes, rinses and dries the precoated aluminium printing plates in approximately $4^1/_2$ minutes; it has thus become indispensable for modern contact printing. Here, too, all working steps are controlled electronically. By means of a system of rotation, the chemicals are used and reused in the processor until their utility is completely exhausted, permitting a considerable saving of money.

In the area of printing technique, too, increasing emphasis is placed on the use of electronic control systems. In particular, modern offset-printing machines have built-in, electronically controlled units, which are necessary for high-quality printing. Automatic humidification systems, which guarantee a highly precise water supply to the printing plate during the printing process, are today a matter of course. With the aid of densitometers the printer can guarantee, thanks to this constant control, the intensity and constancy of colour of a final printing.

With the introduction of these electronically controlled devices, a great step has been taken towards the rationalization of map reproduction techniques at IAG, with a simultaneous increase in reproduction quality. While specific developments in this area cannot, of course, be predicted, there can be no doubt that the future will bring considerable further progress.

Promoción de la producción por automatización en la cartografía*

Documento presentado por la República Federal de Alemania

SUMMARY

Maps with optimal information content are indispensable as a means of communication between planning agencies and policy makers. In order to meet the necessities of planning, information (spatially relevant data) is frequently and to an ever-increasing degree required in the form of cartographic working procedures. These procedures have extensive prerequisites, which may vary from one country to another; the procedures must, therefore, be adapted to these different conditions.

The topographic and statistical information content of the basic map series must be acquired in a suitable form and stored in data banks. The automation procedures allow the selective representation of information taken from these data banks, which may then be represented as map elements of many different forms. Automatic drawing machines will draw the data-processing results quickly and in cartographically unobjectionable form.

RÉSUMÉ

Des cartes fournissant une information optimale constituent un moyen de communication indispensable entre les organismes de planification et les dirigeants. Pour répondre aux besoins de la planification, il est donc de plus en plus souvent nécessaire de faire appel aux techniques cartographiques. Les techniques utilisées doivent remplir de nombreuses conditions, qui peuvent varier d'un pays à l'autre; elles doivent donc être adaptées aux différentes situations.

Les renseignements topographiques et statistiques à porter sur les cartes de base doivent être rassemblés sous une forme appropriée et conservés dans des banques de données. L'automatisation permet d'opérer une sélection parmi les informations extraites de ces banques; celles-ci peuvent être représentées par des éléments de cartes de différents types. Des traceurs automatiques reproduisent les résultats du traitement des données rapidement et sous une forme irréprochable sur le plan de la cartographie.

* El texto original de esta monografía, preparado por Wilhelm L. Pfrommer, Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M., República Federal de Alemania, se publicó como documento E/CONF 67/L.48

Presentación

El progreso económico exige extensas medidas de planificación en los campos político, económico y cultural. Condición necesaria para la administración metódica de una región económica o para la planificación y realización de proyectos destinados a cambiar la estructura espacial, es disponer de un material de mapas adecuado. Este material de mapas se tiene que derivar, en la mayoría de los casos a corto plazo, de datos ya existentes o de otros que se han de procurar de nuevo.

Los mapas con óptimo contenido de información son indispensables como medios de comunicación entre los centros de planificación y las entidades encargadas de la adopción de decisiones. Según las necesidades de la planificación se requieren informaciones sobre datos espaciales relevantes, cada vez con mayor frecuencia y, particularmente en forma de representaciones cartográficas. El fin principal de ello consiste en disponer a tiempo de mapas y series de mapas topográficos como material básico y de origen para la planificación y administración.

Las fechas fijas con arreglo a las cuales se tienen que elaborar principalmente los planeamientos, o la gran diversidad de proyectos de planificación exigidos, conducen al desarrollo y a la introducción de métodos de trabajo adecuados en el campo del procesamiento electrónico de datos y de la automatización. Estos procedimientos han de servir para automatizar ciertos procesos de trabajo cartográfico y, comenzando por utilizar el material de fuente, para acortar esencialmente la elaboración de bosquejos.

La introducción de procedimientos de trabajo cartográfico apoyados por ordenador está sujeta a distintas condiciones que varían de país a país. Por lo tanto, los procedimientos han de adaptarse a estas diferentes circunstancias.

El contenido de información topográfica y estadística de la serie de mapas básicos se tiene que adquirir en forma adecuada y se ha de almacenar en bancos de datos. Igualmente es necesario que los datos de planificación relevantes para el espacio sean almacenados en forma accesible para este procesamiento electrónico de datos. Todos los datos, para seguir elaborándolos, tienen que ser nuevamente accesibles en forma rápida y correcta.

Los procedimientos de automatización permiten luego representar informaciones seleccionadas de estos bancos de datos, en diferentes representaciones, en forma de elementos de un mapa. Las posibilidades de acceso a la entrada de datos, a decidir en el sistema de información por mediación de pantallas de representación visual interactiva, son indispensables y garantizan una amplia gama de aplicación de los procedimientos. Las máquinas de dibujo automatizado trazarán rápidamente los resultados del proceso en forma cartográfica intachable. A ser posible, para cálculos extensos hay que disponer en el sistema combinado de un ordenador de gran capacidad.

Un sistema cartográfico automatizado

Dentro del marco de tareas de investigación en el Instituto de Geodesia Aplicada *(Institut für Angewandte Geodäsie)* se ha concebido, en colaboración con fabricantes de instrumentos y empresas de *software*, un sistema de automatización multiescalonado para el campo de la cartografía.

Para las tareas centrales, el sistema cartográfico automatizado comprende: ordenador, máquina de trazado, digitizador interactivo, pantalla de representación visual interactiva y periféricos correspondientes. Este sistema se puso en función recientemente.

Para las tareas descentralizadas está previsto el siguiente sistema de adquisición de datos interactivo: ordenador, digitizador interactivo, pantalla de representación visual interactiva. Este sistema se suministrará dentro de poco.

Exclusivamente para tareas de adquisición de datos, desde hace tiempo se dispone de un digitizador indirecto *(off-line)*. Para cálculos extensos se utiliza también un ordenador de gran capacidad de otra entidad.

Como ejemplo del rendimiento de todo el sistema se indicarán el equipo y la función del "sistema cartográfico automatizado". Este sistema, suministrado por la empresa Contraves de Zurich, trabaja en el grado actual de desarrollo con los siguientes componentes de *hardware* (instrumentos) y *software* (programas).

Hardware:

Ordenador;
Ordenador Digital Equipment PDP-11/45, 80K-palabras (con 16 *bits*);
Periféricos del ordenador;
Consola de comando impresora LA 30;
4 discos magnéticos RK05;
2 cintas magnéticas TU 10;
Lector de fichas perforadas CR 11;
Lector perforador de cinta de papel PC 11;
Lector de cinta de papel Facit;
Impresora rápida LP 11 WD;
Periféricos cartográficos;
Digitizador Contraves Codimat B;
Pantalla de representación visual Tektronix 4014 con Hardcopy Unit;
Tablero gráfico Tektronix;
Coordinatógrafo automático Contraves Coragraph 1700.

Software:

Sistema de operación RSX-11 D;
Sistema de operación de la empresa Digital Equipment para el ordenador PDP-11/45;
Sistema de operación CIPS;
Sistema de programa cartográfico de la empresa Contraves.

Este sistema operativo cartográfico permite que en grupos de operación definidos se realicen simultáneamente los siguientes trabajos: digitización, dibujo, cálculo, transferencia de datos o digitización, trabajos en la pantalla de representación visual, dibujo, transferencia de datos.

Componente esencial de este sistema de operación cartográfica CIPS es un banco de datos cartográficos que permite la elaboración de 450.000 pares de coordenadas. Además le pertenecen programas de digitización y presentación visual con manipulación *(editing)*, programas de dibujo y simbolización, así como programas para seleccionar el contenido de bancos de datos.

Estos programas permiten, entre otras cosas, la aplicación de la menu-técnica, la rectificación y transformación de coordenadas, la demostración de datos en la pantalla de representación visual en su correspondiente simbolismo, el

uso de aproximadamente 30 funciones de presentación visual con manipulación *(editing)* en la pantalla de representación visual, el trazado procedente del banco de datos, así como la entrada y salida de datos en varios formatos de datos elegibles.

El programa general de dibujo AZP controla el trazador automático con las funciones de dibujo, esgrafiado y trazado óptico sobre material fotográfico.

Beneficio y coste del procedimiento de automatización cartográfica

No debe menospreciarse el volumen de los costes básicos y consecutivos para la introducción de procedimientos apoyados por la automatización. No se pueden dar informaciones sobre los gastos que ocasiona la elaboración del procesamiento electrónico de datos generales estadísticos y relevantes para la planificación. Tampoco se ha de considerar la obtención de datos básicos topográficos, por ejemplo por medio de procedimientos fotogramétricos. Sólo se tendrá en cuenta la elaboración cartográfica a base de datos fundamentales existentes.

Si se parte del hecho de que el procesamiento de datos cartográfico está incorporado en el margen de un sistema de servicios mayor, resultan los factores de coste que se nombran, como ejemplo, a continuación. Los costes están naturalmente sometidos a oscilaciones según las condiciones locales y el desarrollo de todo el equipo técnico.

Inversiones en edificios

Dentro del conjunto de edificios, el coste del espacio para 200 m² de área proporcional necesitada para el sistema de instrumentos, inclusive su equipo interior, corresponde a una cantidad aproximada de 800.000 DM (marcos alemanes).

Inversiones en instrumentos

El coste del sistema de automatización cartográfica y del sistema de adquisición de datos interactivo sube a 1.900.000 DM aproximadamente.

Costes de operación

Para el funcionamiento del sistema automatizado cada año hay gastos corrientes, que se refieren principalmente a las siguientes ramas: costes de personal, costes de material, deducciones, costes de mantenimiento, costes de uso de un ordenador de gran capacidad, costes de servicio para edificios y equipo general, costes generales de administración.

Los gastos totales suben aproximadamente a 1.650.000 DM al año. Teniendo en cuenta una duración de servicio anual de 4.000 horas de sistema, los gastos totales son de unos 410 DM por hora de sistema.

De investigaciones del Instituto se derivaron factores de tiempo para la formación apoyada por automatización de hojas completas de mapas. Los costes comprenden los siguientes campos de trabajo:

Adquisición digital de objetos del mapa;

Almacenamiento de datos preparados en un banco de datos;

Representación y manipulación de los objetos almacenados en la pantalla de representación visual;

Proceso de datos en un ordenador de gran capacidad;

Representación de los objetos del mapa en la máquina de trazado.

El coste total es inseguro, ya que se ha pronosticado por medio de los cálculos obtenidos con resultados individuales. El coste de personal comprende trabajos en el sistema de automatización y en el ordenador de gran capacidad, así como trabajos que inalteradamente deben realizarse a mano.

Como ejemplo se ha elegido la elaboración de una sección de una serie cartográfica topográfica a las escalas 1:200.000 y 1:250.000. La sección del mapa corresponde aproximadamente a una hoja del mapa 1:250.000 de usual división regular de hoja, o calculado de otra forma, a una área de 16.000 km² aproximadamente. El contenido de información topográfica se rige según las instrucciones de selección existentes para un terreno de elevada densidad de población.

Empleo de tiempo y costes en el proceso convencional

	Empleo de personal en horas	*Costes de personal en DM*
Elaboración de la sección de mapa 1:200 000	33 250	847 900
Elaboración combinada de las secciones de mapa 1:200.000 y 1:250 000	46 850	1 194 700

Empleo de tiempo y costes en el proceso apoyado por automatización

	Empleo de personal e instrumentos en horas	*Costes de personal e instrumentos en DM*
Elaboración de la sección de mapa 1:200 000	24 200	1 018 400
Elaboración combinada de las secciones de mapa 1:200 000 y 1:250.000	28 600	1 191 200

Una comparación detallada de ambos procedimientos conduciría demasiado lejos en este presente trabajo. Sin embargo, queda demostrado que el tiempo de elaboración de una sección individual de un mapa con el apoyo de la automatización baja al 78% del procedimiento convencional. Combinando la elaboración de dos secciones de mapas, el tiempo operativo se reduce al 61% del procedimiento convencional.

En la elaboración de una sección de mapa individual con procedimientos apoyados por automatización hay que anotar primeramente un incremento de gastos del 20%. Combinando la operación de dos secciones de mapas a las escalas nombradas y basadas en los mismos datos, el coste para ambos procedimientos puede ser considerado el mismo. La múltiple aplicación de la base de datos conducirá posiblemente a más reducciones en el coste.

Introduciendo en la cartografía procedimientos apoyados por la automatización pueden obtenerse considerables ga-

nancias de tiempo, siendo favorable la relación de coste y rendimiento.

En el campo de la planificación y en la ejecución de proyectos, la cartografía tiene la posibilidad de satisfacer con estos procedimientos las crecientes demandas para abreviar el proceso de trabajo en la preparación de los mapas.

BIBLIOGRAFÍA

Christ, F., "Die Kartographie erschließt sich eine neue Technologie", *Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik*, Zürich, 1/1975.

Johannsen, Th., "Software-Konzeption für eine kartographische Automationsanlage", *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen*, Reihe I, Heft 65, Frankfurt a. M., 1974.

Pfrommer, W. L.: "Cost and Benefit Considerations Concerning Computer-Aided Cartographic Systems", Paper Technical Working Session Commission III, ICA, Enschede, 1975.

Weber, W.: "An Example of a Data Base for Cartographic Data", *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen*, Reihe II, Heft 30, Frankfurt a. M., 1973.

The application of screen reproduction in cartography*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

La reproduction par trame a été largement appliquée en cartographie. Il a été montré que les méthodes photographiques présentent de grands avantages sur la méthode de report sur feuille métallique : elles garantissent des résultats reproductibles de très bonne qualité, se prêtent mieux à la normalisation et, ce qui n'est pas négligeable, sont plus économiques. Le présent document donne également plusieurs indications sur la production de trames de grande dimension et montre comment le phénomène de "moiré" peut être contrôlé au cours de l'impression trichromatique.

RESUMEN

La reproducción con tramados ha encontrado una amplia esfera de aplicación en la cartografía. Se ha demostrado que, en comparación con el método de copia en láminas de plástico, los métodos fotográficos tienen grandes ventajas. Son éstas: la seguridad con la cual pueden obtenerse resultados reproducibles de alta calidad, la mayor adaptabilidad de los métodos fotográficos para la normalización y, por último, pero no menos importante, la mayor eficiencia económica. El trabajo incluye también varias sugerencias para producir pantallas de tramado para copias de gran tamaño y muestra cómo puede controlarse el fenómeno del moiré durante la impresión tricromática.

INTRODUCTION

Nowadays, screen reproduction is used extensively in cartography. Half-tone screens are employed to decompose real half-tones into graphic elements that simulate half-tones. Examples of applications include the reproduction of photo maps and of hill-shading. Two distinct types of half-tone screens are used, which correspond to different dispositions of the photographic material: the distance screen and the contact screen.

Copying screens are used to structure or brighten surfaces or lines. These have sharp-edged graphic elements or screen patterns, and include the dot screen, line screen, cross-ruling screen, symbol screen and the like. The following report deals mainly with these copying screens.

COLOUR-ASSEMBLAGE PRINT BY MEANS OF FOIL COPY TECHNIQUE

Copying screens are intensively used in thematic cartography. To produce, for example, a 20-colour thematic map, modern reproduction techniques no longer call for using 20 single colours, printed one after the other to obtain the desired map. Rather, trichromatic printing is now used: mixed colours can be obtained in great numbers through different brightenings of the three primary colours (yellow, cyan and magenta) and through use of a corresponding printing process. In order to prepare the respective printing forms, single masks must be produced for the different colour areas. These colour masks must be assembled one after the other on a single transparent carrier before being transferred to the printing plate. During this procedure, the colour masks are screened, taking into consideration the chosen tonal values of the single colours. Usually, this assembly of the different map elements is carried out with the foil copy method (positive-assemblage print). Starting with positive colour masks, the areas that are to contain, for instance, cyan, in different gradations, are assembled one after another: coating; first exposure under the colour mask; second exposure under the chosen copying screen; development; application of dye; recoating; exposure under the colour mask; second exposure under the respective copying screen; and so on.

These numerous assemblages must be done very accurately, in order that the chosen copying screens be well-transferred in their percentage screen density. Because of different coating thicknesses and inconstancies in the duration of exposure and development, shifts of tonal value can easily occur. During the combination printing, these result in mixed colours that are not identical to the ones chosen. When thinking about costs, these qualitative drawbacks must be taken into consideration, as must the disproportion-

* The original text of this paper, prepared by Professor A. Heupel, Institut für Kartographie und Topographie der Universität Bonn, appeared as document E/CONF 67/L.61.

ate amount of time needed for the great number of copying processes. The remark that the positive print is not well suited for standardization is of importance, too.

The application of the photographic print method

These drawbacks of the positive print, from several different points of view, invite our attention to another method: the photographic print method.

Here, we start from negative colour masks, which are exposed one after another on a photographic coating. It different screenings are to be produced, screens of corresponding percentage densities have to be put between the negative mask and the film (of course, these screens are also negative). After the several exposures (additions), which for each step need only a few minutes, development, fixing and washing of the film take place. That is all.

At each stage, the accurate registration of the different colour masks in the darkroom requires a registration device, which in any case should be used in cartography for high-quality work. The originals, in yellow, cyan, magenta and black (obtained, as shown above, through the photographic assemblage print of the single map elements), can be used directly for the photomechanical preparation of the printing plates. This process, the principle of which is presented here, will be described with more detail below.

For photomechanical preparation of the offset printing plate, a reversal-film positive is needed. The colour masks, therefore, must be true-sided, if a layer-to-layer exposure is wanted. The strip-mask method is used, with great advantage, to produce the colour masks. Outline originals showing the area boundaries are very useful. After printing on a strip-mask layer, dying all the developed outlines and stripping the chosen areas, we obtain a negative area mask that does not contain the outlines. If these are to be included in the mask, we strip first and then mask, by hand, the outlines not wanted between the remaining areas. By using image spread while copying the outline original, we can easily obtain minimally narrow outlines of the areas. But these must remain wide enough that a flawless separation is guaranteed during stripping. Additional printing of the outlines (always recommended) is a sure way to avoid "lightning" between neighbouring colour surfaces.

Before printing or (better) before the production of printing plates and assemblage copy, proof checking must take place. If this means only the verification of the correctness, and not of the colour-match, a photomechanical proof of the added colour gradations is sufficient. If this is not enough, colour-proofing systems such as the Cromaline method can now be used, which largely avoid the need for very expensive proof prints.

If mistakes are found during proof checking, these can be removed only with great difficulty when using the photographic print method. It is usually more practical to correct the colour mask and to repeat the assemblage of map elements. This is easier and guarantees the desired standard of quality.

In comparison with the foil positive assemblage print, the photographic print method is undoubtedly superior. It offers a high level of assurance of reproducible-quality product; it is definitely convenient for standardization; and finally, it is economically more efficient, for it is much less time-consuming. The disadvantage of the technique, that corrections cannot be made easily, can be counterbalanced by an adequate organization of work.

While dealing with the use of negative colour masks in photographic printing, mention must be made of a further possibility, which results, basically, from the method itself. The assemblage of the map elements can be made directly on the printing plate, if a negative plate is used. It follows, then, that the above-mentioned (addition) method can also be applied directly onto the printing plate; in that case, the registration process must include the printing plate. This would eliminate the possibility of proof checking; proof printing would then be necessary.

Production of large-size copying screens

In writing and speaking about the applications of screen reproduction, one often forgets the screen itself, and assumes that no problems are present in this field. Everyday high-quality work with copying screens demonstrates, however, that the situation is quite different.

In cartographic reproduction techniques, large-size copying screens with different percentage densities (used to produce a light-dark gradation) are needed again and again. As is already known, variations in percentage screen density are obtained through alteration of point-size. These are obtained with distance screens during production, e.g. in the reproduction camera, by using differing exposure intensities and varying the duration of development.

With exposure on lith-type film, with steep gradation and adequate lith-type developing, a steep flank of the individual screen points is obtained. This sounds, and really is, easy and obvious, so long as a small size is needed.

However, exposure and development have a decisive influence on the size and structure of the screen points. During exposure, we notice a decrease of light intensity towards the edge of the film. Further development difficulties are especially likely in obtaining uniform wetting of the film. The high demands made on the exact interplay of exposure and development make standardized processing difficult. For the screen point is a demanding—not to say a neurotic!—collaborator. Therefore, if demands are made for high quality, one can only obtain sizes up to 60 × 60 cm; uniform illumination and an adequate development are nearly impossible for larger formats. High technical demands are also made on the very sensitive engraved-glass screen. For large sizes we are at the limit of the capability of conventional production techniques.

The development and introduction of automatic plotters has created new possibilities for the production of copying screens. The fundamental idea is simple: take a very good scribing coat and scribe a line screen with a plotter. This instrument guarantees a uniform line width for a long time, if the bearing pressure of the scribing graver is constant and if its centring is exact. For a line screen 1 m × 1 m in size with a screen density of 54 lines per cm, 5,400 m of constant-width lines must be scribed! This is nearly within reach in routine practice. With adequate programming, 20 hours are needed for the operation. This line screen can easily be copied twice, in order to get a cross-line screen, the negative of which gives the desired point screen with individual points nearly square. To obtain specific screen

densities, the line width has to be precalculated and maintained exactly during scribing.

As with every other screen that is in practical use, variations in screen density must be taken into consideration. These occur during the transfer to screened-up film positive, between positive and printing plate and, finally, between plate and paper (a percentage screen-density transfer function). During production of the copying screen itself, one is independent of exposure and development.

The moiré phenomenon

With trichromatic printing, mixed colours are produced from the three primary colours, yellow, cyan and magenta. The colour plates must be kept precisely at specific angles to one another. It is the only way to obtain even colour tones over large colour areas and to avoid moirés. An angle precision of a few minutes is needed, at a screen density of 54 lines per cm, to obtain a moiré period greater than 50 cm. Exactness of this order is not easily reached. (A one-minute angle is so tiny that it may best be visualized by imagining you are looking at a coin 2 cm in diameter, at a distance of 70 m; the angle thus subtended is about 1′.) Only a supreme effort, applying all technical possibilities, has made it possible to build a mechanical device, with the help of which such precision could be reached in a reproducible way.

Such critical accuracies will inevitably overtax an everyday production facility. In fact, such precision can be realized only so long as the screen originals are on film. During the transfer to the printing plate and especially during printing, small swings always occur in the printing plate and in the paper conveyor; these make themselves felt as angle-magnitude errors. (With a map length of 70 cm, 1′ may correspond to approximately 0.2 mm.) The nonuniformity of the paper used in different printings also has a negative influence on the printed result. Obviously, in trying to get a very exact angle, we soon reach the limits of the method, and all our efforts to reproduce an exact angle come to nothing. A fundamentally different method must be found.

Recent work shows that if we take particular criteria of optimization into account, and use different screen densities for the different primary colours, the demands on the accuracy of the single angle settings are reduced to the order of 1 to 2 degrees. This margin is so great that it can be kept very easily. Nor do other printing inaccuracies have any disturbing influence on the result. For trichromatic screen printing, these screen densities and angles are as follows:

Colour	*Screen density*	*Screen angle*
cyan	63 points/cm	− 20.5°
magenta	56 points/cm	+ 15.0°
yellow	59 points/cm	+ 49.0°

For quadrichromatic screen printing, the densities and angles are:

Colour	*Screen density*	*Screen angle*
black	63 points/cm	− 20.5°
magenta	56 points/cm	+ 15.0°
cyan	59 points/cm	+ 49.0°
yellow	56 points/cm	0°

Instead of the rosette structure seen hitherto, a uniform fine moiré now appears, which produces a steady, quiet-looking, constant colour tone.

Summary

Screen reproduction has found a wide field of application in cartography. It has been shown that the photographic methods have great advantages, as compared with the foil copy method. These are the assurance with which reproducible, high-quality results may be expected, the better suitability of the photographic methods for standardization and, last but not least, their greater economic efficiency. The paper also has given several hints for the production of large-size copying screens and shows how the moiré phenomenon can be controlled during trichromatic printing.

Bibliography

Heupel, A. Standardisierte Verfahren in der Reproduktionstechnik (Standardized methods in reproduction technique). *Kartographische Nachrichten*, 25. Jahrgang, Heft 2 (1975).

Morgenstern, D. Die photographische Zusammenkopie als Alternative zur Folienkopie (The photographic assemblage print; an alternative to the foil copy). *Kartographische Nachrichten*, 22. Jahrgang, Heft 4 (1972).

Schmidt, H. Ein Beitrag zur mehrfarbigen Rasterreproduktion unter besonderer Berücksichtigung großformatiger Kopierraster und einer optimalen Kombination zwischen Rasterwinklung und Rasterweite (A contribution to polychromatic screen reproduction with special attention to large-size copying screens and optimal combination of screen angle and screen density). Thesis, Universität Bonn, 1975.

Technical novelties in geodesy and cartography*

Paper presented by Hungary

RÉSUMÉ

Géodésie et photogrammétrie

De nouveaux types d'instruments ont été mis au point et appliqués avec succès en Hongrie depuis 10 à 15 ans. Au nombre des plus importants figurent des géodimètres (tels que l'AGA Nasm 6 et 6A) pour la mesure des distances; des gyrothéodolites (tels que le MOM Gi B-1, fabriqué en Hongrie) pour la mesure des angles; des instruments de nivellement (tels que le MOM Ni A-31, fabriqué en Hongrie) et des planigraphes photogrammétriques pour l'établissement de cartes topographiques et à grande échelle. Ces derniers sont conçus pour faciliter la tâche de l'opérateur et sont maintenant fabriqués en Hongrie; ils peuvent être reliés à tout type de planigraphe à bande.

Des ordinateurs de bureau et des calculateurs de poche dotés de trois ou quatre registres et de fonctions trigonométriques, tels que le Hunor 251 et le TK 836, fabriqués en Hongrie, ont récemment été utilisés.

Cartographie

Un atlas par régions en six volumes, qui comprend plus de 1 500 cartes à la même échelle représentant l'ensemble du territoire de la Hongrie et dans lequel figurent les données les plus récentes disponibles en 1970, a été publié en 1974. Des ordinateurs ont été utilisés pour traiter le volume important de données portées sur les cartes. Les tableaux de données obtenus par ordinateur ont considérablement facilité les travaux d'édition.

D'autres améliorations techniques importantes ont récemment permis d'accélérer le processus de production des cartes.

Les séries de cartes imprimées sur des plaques transparentes qui peuvent être projetées sur un écran ou superposées pour faire simultanément apparaître différentes catégories de données sont un puissant instrument d'analyse. La sérigraphie constituerait le meilleur moyen de répondre à la forte demande de reproduction sur plaques de plastique en Hongrie.

Le niveau technique élevé des méthodes modernes appliquées en Hongrie est démontré par l'importance de ses exportations de cartes. La publication, coordonnée par la Hongrie, des 234 feuilles relatives à l'Amérique latine de la Carte du monde au 1/2 500 000 a été menée à bien en 1975. Ces feuilles ont été préparées par les services cartographiques de la Hongrie et de la République démocratique allemande. L'Atlas climatique de l'Amérique du Sud que l'UNESCO a fait établir pour l'Organisation météorologique mondiale constitue l'un des grands travaux cartographiques récemment réalisés en Hongrie.

* The original text of the paper appeared as document E/CONF 67/L. 56.

RESUMEN

Geodesia y fotogrametría

En los últimos 10 a 15 años se han diseñado y aplicado con éxito en Hungría varios nuevos tipos de instrumentos y de equipos topográficos. Entre los instrumentos más nuevos e importantes se encuentran los geodímetros (como el AGA Nasm 6 y 6A) para la medición de distancias; los giroteodolitos (como los del tipo MOM Gi B-1, fabricado en Hungría), para la medición de ángulos; los niveles (como el MOM Ni A-31, fabricado en Hungría) y los planígrafos fotogramétricos para el trazado de mapas topográficos y de mapas en gran escala. En los nuevos tipos de planígrafos fotogramétricos se ha tenido especialmente en cuenta la comodidad de los operadores. Esos aparatos, que se están construyendo ahora en Hungría, podrán conectarse a cualquier planígrafo de cinta. Recientemente se han utilizado computadoras electrónicas de escritorio y calculadoras de bolsillo, con tres o cuatro registros, y funciones trigonométricas, como los aparatos Hunor 251 y TK 836, fabricados en Hungría.

Cartografía

En 1974 se publicó una serie de atlas regionales en seis volúmenes que representan todo el territorio de Hungría en más de 1.500 mapas de escala uniforme y contienen datos correspondientes a la misma época (1970). Se emplearon computadoras para elaborar la gran cantidad de datos incluidos en los mapas. Los datos, que las computadoras entregaron en forma de cuadros, facilitaron considerablemente el trabajo de preparación.

Recientemente la introducción de otros importantes adelantos técnicos ha acelerado el proceso de producción de mapas.

La serie de mapas impresos sobre planchas transparentes que pueden proyectarse sobre una pantalla o una pared, o utilizarse para mostrar varios temas al mismo tiempo superponiendo varias láminas, es una importante ayuda didáctica. En Hungría la gran demanda de mapas reproducidos en planchas de plástico pudo atenderse utilizando el método de impresión serigráfica.

El alto nivel técnico de los métodos modernos aplicados en Hungría ha quedado demostrado por el notable volumen de exportación de mapas del país. En 1975 se terminó la publicación de las 234 láminas del Mapa del Mundo, escala 1:2.500.000, correspondientes a América Latina, una tarea que coordinó Hungría. Las láminas para América Latina fueron compiladas por los servicios cartográficos de Hungría y la República Democrática Alemana. El Atlas Climático de América del Sur, encargado por la UNESCO para la Organización Meteorológica Mundial, es una de las obras cartográficas importantes realizadas recientemente en Hungría.

Geodesy and photogrammetry

In the past 10 to 15 years, in fields of geodesy and photogrammetry have seen the introduction of new surveying instruments and equipment, which operates on new principles. A number of these have been applied with success in Hungary. In general, these instruments show the advantages of greater accuracy and reliability, higher efficiency and improved suitability, in the information obtained, for use with computer procedures.

We have grouped the newer and more important of these instruments and other equipment under headings corresponding to the chief activities in surveying, as follows: distance and angular measurement; levelling; detailed surveying and photogrammetric measurement; computation of the coordinates; map-making; data storage; and data services.

Distance measurement

Of late, the so-called "physical distance measuring instruments", whose operation is based on the travelling speed of radio waves or light waves, have become widely used. Of these instruments, the tellurometer in particular was previously used in Hungary, for direct measurement of long (30-to-40-km) distances. Its advantage was that it was not necessary to make visible the points to be measured. Its disadvantage, however, was its relatively low accuracy; moreover, error factors sometimes occurred, probably due to meteorological effects, causing rough error. For these reasons we prefer the other type of physical distance measuring instrument, the electro-optical distance meter, to the tellurometer.

Electro-optical distancers, whose operation is based on the travelling speed of light waves, can be used for both long-range (ca. 10-to-20-km) and short-range (ca. 1,000-to-2,000-m) measurements.

Geodimeters such as the AGA Nasm 6 and the AGA Nasm 6A, which fall into the long-range group, have been applied with success to the measurement of triangulation networks in Hungary. These instruments can be applied with higher effectiveness at night. Short-range electro-optical distancers, such as the Wild Di-10, Kern DM 1000 and EOK 2000, use light (such as infrared light) with a wavelength different from that of natural light; thus, they can be used in sunlight with no difficulty. These instruments are applied in the measurement of traverse points or other lower-order reference points used directly in detailed surveying.

To facilitate and speed up the processing of the data obtained by short-range distancers, recording equipment may be connected directly with distance meters. Thus the results of the measurement can be recorded directly on computer input medium. Beyond this, the digital readout of the results may also be displayed visually.

The distances measured by physical distance measuring instruments are generally different from actual horizontal distances. The measured distance values can be reduced to the horizontal using knowledge of the altitude difference or the slope angle. Meteorological factors are also taken into consideration in the reduction of high-precision measurements. Characteristic of the newest instruments is reduced weight (3-4 kg) and size, visual display of the results and extraordinary simplicity of operation. Some types can also be combined with theodolites.

Angular measurement

The chief technical novelties in the field of angular measurement are the gyroscopic theodolite (gyrotheodolite) and the code theodolite. The gyrotheodolite is essentially a traditional theodolite, linked to a gyroscope driven by a small electric engine, by means of which the reference angle of the pointed triangle or traverse sides can be obtained directly with an accuracy of 5 to 30 in. The type MOM Gi B-1, made in Hungary, is such an instrument. Gyrotheodolites have a very great importance and scope of application in mining and in the construction of tunnels and underground installations, where there is no possibility of obtaining reference from external points.

By means of a code theodolite the data of angular measurement, i.e., the date, the weather characteristics, the identification numbers of the measured points and the angle values obtained, can be recorded on hole tapes. Thus the data of angular measurement can be directly processed by computers.

Levelling

Levelling instruments are always of the greatest importance in altitude measurement. At present, high-precision automatic levelling instruments are available, in which the levelling of the direction plane is implemented not by level but by a clear-swinging compensator prism. In one instrument produced in Hungary (the MOM Ni-A-31 levelling instrument) it is possible to correct the unequal lengthening of the thin pendulum wires of the compensator prism, thus further increasing the accuracy of levelling.

Ground surveying and photogrammetric measurement

Recent breakthroughs in the application of computers to ground surveying and photogrammetric measurement have given code instruments and recorders an important role in this field. The code instrument used most widely in ground surveying is the code tacheometer, essentially a combination of a code theodolite and a short-range distancer. The instrument records the results of the tachymetric measurement on five-channel or eight-channel hole tape, in a form applicable directly to computing procedures.

Different photogrammetric methods are widespread in topographic and large-scale map-making in Hungary. The reference points in these methods are generally obtained by aerial triangulation.

The new types of photogrammetric planigraph show an effort to provide greater comfort for the operator, characteristically by means of more compact design, as in the Zeiss Metrograph. Different recorder types, using paper or magnetic tapes, have also been developed in this field; typical is the Wild EK-8. Such an instrument is currently under construction in Hungary, which will be usable with planigraphs of every type.

Orthoscopy is another important line of development, creating the framework within which the orthophotomaps can be produced. The essence of orthoscopy is that the photomaps of the ground, having been broken up into microparts and projected through a small gap (controlled in

accordance with the altitude changes of the ground), are then recompiled from their smallest details.

Thus the positional accuracy of the map details can be safeguarded with slight (usually negligible) error. The orthophotoscope instrument produces a new, metric photomap from the small elements of the original aerial photo. Its principal advantage is speedy and economical production; moreover, the orthophoto saves the complete content of the aerial photo.

Computation of the co-ordinates

Electronic desk computers and pocket computers (microcomputers) have been used recently. There are microcomputers now available that have three or four registers, built-in trigonometric functions and the like. Such types (e.g. the Hunor 251 and TK 836) are manufactured in Hungary as well. The Hewlett-Packard 65 pocket calculator is programmable, and can record its programme on a magnetic fiche.

The big computers are widely used in the computation of co-ordinates. Their advantage lies in the area of large-scale data processing, speedy and error-free adjustments and highly complicated aerial triangulation programmes.

Map-making by computers

Map-making has already been accomplished by means of computer and automatic plotter, on the basis of a drawing programme. The chief advantages of automatic map-drawing are high accuracy and speed; moreover, the map can be recompiled at any scale and at any time. Preparation work is needed for the data, however, and the task of programme production is considerable and must be done faultlessly. Automatic map-plotting is in fact effective and economical only if we preserve the input data that forms the basis of the map, to be used again for the next map-plotting.

The digitizer is an important piece of complementary equipment in automatic map-making, With the digitizer, the content of graphic maps can be recorded on computer input medium (hole tapes or magnetic tapes).

Data storage and data services

The new media of data storage are, first of all, the computer inputs and outputs, as mentioned above (magnetic tapes and disks). Their advantage is that they can store a great mass of information in a relatively small space, where it is quickly and easily accessible. If data storage is implemented in the form of a data bank, the stored data can be linked, regrouped and displayed with ease through computer programmes. The newest devices for data service are visual displays, with screens similar to that of a television.

If we wish to reserve, in their original form, the bits of information used in the drawing without the need for a great deal of storage space, we use microfilm or microfiche. The microfilm is a tape with microphotos, taken sequentially; the microfiche is a small sheet of film (ca. 10 × 10 cm) on which hundreds and sometimes thousands of microphotos can be stored. Special equipment is available as needed to read, project and copy the information on microfilm and microfiche.

Cartography

In handling the flow of information as it is used in modern economic management, thematic maps have become our major stand-by; they are used to represent natural features, population conditions and the spatial aspects of production in an expressive, easy-to-read and memorizable form. Economic management, the reasonable regional division of labour and the optimal exploitation of natural resources—all require maps containing the latest data.

Maps cannot be produced in large quantities and within a short time by traditional methods; therefore we must resort to computers. As a measure to advance economic management and regional planning, a six-volume atlas series was published in Hungary in 1974. The atlas covered the entire territory of the country, indicating natural and economic conditions on more than 1,500 maps of uniform scale containing data for the same period of time (1970). We employed computers to process the large amount of data (several hundred thousand bits of information) that appeared on the maps, to measure the proportional point symbols and to establish the category grades. The data, coming from the computers in the form of tables, considerably facilitated the task of editing the maps.

More recently the computation of data has been supplemented by programmes enabling the computer's line printers to compile the drafts of diagrammatic maps in several variations and at several scales (1:200,000, 1:500,000 and 1:1,000,000) simultaneously with data processing.

Not only map drafts, but also parts of fair drafts, suitable for direct plate-making, can be prepared by automatic scribing instruments attached to the computer. The elaborated programmes permit the scribing of four proportions of map symbols at four scales: 1:200,000, 1:250,000, 1:500,000 and 1:1,000,000

We have also found wide use for plastic drawing bases (plastic drawing materials). Fair drafts are prepared by graving methods, and masks are prepared using strip films. Names are set on self-adhesive (strip) films by filmsetting devices. For certain types of maps we widely use prefabricated self-adhesive screen films for the preparation of tones.

Recently, the introduction of further important technical novelties, besides those already enumerated, has promoted the speeding up of the map-producing process:

(*a*) The time used for reproduction (exposure, development and fixing) has been considerably reduced by the employment of copying layers, chemically presensitized printing plates of a new type;

(*b*) The uniform pin system is now used for the registration of the parts of the work (films) involved throughout the whole working process. Registration by pins, applied also on the printing machine, has considerably reduced the time needed for setting the plate;

(*c*) The introduction of chemical technologies has facilitated the production of rapid proofs with high-spead four-colour printing machines;

(*d*) The work of map folding and binding has been completely mechanized;

(*e*) To satisfy the increasing demand of tourism for maps (illustrated by drawings and colour photographs and supplemented by informative text), we widely apply the proce-

dure of processing painted map bases and colour photographs with photographic colour separation, then reproducing them in four colours. Automatic small-scale filmsetting machines permit the rapid production of book-like text pages, printed on both sides;

(*f*) The map series, printed on transparent plates and projectable on screen or wall, or showing several subjects at the same time by superimposition of several sheets, is an important modern study aid. In Hungary, the great demand for colour projections can best be met by the use of silk-screen printing on plastic plates.

The modern, advanced technical level of the methods applied in Hungary are proved by our extensive map exports. Besides these applications of modern technology, the high quality of secondary and university education of cartographers in Hungary is further guarantee of the high content level of our maps.

Our educational and other institutions are ready to lend a helping hand in the solution of Latin America's cartographic problems and in the acquisition by Latin American countries of the most advanced cartographic technologies.

Photogrammetric map-compilation methods used in the Union of Soviet Socialist Republics*

Paper presented by the Union of Soviet Socialist Republics

RÉSUMÉ

La stéréophotogrammétrie constitue la principale technique utilisée pour la production de cartes topographiques en Union soviétique. La production d'une carte stéréophotogrammétrique comprend les phases suivantes : levé aéroporté; préparation planimétrique et altimétrique; extension photogrammétrique; photo-interprétation; rendu du relief; dessin général de la carte. L'échelle du levé aéroporté est deux à quatre fois inférieure à celle de la carte à établir, et des télémètres et altimètres radio, ainsi que des statoscopes, sont utilisés.

Deux chambres de prises de vues de focales différentes sont montées à bord de l'avion photographe. La chambre à focale courte donne les photographies nécessaires aux mesures photogrammétriques, la chambre à focale longue les photographies utilisées dans les travaux de photo-interprétation en atelier. Les points géodésiques sont en règle générale espacés de cinq ou six bases, selon l'échelle de la carte à établir.

Le cheminement photogrammétrique est réalisé en appliquant des méthodes analytiques, au moyen de stéréocomparateurs de précision, d'instruments à tracer stéréoscopiques et de calculateurs. Des stéréographes et des stéréoprojecteurs sont utilisés pour la compilation. En ce qui concerne la vérification de la teneur et de l'échelle de la carte, la vérification sur le terrain de la photo-interprétation peut être générale (et porter sur l'ensemble de la zone représentée) ou partielle (et ne porter que sur certaines bandes).

Les noms géographiques sont ajoutés au moment de la vérification sur le terrain de même, le cas échéant, que les détails n'apparaissant pas sur les photographies.

RESUMEN

La técnica principal de producción de mapas topográficos en la Unión Soviética es la estereofotogrametría. La producción de un mapa estereofotogramétrico incluye las siguientes etapas: el relevamiento aéreo; el control horizontal y vertical; la extensión fotogramétrica; la fotointerpretación; el trazado del relieve y el diseño global del mapa. La escala del relevamiento aéreo es de dos a cuatro veces menor que la del mapa que va a elaborarse, y se utilizan telémetros radiales, altímetros radiales y estatoscopios.

Dos cámaras aéreas de diferentes distancias focales se montan a bordo de la aeronave que realiza el relevamiento aéreo. Con la cámara de distancia focal corta se obtienen fotografías para las mediciones fotogramétricas y con la cámara de distancia focal larga, fotografías para la labor de fotointerpretación. Como norma, los puntos de control geodésico están espaciados a intervalos de entre cinco y seis líneas de base, según la escala del mapa que debe elaborarse.

El ensamblamiento se realiza por métodos analíticos utilizando estereocomparadores precisos, mecanismos de estereotrazado y computadoras. Para la compilación se utilizan instrumentos estereofotogramétricos para uso general (estereógrafos y estereoproyectores). Respecto de la verificación del contenido y escala del mapa, la comprobación sobre el terreno de la fotointerpretación puede ser global (para toda la región) o parcial (sólo para franjas separadas).

Simultáneamente con la comprobación sobre el terreno se agregan los nombres geográficos, y también pueden agregarse los accidentes geográficos que no son distinguibles en las fotografías.

Along with further development of 1:25,000-to-1:50,000-scale map production in the Soviet Union, surveying at the 1:500 to 1:10,000 scale and map revision have been significantly increased during recent years as regards volume of work. The values established for relief-section interval depend upon map scale and the features of landscape to be surveyed.

Large-scale surveys are intended for town building, improvement and irrigation, agriculture and many other public industry tasks. Their particular patterns are suited to the huge volume and variety of physico-geographical conditions. Thus their methods and instrumentation should be suitable for over-all, multipurpose application.

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L 40.

The main technique of topographic map production is the stereophotogrammetric method. Other methods (such as tacheometric, plane-table and terrestrial stereophotogrammetric survey) are seldom used at local, small-area sites.

Stereophotogrammetric map editing involves the following stages: air survey; horizontal and vertical control; photogrammetric extension; photointerpretation; relief drawing; and over-all map design.

The scale of the air survey is from two to four times smaller than the scale of the map to be compiled; radio distance meters, radio altitude meters and statoscopes are used.

Depending upon the scale of the map, TAS air cameras are used, with different focal lengths (50, 70, 100, 140, 200 and 350 mm) and an 18- × 18-cm frame format.

Film flattening is done on pressing glass with control grid, which permits measurement of the extent of film distortion.

A rotor shutter is used in our air cameras, with exposure interval up to 1/800 of a second; exposure is governed automatically.

In most cases, optimal scale permits stereophotogrammetric relief drawing and photointerpretation to be done so as to meet the demands of the map compilation.

Two air cameras with different focal length are often mounted on board the aeroplane equipped for air survey. A short-focal-length camera gives photograms for photogrammetric measurements and the long-focal-length camera is used for office photointerpretation work. Air cameras are placed in a gyrostabilizing frame, which allows photos to be obtained with a tilt angle of 10 to 15 degrees. Air survey imagery is produced on black-and-white, colour or spectrozonal film.

Horizontal and vertical control is established, sparsely, to provide geodetic points for each strip of the air survey. The geodetic control-point spacing is equal to between five and six baselines, as a rule, and depends on the scale of the map to be compiled.

Photogrammetric bridging is carried out, by means of analytical methods, with the use of precise stereocomparators, stereomarking devices and computers. The automated Stereocomparator SKV (Soviet Union) and Stecometers (DDR) are used with measured co-ordinates recording on typewriter, punch tape and the DSI and NT stereomarking devices.

General-purpose stereophotogrammetric instruments, such as the SD-3 and SC Stereographs and the SPR-3 Stereoprojector, are used for compilation.

The SC Stereograph is a modified version of the SD model; it is capable of processing photos at any focal length with 8× enlargement. The instrument equalizes the photogram illumination and records model point co-ordinates on punch tape.

In surveying flat terrain, a photoplan is used. Photo rectifying is carried out by means of the FTB (Soviet Union) and Seg V (Federal Republic of Germany).

For photo rectifying in broken areas the OFPD Orthophotoprojector is used, giving orthogonal projection of the photo image. In this case the compilation sheet is produced on a photoplan; when line content and relief drawing are made on general-purpose stereo-photogrammetric instruments, the compilation sheet is prepared in the form of a graphic manuscript. Office photointerpretation is carried out together with compilation on general-purpose instruments. As regards content and scale of the map under production, field checks of the photointerpretation may be over-all (for the whole area) or partial (for separate strips only). Simultaneously with the field check of photointerpretation, additional surveying is produced to draw objects that have not been represented on the photo and to store digital data and geographic names.

In closed-ground and large-scale town surveys, when tall plants and buildings create obstacles to stereoscopic relief drawing with relief section interval of 1,0 to 0,5 m, a combined method is used. In this case relief and additional line-element surveying is carried out by means of geodetic instruments. Air survey for this purpose is done using a camera with a focal length of 100 to 200 mm.

Topographic map updating is produced according to new air survey data for the whole scale range simultaneously. The technology for the map updating is chosen according to the extent of the changes. When the proportion of changes is more than 40 per cent, a new photoplan is compiled and contours are transferred from the previous map. When the number of changes is less than 40 per cent, the manuscript is corrected on a translucent base according to rectified photograms, photoplans or orthophotos. When necessary, correction is produced on general-purpose instruments.

As a rule, revision is begun from the largest scale map, and the maps of the next scale range are corrected over the large-scale map.

Automation of the process of topographic map compilation and revision is now under investigation.

Some uses of a digital topographic-data base*

Paper presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

RÉSUMÉ

L'Ordnance Survey a mis au point un système d'automatisation de la production des cartes, qui permet notamment de produire des cartes dérivées au 1/10 000 et au 1/25 000 à partir de plans originaux au 1/1 250 et 1/2 500. Il exploite actuellement ce système pour créer une base de données topographiques numériques à grande échelle.

La communication décrit et illustre par des exemples la manière dont une série de cartes à différentes échelles peut être produite à partir d'une base de données numériques et elle explique comment l'Ordnance Survey compte satisfaire la demande croissante de données cartographiques devant être utilisées dans des systèmes de traitement électronique de données.

RESUMEN

El Instituto Geográfico Británico ha desarrollado un sistema de automatización de la cartografía que incluye la derivación de mapas en escala 1:10 000 y 1:25.000 a partir de mapas originales en escalas 1:1 250 y 1:2 500. Actualmente está empleando este sistema para crear una base de datos topográficos digitales en gran escala.

En el trabajo que contiene secciones de mapas como ejemplos, se describe cómo puede producirse una serie de mapas en diversas escalas a partir de una base de datos digitales y se explica cómo el Instituto Geográfico Británico espera satisfacer la demanda cada vez mayor de datos cartográficos para su utilización en sistemas de información basados en computadoras.

INTRODUCTION[1]

Background

Ordnance Survey's early ideas of automation in cartography, which were conceived with the advent of the computer-controlled drafting machine, have over the years become transformed into the reality of a pilot scheme that is laying the foundations of a large-scale topographic digital data base. The creation of a data base is of course worthless in itself, unless it is fully exploited. It is this exploitation which the Ordnance Survey is vigorously pursuing and which this paper describes.

Before describing both existing and possible uses of the Ordnance Survey topographic digital data base, it is necessary to explain briefly the data-capture process and the data structure used, although these topics have been covered in depth elsewhere.[2]

The creation of the data base

Data capture in the Ordnance Survey context is the conversion of graphic data at scales 1:1,250 and 1:2,500 into digital form, using an ordinary, manually-controlled cartographic digitizer. These scales are the Ordnance Survey's two largest map scales, the 1:1,250 scale being used for urban areas and the 1:2,500 scale for rural areas.

Our method of digitizing is by discrete points only; straight lines are therefore simply held as two pairs of co-ordinates. In the case of curved lines, points along the curve to be digitized are selected strictly according to the skill and judgement of the operator; a mathematical spline is then used during subsequent computer processing to generate sufficient additional points such that when these are joined in a drafting machine by straight line vectors they appear to the human eye to form a continuous curve.

The variety of uses to which the data might subsequently be put demands that each feature be given a descriptor, hereinafter referred to as a "feature code", to indicate its nature, for example, whether it is a surface level, a stream, a public building and so on. This information is recorded during the digitizing operation. For editing and selection purposes, individual features are also given an identifier, in the form of a computer-generated serial number, during computer processing of the digitized data. These serial numbers are allotted to features in the order in which they were digitized and are unique identifiers within a map sheet.

The actual digitizing techniques and operations have been designed to minimize the restrictions imposed on the draftsman and to increase his involvement and hence his job satisfaction. While rules cover such decisions as whether the line representing the boundary between river and field should be coded as "edge of river" or "fence", the order in which individual items of detail are digitized, for example, is an operator decision.

Since data are initially captured and subsequently updated by map sheet, it is logical and convenient to store the data for each map sheet as a separate subfile. Within a map sheet the number of co-ordinate pairs required to represent a feature varies from a single pair for a point feature to a large number of co-ordinates for a long curvilinear feature, and for this reason data records are of variable length. No attempt is made to link the records of features that interact on the map.

PRODUCTION OF 1:1,250- AND 1:2,500-SCALE MAPS

The digitizing techniques and software designed to capture and process Ordnance Survey map data were developed specifically to enable maps at the same scales as the original graphics to be automatically plotted from the data, while retaining the same degree of accuracy as was achieved by

* The original text of this paper, prepared by Colonel R. G. Atkey, M.B.I.M., and Captain R. J. Gibson, M.A., R.E., appeared as document E/CONF.67/L.20.

[1] Annexes I-VI (colour maps) are placed in the pocket at the end of this volume.

[2] R. G. Atkey and R. J. Gibson, "Progress in automated cartography" Paper No. J3, Commonwealth Survey Officers' Conference (Cambridge, 1975)

conventional methods of production. This was therefore the one use of the data base that had been proved feasible before the pilot scheme began—and had, indeed, led directly to its instigation. The Ordnance Survey has over 200,000 maps at these scales; and it was therefore clear that those produced by automated means would have to live alongside those produced by conventional means for some years, and hence should closely resemble them.

All line and point detail and all alphanumerics are drawn automatically on a Ferranti Master Plotter controlled by a dedicated PDP 8E mini-computer. This precision plotter, which is fitted with a light-spot projector, plots onto photographic film and produces the high-quality line work necessary for subsequent reproduction operations. A 64-aperture symbol disc is incorporated, which enables lines of different weights to be drawn and small symbols to be flashed directly onto the film. A few final manual operations are required before the standard reproduction operations can begin. A building infill mask is cut, and the Master Plotter output is fitted into a master surround on which is then placed such map ornamentation as slope and vegetation symbols. These various components are combined, a printing plate is made and the final litho-printed map is produced (see figure 74).

The first map produced by digital techniques as part of the Ordnance Survey's standard mapping programme was at scale 1:2,500 and was published in March 1973. To date, over 4,000 maps at these scales (1:1,250 and 1:2,500) have been digitized and over 2,000 published.

Production of specialist maps

In general, the design of topographic maps is a compromise between the many conflicting requirements of the many types of users. In the case of Ordnance Survey 1:1,250- and 1:2,500-scale maps, the maps are generally purchased by local government and service industries, all of whom require slightly different specifications and many of whom find it necessary to superimpose their own records. To overcome this inherent weakness of the standard published map, digital map data is now sold by the Ordnance Survey to enable users to produce their own "tailor-made" specialist maps.

For those customers who possess the necessary computer and automated drafting facilities, digital map data in its existing binary or character format offers certain advantages: the extent of the map can be independent of original sheet lines; its scale can be varied; and only those classes of detail required need be drawn, thus providing blank space for user information to be added either manually or via digital data. In addition, it is easy to update any part of the data, either Ordnance Survey data or user data, without destroying that which is still required; this is in marked contrast to the situation that occurs when a user has drawn his own information on a published printed map and a new edition of that map is subsequently published. An example of the flexibility afforded by digital data is shown in figure 75, which consists of a map produced from a subset of the data used to produce the map in figure 74.

Production of smaller-scale derived mapping

The production of derived maps at scales smaller than 1:2,500 is at present still in the development stage and is based on our ability to produce highly selective plots using both feature code descriptors and feature serial number identifiers. These selective plots are the basic building blocks in the compilation of smaller-scale maps. Classes of detail are thus separated for printing in various colours; by superimposing these selected plots on each other, unacceptable clashes in detail position can quickly be identified and corrected manually.

1:10,000-scale mapping

It was a logical step to investigate the feasibility of producing smaller-scale mapping from the digital data, beginning with our largest scale of derived mapping, the 1:10,000 series.

The conventional 1:10,000 derived map specification involves the use of extensive generalization, initially, perhaps, because of the impossibility of drawing dense urban detail at 1:10,000 scale, but later to fulfil an economic requirement that 1:25,000-scale mapping should be produced by photomechanical reduction from the 1:10,000 mapping. With the availability of precision plotters, however, the problem of drawing dense urban detail from digital data no longer exists. Since our total concept of producing smaller-scale mapping is that maps at each scale should be derived independently from the data base, the restriction of being tied to the 1:25,000-scale map series is also lifted. Our directive thus became the production of a completely new, free-standing, 1:10,000-scale map, and our concept became very simple: a detailed map, plotted at scale and generalized only to the extent of omitting minor detail.

Two experimental maps have been produced, extracts of which are shown in annex I and annex II.[3] Four colours have been used in order to improve clarity and in particular to obviate the need to widen roads to accommodate street names. Not all names already in the data base are required at smaller scales, and although they may be individually extracted (by serial number) for plotting, both the stored point size of the lettering and the stored position of the name are generally unacceptable at the smaller scales; the names shown on the experimental maps were, therefore, specially collated and positioned. It is proposed that this information should in future be stored in the data base, for use in the production of subsequent editions of the map. It was also necessary to specially digitize the contours for inclusion in the data base, since they are not shown on the 1:1,250- and 1:2,500-scale maps and are therefore not, at present, held in the data base. Both maps have been extremely well received by various bodies, which represent a complete cross-section of our customers.

The production of the experimental maps has brought to light a number of problems,[4] but in general these have simple solutions. Some feature codes have now been more rigorously defined, and we have reassessed our coding of certain features. The resulting specification is now being carefully studied by all interested parties; once it has been finalized, a production programme will be instigated.

1:25,000-scale mapping

As previously explained, the conventional 1:10,000- and 1:25,000-scale series are inextricably entwined. The inde-

[3] Annexes I through VI to the present paper are coloured maps; they have been placed in a pocket at the end of the volume.

[4] R. J. Gibson, "The production of 1:10,000-scale mapping from a large-scale data base" ICA Commission III (Enschede, 1975).

pendent replacement of the conventional 1:10,000 map, either derived or basic, with one produced by digital techniques would therefore require a complete new appraisal of the 1:25,000-scale map and an inevitable increase in its conventional production costs. The decision to produce derived 1:10,000-scale maps was therefore not taken until it was shown, by producing the maps in annexes III, IV, V and VI, that the production of a derived 1:25,000-scale map was also feasible. Highly selective plots were retained as the basic building blocks in compilation, and other lessons were learnt from the 1:10,000-scale map production experiments. In particular, names were specially collated and positioned once more and the detail, in a quantity not normally associated with maps at this scale, printed in grey. No data-compression techniques were used, and a policy was adopted of minimum generalization. However, generalization could not be entirely resisted, and methods had to be developed to deal with the specific problem areas of road networks and buildings.

In the case of road networks, we had, by good foresight, already included road centre-line data in the data base; these pseudo-features are digitized as a standard procedure even though they are not shown on the 1:1,250- and 1:2,500-scale maps. The roads shown in annex III and annex IV were produced by plotting the centre-line data using a dual line-tracking symbol and the tangential tracking facility of our Master Plotter to directly produce the road casing network. Some manual effort was necessary to clean road intersections, to close off roads where they terminated and to produce the necessary infill mask. The roads at annex V and annex VI were produced using a different technique: the centre-line data were used to plot the road network in a thick line, and the road casing was produced from this by photographic techniques using auto-positive film. In all cases a total road-network positive was used as a hold-out mask for all other detail when producing the printing plates.

Generalized buildings were also produced by two methods. For annex III and annex IV, all the buildings data were plotted at scale 1:25,000 but, by selecting a suitably wide line width, buildings in proximity to one another were caused to join. The resulting holes in the centres of some of the larger buildings were small, and were quickly and easily filled in by hand. The second method used in the production of buildings (see annex V and annex VI) was to utilize the buildings infill mask initially produced for the 1:10,000 experimental maps. The mask was reduced to scale 1:25,000, thus maintaining true building positions, while camera exposure was adjusted to spread the image in order to increase the size of the buildings and thus join adjacent ones together.

These experimental maps have proved the feasibility of producing an acceptable product from the date base at scale 1:25,000, and have therefore allowed the 1:10,000 derived map to progress to pilot production. Development of the 1:25,000-scale map is continuing.

Management information systems

The requirement for restructured digital data

The emergence of a demand for computer-based information systems has led to a requirement for topographic information, in digital form, that can be used in its own right, without necessarily producing a graphic output at all. Many local government authorities and public utilities have an interest in developing their information systems so that they can be handled by computer. Typical examples are: gazetteers for various physical purposes; details of property in urban and rural areas; existing and planned public-utility networks and underground services; and planning highway development. Almost all such systems require reference to ground locations and in general the present methods of recording information rely on Ordnance Survey large-scale maps for this purpose. It is fortunate, therefore, that in Great Britain there is coherent large-scale map cover at scale 1:1,250 for all urban areas and at scale 1:2,500 for all rural areas (excepting the mountain and moorland areas, which are covered at scale 1:10,000). These are the largest scales of survey carried out by the Ordnance Survey in Great Britain. It is also fortunate that a system of continuous revision of these maps has been established for some time. The concept of continuous revision is that as significant changes occur in the terrain they are quickly surveyed onto the field surveyor's field document. This effectively prevents a backlog of change building up to such an extent that it would become impossible to survey in any reasonable time scale. In Great Britain, therefore, a large-scale up-to-date topographic base is available to any user. Further, this base is an essential requirement as regards the use of a topographic data base for computer-based information systems.

Whilst at first glance it might appear that the Ordnance Survey topographic data base provides for this requirement (i.e., reference to ground locations), this is true only in that it does contain the information required. However, the information is not readily available in the form required by the user. Important facts to note about the Ordnance Survey digital mapping system are:

(*a*) The storage on magnetic tape consists of unsequenced, variable-length feature records; a feature can be a line, a point, a symbol or a piece of text;

(*b*) The map is digitized by the operator as a set of lines and points. Since the start of a new feature can be coded by the operator at any suitable point on the tape, complete entities on the ground are not necessarily digitized as a whole;

(*c*) No structuring of a file has been considered necessary, since the plotting programmes can be optimized only with difficulty.

These facts, which stem from the cartographically-oriented data structure, precluded direct use of the data base for the identification of large-scale features and prevented the extraction of individual points (or nodes), line segments or areas. Unless a solution could be found it was quite obvious that the alternative of piecemeal digitization and system development by individual Government authorities would give rise to a duplication of effort and a waste of national resources that could reach formidable proportions in the long term.

After studying the problem, the Ordnance Survey was of the opinion that there were three possible solutions:

First, manual extraction of relevant information from computer printout, followed by computer processing;

Second, an interactive system to identify and extract nodal points with on-line computer processing; or

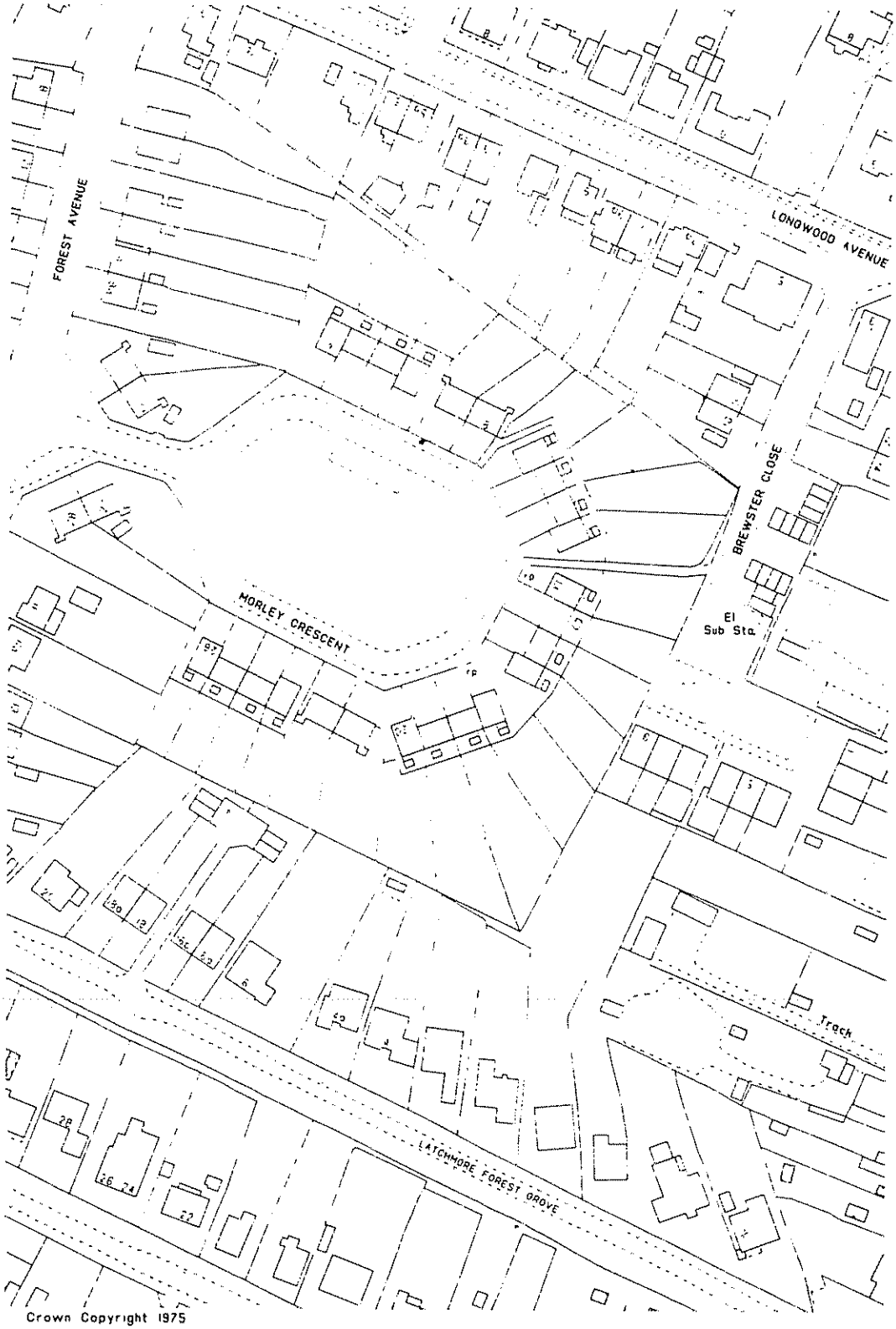


Figure 74. United Kingdom: Ordnance Survey 1:1,250 digital map

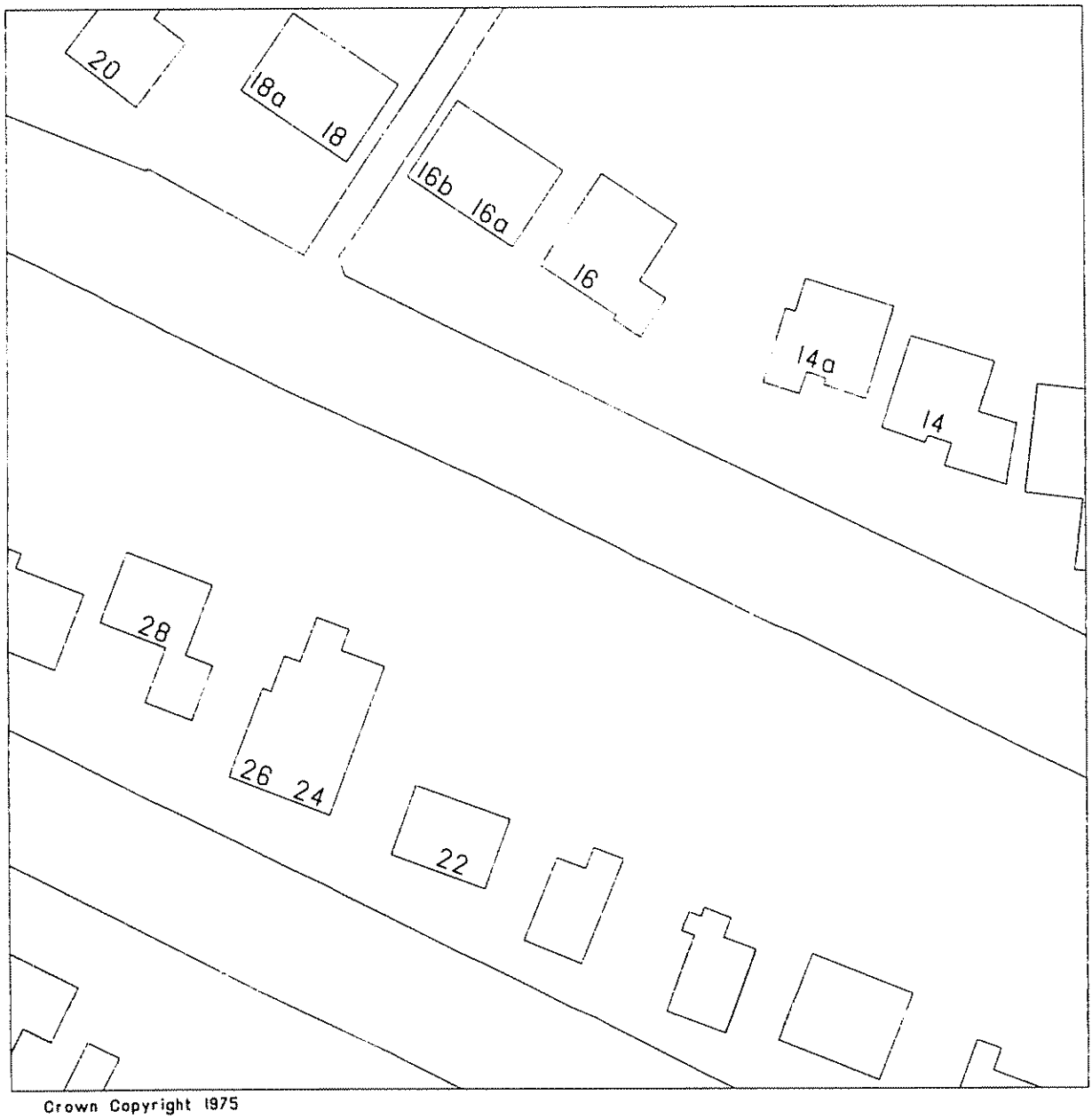
This map extract is part of sheet SU 6911 SW, which has been produced by digital mapping techniques. The full sheet has been published by the Ordnance Survey as part of its standard map production.

Third, the development of a software system to restructure the data automatically, with minimum human intervention.

It was decided that in the long term the third solution would be the most economic one to pursue. A feasibility study was carried out during 1974 and a project was implemented in December 1974.

The restructuring project

The project will develop a software package that will be an interface system in the form of a two-part command language providing Ordnance Survey digital map data in a form suitable to all users for computer-based management-information systems. The two-part command language will consist of:



2982.54x

Figure 75. United Kingdom: Ordnance Survey 1:625 specialist digital map

This specialist map has been produced from existing topographic digital data, which was obtained by digitizing detail at 1:750 scale for production of the 1:1,250-scale map SU 6911 SW. Only major building and road-boundary data have been extracted and plotted.

(*a*) *Conversion stage*. The first part of the command language is called a conversion stage and it will restructure the Ordnance Survey data files into a well-organized data base, which will contain all the original data in its major categories of use. All intersections of detail that appear on the map will be created by the software package. The total restructured data for any map will be available as an output on tape through the user language (see below); this is essential for its use in existing computer-based information systems.

(*b*) *User language*. The second part of the command language is called the user language; this will allow for selective extraction by the user of data from the converted files. Output will be provided for direct input to a variety of computers and systems on industry-compatible magnetic tape. Additionally, support output will be in the form of tape listings and graphic plots. The project initially includes the definition of the converted files structure in a form suitable for implementation of a total conversion of data, but only covers the development of the user language for the major divisions of land. The flexibility of the system will allow for future expansion into such other major divisions as buildings and roads.

Specific attention has been paid to the portability of the software; ANSI Fortran has been chosen as the programming language and the hardware configuration required has been kept to a minimum. These factors have all been assessed to minimize the cost of transfer between machines.

The implementation of the project is proceeding on a three-phase approach: systems design, programme production and collaboration in user trials. The project started in December 1974 and will end in March 1977, with user trials from October 1976 to March 1977.

The restructuring of digital data and the development of the user language for land will enable users who require property boundary information for their planning and information systems to obtain this directly. For example, it should be possible for a user to enter the co-ordinates of any point within a land parcel depicted on the map and obtain the centroid co-ordinates, definition of the parcel boundary (as a string of co-ordinates) and the area of the parcel. These users will be able to assess and comment on the complete command language through their active participation throughout the project, especially during the user trials.

The restructured data will enable users to assess the direct value of the converted files and will place them in a better position to advise on the future development of a user language for other major divisions (buildings, roads, etc.).

Whatever system is developed, it will be essential to provide a rapid update system for the supply of digital data to users within, say, a few weeks; otherwise the principle of avoiding duplication of effort will be nullified. Research and development into this problem is proceeding concurrently with the restructuring project.

Conclusion

The Ordnance Survey has been operating its digital-mapping pilot scheme since 1972 and has digitized, to date, approximately 2 per cent of its basic-scale mapping. Production experience using present-day equipment and techniques indicates that the future lies not only in the creation, but in the full exploitation, of a digital topographic data base.

This paper, using map extracts as examples, has described how a range of maps at varying scales can be produced from a digital data base and has explained how the Ordnance Survey expects to meet the ever-growing demand for map data for use in computer-based information systems. However, all uses of the data depend critically on the up-to-dateness of the data base and on its suitability for each specific use; these two requirements are at the heart of current Ordnance Survey digital-mapping research and development.

The trend towards automated mapping instrumentation*

Paper presented by the United States of America

RÉSUMÉ

Etant donné le besoin croissant de données cartographiques numériques, la mise au point d'instruments de cartographie automatisés revêt de plus en plus d'importance. L'application de techniques électroniques à des systèmes optico-mécaniques éprouvés a sensiblement transformé les instruments de cartographie depuis 10 ans.

Avec les progrès techniques récemment réalisés, il a été proposé d'utiliser deux chambres jumelées; un calculateur numérique embarqué commanderait le système, rassemblerait et enregistrerait les données et contrôlerait les opérations.

Les topographes et les géodésiens disposent aujourd'hui d'instruments électroniques permettant de déterminer les

RESUMEN

El perfeccionamiento de instrumentos cartográficos automáticos cobra cada vez más importancia a medida que la demanda de datos cartográficos en forma digital aumenta en volumen y alcance. Durante el último decenio han occurrido grandes cambios en los instrumentos cartográficos, debido a la aplicación de la tecnología electrónica a sistemas óptico-mecánicos probados.

Sobre la base de los últimos adelantos tecnológicos se ha propuesto un sistema de dos cámaras con visor de ánima; una computadora digital a bordo controlaría el sistema, reuniría y registraría los datos y controlaría las operaciones.

La tecnología electrónica ha dado al agrimensor y al geodesta instrumentos que permiten determinar rápidamente distancias, posiciones y elevaciones precisas. Los instru-

* The original text of this paper, prepared by Lowell E. Starr, United States Geological Survey, appeared as document E/CONF 67/L. 5

distances, les positions et les cotes d'altitude rapidement et avec précision. Les télémètres les plus récents utilisent des faisceaux infrarouges et laser modulés et sont munis de minicalculateurs fournissant automatiquement une distance corrigée. Des systèmes récents de navigation aérienne et maritime sont utilisés pour établir un canevas planimétrique à des fins cartographiques. Litton Systems met actuellement au point un système de topographie automatisé dénommé *Auto-Surveyor*, qui comprend un dispositif de mesure à inertie, une alimentation, un système d'affichage numérique et un enregistreur à cassettes. Le système, monté sur véhicule, est utilisé pour l'établissement automatique de cheminements. Le United States Geological Survey (USGS) collabore avec Draper Laboratories à la mise au point d'un système aéroporté d'établissement de profils verticaux du terrain *(Aerial Profiliny Terrain System)*. Des techniques et des instruments topographiques récemment mis au point remplaceront bientôt les méthodes classiques de mesure des angles et des distances et de nivellement.

Les instruments de mesure et de compilation photogrammétriques ont été automatisés et permettront, grâce à l'utilisation de contrôleurs et de mini-ordinateurs numériques, de mieux répondre à la demande croissante de données photogrammétriques numériques. Des instruments photogrammétriques entièrement nouveaux décupleront le taux d'obtention des données.

Bien que le correcteur de cartes n'ait pas encore été remplacé par des machines, le cartographe dispose aujourd'hui de systèmes automatiques de production de données numériques, de correction des données et de recherche de noms géographiques, ainsi que de matériel pour la finition des cartes commandé par ordinateur. La composition et la confection de plaques de tirage ont également été partiellement automatisées. Dans les 10 à 20 années à venir, l'accent sera encore plus fortement placé sur la mise au point de systèmes automatiques d'établissement des cartes. Les cartographes pourront alors enregistrer et retrouver sans difficulté d'énormes quantités de données cartographiques numériques.

mentos más modernos de telemetría electrónica utilizan rayos láser y rayos infrarrojos modulados y minicomputadoras que suministran automáticamente la distancia corregida. Actualmente se están aplicando sistemas de navegación aérea y marítima de reciente creación al establecimiento de controles terrestres para la cartografía. Litton Systems está desarrollando el "Auto-Surveyor" que comprende una unidad de medición inercial, una fuente de energía, un indicador digital y un grabador de "cassette". El sistema, que está montado en un vehículo, se utiliza para el cálculo transversal automático. El Servicio Geológico de los Estados Unidos coopera con el Laboratorio Draper en el perfeccionamiento del Sistema Aéreo de Perfilado del Terreno (Aerial Profiling Terrain System) que puede suministrar perfiles verticales del terreno mediante mediciones desde aeronaves. Las nuevas técnicas e instrumentos de relevamiento terrestre comenzarán a reemplazar a los métodos, utilizados durante largo tiempo, de triangulación, telemetría y nivelación de burbuja.

Los instrumentos de medición y compilación fotogramétrica han sido automatizados y su capacidad se ha ampliado mediante el uso de controladores numéricos y minicomputadoras a fin de satisfacer la demanda creciente de reunión y registro de datos fotogramétricos en forma digital. Instrumentos fotogramétricos totalmente nuevos podrán aumentar el ritmo de generación de datos en un orden de magnitud.

Aunque la máquina no ha reemplazado aún al editor de mapas, el cartógrafo trabaja ahora con sistemas digitales de producción y edición de datos, sistemas automáticos de generación de nombres y equipo de acabado de mapas controlados por computadoras. También se ha introducido un cierto grado de automatización en la tipografía y el procesamiento de las planchas de prensa. En los próximos 10 ó 20 años se prestará aún más atención al perfeccionamiento de sistemas cartográficos automatizados. Los cartógrafos podrán entonces registrar enormes cantidades de datos cartográficos en forma digital que podrán extraerse y recuperarse fácilmente.

Introduction

Why is automated instrumentation so important and why are we, as engineers and scientists, so intent on its success and so enamored of its progress? One might answer that it is the very nature of man, especially the design engineer, to attempt to mechanize those extremely tedious and time-consuming tasks encountered in his day-to-day pursuits. Needless to say, efforts toward automation have not always been either totally successful or cost-effective, but generally some benefit has accrued from the efforts expended. Thus, we continue to dedicate much of our technological resources to automation, and map-making is no exception.

In general, map-making is automated by using a variety of programmable instruments plus accompanying software. The instrumentation is unique in many regards and requires special talents to develop, operate and maintain. Until the advent of the analytical stereoplotter most mapping equipment was of optical/mechanical design, and industry involvement in manufacturing the equipment was limited. Today analog and digital electronics and associated computer technology have been successfully applied to many aspects of map-making, and the number of manufacturers of mapping equipment and associated devices has increased tremendously. We must continue the trend of automating if we are to meet the demands of our rapidly changing society.

Society faces increasingly complex problems with its basic needs for food, shelter, energy and an acceptable environment. The demand for adequate supplies to meet these needs requires careful planning, and one of the first steps in such planning is to acquire reliable maps and surveys. The cartographic community is being asked to provide up-to-date maps in numerous varieties and forms—topographic maps, slope maps, aspect maps, digital terrain models and orthophoto maps. Also, we are expected to devise new ways of making conventional maps more quickly and efficiently and of presenting them more effectively. Therefore, development of new maps plus methods for analysing and assessing map data must be a major concern. In short, we must adopt the phrase foremost in the minds of many managers today: "Work smarter, not harder." Automated instrumentation seems to be the smarter way.

Let us momentarily examine the map-making process. If we conduct the mapping project by photogrammetric meth-

ods, then we have to acquire aerial photographs, establish field control to relate the photographs to the ground, aerotriangulate the photographs, stereocompile the manuscripts, edit and finish the manuscripts and send the colour-separated copy to the printer before the map can be distributed to the waiting users. That is the typical process most of us have used. It becomes much more complicated when digital technology and digital acquisition systems are applied to the various phases. Let's consider each phase in turn.

Aerial photography

The history of aerial photography dates back to the 1850s, when Laussedat experimented with kite-borne cameras and Nadar took the first aerial photographs from a balloon in 1858. Little practical use resulted from these early trials because coverage from a single station is too limited and free balloons must go where the wind takes them. The development of dirigible airships and airplanes after 1900 offered a means of carrying a camera over a preselected route. The Germans even used the length of an airship as a fixed base in experiments with stereophotogrammetry, mounting cameras at the nose and tail. After the First World War aerial mapping, entailing complete photographic coverage of a selected area, became a practical and commercially profitable reality. Stereoscopic coverage became a commonplace requirement with the invention of such instruments as the Aerocartograph, the Stereoplanigraph and the Multiplex. Developments in our era have mainly been refinements—improved cameras and films, gyrostabilized mounts and adaption to such exotic carriers as rockets and spacecraft.

We can reasonably assume that the early photographic missions were equipped with whatever cameras were available. Without attempting to fill all gaps in the history of camera development, we can say that cameras have been considerably improved since the days of George W. Goddard and his first photographic missions for the Army Air Corps. The focal lengths and formats were different from those of the workhorse cameras today, which normally use a 15-cm-focal-length lens and a 23-cm-square format.

Developmental trends over the past decade include lens designs that increase resolution and reduce distortion; precise fiducial marks and reseaus; flat platens and high-quality shutters; and an assortment of focal lengths from 8.5-cm super-wide-angle to 30.0-cm normal-angle. Even longer focal lengths are used for reconnaissance.

Recent technological developments have resulted in a proposal for two bore-sighted cameras with focal lengths of 22.5 to 25.0 cm, a format of 25 × 35 cm and resolving power approaching 80 l/mm AWAR, as compared with approximately 60 l/mm AWAR for the present 15-cm photogrammetric camera. The twin cameras would be carried by an airplane with an inertial guidance system that would improve navigation to the extent that accurate sidelap and forwardlap could be attained along parallel flight lines several hundred miles long. The inertial platform would measure the attitude of the camera to within a few seconds of arc. An on-board digital computer would mastermind the system, collecting and recording data and controlling operations.

Field surveying

Many new instruments for collecting ground-survey data stem from the latest technology in aerial photography and airborne survey systems. Conventional instrumentation for determining distance, direction and elevation evolved slowly in the past decade after the great advance of the mid-1950s with the introduction of the first electronic distance measuring (EDM) instrument. The EDM instruments have since been greatly improved in range and ease of operation. The early instruments used modulated light and microwave beams as the medium of measurement; the latest instruments use modulated laser and infrared beams and incorporate minicomputers that automatically provide a corrected distance and may also store it in memory.

Recently-developed air and sea navigation systems are now being applied to the task of establishing ground control for mapping. The Position and Azimuth Determining System (PADS), developed for military operations, consists of an intertial platform and a laser velocimeter mounted in a jeep. Extensive tests indicate that PADS has sufficient horizontal accuracy for many civilian mapping operations. Litton Systems, Inc., is developing the civilian version of PADS, called the Auto-Surveyor. The Bureau of Land Management is currently testing the Auto-Surveyor mounted in a helicopter for public-land surveys. The Auto-Surveyor comprises an inertial measuring unit, power supply, digital processing unit, control console, digital display and cassette tape recorder. The inertial navigation system performs with a precision never before attained because of a zero-velocity update procedure. The vehicle is periodically brought to a standstill (zero velocity), and the system then automatically levels the platform to local gravity, computes the effect on previous observations and updates the elements needed for computing forward. As a traverse continues, with periodic zero-velocity updates, the computer accumulates information about and compensates for gravimetric anomalies. The system works well for straight survey lines but is less accurate when abrupt changes of direction are included. A similar procedure, the hovering update, has been tested in a helicopter at low heights (2-4 m above ground) with good horizontal results. Vertical tracking has not been added to the system because of the lack of an accurate means of fixing the datum heights of the helicopter. Tests of the PADS system in flat terrain produced standard deviations of 0.74 m in latitude, 0.71 m in longitude, and 1.00 m in elevation. The Geodetic Survey of Canada recently tested an Auto-Surveyor mounted in a ground vehicle in mountainous terrain and obtained errors of aproximately 0.6 m, with nearly equal error distribution in latitude, longitude and elevation.

Another inertial system being considered by the United States Geological Survey (USGS) could provide vertical ground profiles by measurement from an aircraft. The position and elevation of the aircraft will be measured by an advanced inertial system, and the air-to-ground distances will be measured by a laser altimeter. The system is called the Aerial Profiling Terrain System (APTS) and is being developed by Draper Laboratories. It will comprise the following subsystems:

(*a*) An inertial platform to continuously compute latitude, longitude and elevation of the aircraft;

(*b*) A laser monitor to periodically recalibrate by observations on retroreflectors stationed at known ground points;

(*c*) A laser altimeter to measure air-to-ground distance;

(*d*) A closed-circuit television imaging system;

(*e*) A computer, to process the measurements and provide in-flight guidance; and

(*f*) A tape recorder to store the data.

APTS can be a powerful tool for collecting profile data, needed for flood and water-basin studies, and for establishing ground control for mapping.

Photogrammetric operations

The future of photogrammetric instrumentation is determined, to a large extent, by new mapping requirements. Certainly, the requirements of the National Mapping Program of the Geological Survey and other major mapping organizations imply new concepts in mapping systems. The present requirement is for most photogrammetric data to be collected and recorded in digital form. Several conventional photogrammetric compilation instruments have been modified and are being used to collect digital data manually or automatically, and new systems are being developed.

As fast as the budget permits, USGS is replacing the optical-projection stereoplotters with direct-viewing optical-mechanical instruments, such as of the PG2, B8 and F2. These plotters provide increased viewing resolution, versatility and measuring accuracy. In addition, they can be fitted with digitizing accessories readily available from several manufacturers. Several digitized stereoplotters can be pooled by connecting them to a minicomputer so that one central processing unit can control the operations and record the data produced by the entire group of instruments.

Precise computer-controlled analytical stereoplotters and stereocomparators are being improved and used more extensively in civilian mapping operations. With these instruments it is practical to use digital controllers and highly sophisticated software for correcting systematic errors and data processing. They can also accept a variety of photographic materials as input for preparing new maps and revising old ones. Automatic image correlators for analytical plotters further automate the process of gathering digital terrain-profile data and also speed up stereocompilation.

The method of connecting a control computer to each stereoviewer and then connecting several control computers to one central processing unit to form a pooled operation is being applied to analytical plotters. The central computer serves as an input/output device and provides background processing of data common to all systems in the pool, while the control computers directly control the analytical plotters. Systems on order are being equipped with new general-purpose computers that will afford more rapid, efficient and versatile use of the instruments. An automated measuring system, a spin-off from analytical stereoplotter technology, is being applied to conventional mapping operations to reduce control-point measuring time, improve accuracy and permit the use of a variety of source materials. The present system comprises a three-stage, 23-by-46-cm format stereocomparator connected to an electronic computer and associated I/0 equipment. The system provides the capability of measuring point co-ordinates in the stereo mode with minor adjustment of parallax at each point measured. Available correction constants and calibrated reseau and fiducial data can be stored in the computer, and co-ordinate refinement can be applied in real time.

Orthophotographs and the products associated with orthophotography are now widely accepted as useful cartographic tools. In addition, special-purpose maps on orthophotoimage bases are recognized as a resource with a variety of planning uses. In USGS, we have taken several actions to increase production to fulfil the requirements for orthophoto products. Manually-operated orthophotoscopes are being updated to ensure dependable operation. Mechanical precision is being improved by increasing the rigidity of the x-y ways and leadscrew mounting brackets. The exposing system arrangement is being enhanced, and a projection lens with increased resolution is being investigated. A simple method of slope correction is being investigated.

A system for manual production of digital profile data and subsequent automatic exposure to produce an orthonegative is being fabricated. With this system a group of stereoplotters will produce digital terrain-profile data on magnetic tape. The aerial photographs are then scanned with a high-resolution orthoprojector automatically controlled by the magnetic tape data through a playback system. The profile-generation portion of the system provides servocontrol of the x, y and z (optional) axes. After relative and absolute orientation, the operator has only to observe the floating mark and keep it on the apparent surface of the model with the z-motion control. The x, y and z data are recorded on magnetic tape in a machine code directly readable by the playback system attached to the orthophotoprinter.

USGS is obtaining a second-generation automated orthophoto-producing instrument, the Gestalt Photo Mapper 2, to be delivered early in 1976. It will be used primarily for producing high-quality orthophotographs of areas of rough terrain. The GPM 2 has the added capability of producing a digital terrain model (750,000 points per stereomodel) and a contour plot simultaneously with the orthophoto. The time needed to produce these three products is usually less than an hour, including set-up and postprocessing time. The instrument consists of an operator's console, minicomputer, magnetic tape unit, four travelling stages (two input scanners and two output plotters) and associated electronic hardware. The hardware includes image correlation circuitry, scan generators, video processors, digital-to-analog converters and interfaces. The system depends on sophisticated software, which is being specially tailored to USGS requirements.

As indicated by this description, automation of photogrammetric instrumentation requires advanced analog and digital electronic technology, as applied to both new and old optical mechanical instruments.

Cartographic operations

The trend toward digital techniques in new mapping technology is especially evident in cartography. As a result, instrumentation for cartographic operations has changed radically in the last several years, as the following discussion indicates.

Data-Collection Systems

Many new digital systems have been developed for acquisition of cartographic data, ranging from simple digitizing tables and tablets for the hand-tracing of line data through raster-scanning systems to extremely sophisticated computer-controlled automatic line-following systems with interactive editing.

USGS recently ordered five manual data-collection systems to be used in research and in productive digitizing of control-point positions, public-land survey corners, political boundaries and land-use data. Raster scanning and line-following devices with laser beams are being used to collect cartographic data from new map manuscripts. Laser technology has improved the performance of these devices over those using cathode-ray beams, so that data collection is extremely fast and flexible. However, the associated electronic recording components and the software must be further improved before the systems are truly operational and cost-effective. These systems are a must if the mapping process is to be fully automated.

Data-Editing Systems

So far, engineers and scientists have not been able to produce instrumentation with intelligence enough to completely replace the map editor. (If they do, I for one will assume another life-style and profession.) Very different editorial processes are required for dealing with digitized cartographic data, involving interactive editing systems.

Most of the previously described automated systems (for field surveys, photogrammetry and cartography) must be supplemented with digital data-editing of some kind. To date, few editing systems are available off-the-shelf. The trend has been to assemble special systems that satisfy specific needs with components obtained from several manufacturers. The system planned by USGS will comprise a minicomputer (64,000 words of memory) and peripheral equipment, a high-resolution digitizing table, a low-resolution digitizing tablet, a CRT display and keyboard terminal for input/output and CRTs for displaying both edited and unedited digital data. The system will be expandable to include multiple-station input. It will be used for editing data produced by all USGS digital data-acquisition systems.

Map-Finishing Systems

At present, most map finishing is still done manually. The master manuscripts are either hand-scribed by cartographic draftsmen or photoetched from hand-drafted copy. However, in the past five years several numerically driven large-format automated plotting systems have been developed that are precise enough to prepare master map manuscripts. USGS recently obtained a Gerber 1232 Drafting System that we are using to draw grids, graticules and annotations for map collars. Various new laser recording systems in use or under development have the same capability plus the advantage of faster throughput. In all of these systems, graphic copy is drafted from digital tape input, and some of them, notably the Gerber, produce higher-quality linework than the most experienced and conscientious draftsmen.

Other plotting systems applicable to digital cartography are such extremely fast (75 cm/sec) and moderately precise machines as the Calcomp 7000, XYnetics and other Gerber systems. These systems are used for rapid playback of digital data for visual editing, and for drawing verification graphics and other data that do not require high precision.

The name-information management and typesetting phases of map finishing are also being automated. Several of the numerically controlled phototypesetters now available have on-line capacity for many of the type styles and sizes needed in map-making. Some new automated drafting systems can draw lettering of specified size directly on the name-information manuscript, thus avoiding the time-consuming task of lettering stick-up. However, these systems require further development, as they restrict the number of type styles and sizes available to the cartographer. These restrictions are rapidly being removed as computer-generated microfiche (COM) devices improve in quality. The original COM output can now be enlarged to the required size without objectionable aesthetic degradation.

Map Reproduction

Digital map-data processing has not yet really affected the map reproduction stage, but some progress has been made. USGS has recently examined two types of large-format impact plate-engraving systems that could be used to make map pressplates. The systems produce plates from both digital raster-data tapes and analog signals from companion raster scanners. The devices can produce up to eight grey tone levels as well as conventional linework. Strong blue and green lasers have been incorporated in six large-format flat-field recorder systems, which are used either to produce the plate negative or to photoexpose the pressplate directly. The laser devices can normally reproduce up to 16 levels of tone as well as conventional linework. All these systems produce the plates from digital data tapes. Most of them work from raster data, but two operate by line drawing and at least one can operate in either mode.

Conclusion

Chiselled in the facade of the National Archives in Washington, D.C., is the quotation, "What is past is prologue." The quotation is appropriate here to the extent that my paper is but a prologue to future descriptions of progress in the automation of mapping instrumentation. Certainly, future discussions will be based on the terms already in use today: "servocontrol", "laser scanning", "automatic image correlation", "inertial platforms line following", "array processing" and many others. Future writings will also verify that many of today's attempts at automation have been truly successful and that some, as can be expected, have been disasters. The unsuccessful attempts will alter the trend of development, but I am sure that automated systems will be employed in mapping operations with increasing frequency as their cost-effectiveness is demonstrated. As experience is gained in operational procedures and as computer technology and optical-mechanical components are refined, output quality and accuracy will improve and productivity will rise. Manual intervention will become minimal and "Work smarter, not harder" will be the watchword of the mapping community.

AGENDA ITEM 11

Aspects of education, communication and technique in the field of thematic cartography*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

Pendant de nombreuses années, le principal souci des cartographes a été de représenter certaines parties de la surface terrestre ou d'établir des faits ou des rapports permettant d'obtenir des données cartographiques numériques claires et ordonnées; il y a 15 ans qu'ils ont commencé de considérer la carte comme un moyen de communication avec l'utilisateur. Il apparaît nécessaire aujourd'hui de mettre au point un système de symboles fondamentaux permettant de faciliter la lecture des cartes. L'uniformisation de l'enseignement et des techniques cartographiques conduira à améliorer le dessin des cartes et à en accroître la production.

La théorie cartographique est actuellement en évolution. Le présent document cite des publications qui sont parmi les plus importantes de ces dernières années, notamment les ouvrages des professeurs Komkov, Moscou (1955); Arnberger, Vienne (1967, 1970); Koeman, Utrecht (1970); Ormeling, Delft et Enschede (1971); Salichtchev, Moscou (1967); Bertin, Paris (1967); Ratajski, Varsovie (1973); Robinson, Wisconsin (1975). Il comprend également une liste de références, et 12 planches illustrant les principales idées exprimées.

La cartographie, comme science, jouera un rôle plus important à l'avenir, tant au niveau de la recherche que de l'enseignement. Elle appartient aujourd'hui au domaine de la communication visuelle; la discussion de la communication cartographique doit donc constituer un aspect important de la théorie cartographique.

Ces comparaisons conduisent toujours à la même constatation : l'obstacle à surmonter ne réside pas dans les différences des systèmes sociaux, mais bien dans l'utilisation de concepts scientifiques dépassés. Tous les groupes ont besoin de s'informer; la carte thématique est le seul instrument permettant de présenter un tableau synoptique de faits, de rapports et de statistiques. La théorie et la pratique de la cartographie sont intimement liées et elles culminent dans des chaînes logiques de communication.

Le présent résumé doit être rapproché du résumé relatif au document E/CONF.67/L.46 (voir page 216).

RESUMEN

Durante muchos años los cartógrafos se ocuparon primordialmente de representar partes de la superficie de la tierra o determinados datos o relaciones sobre ella en un esfuerzo por producir figuras prácticas bien construidas y en forma cartográfica clara. Hace alrededor de 15 años los cartógrafos comenzaron a considerar al mapa como una forma de comunicación entre los autores y los usuarios de mapas y cartas. Se perfila en el futuro la necesidad de contar con un alfabeto gráfico básico que pueda utilizarse en representaciones cartográficas legibles. La uniformidad en la formación, la comunicación y la técnica en la esfera de la cartografía sin duda ofrecerá mejores posibilidades en lo que respecta al diseño y la producción de mapas.

Actualmente los fundamentos teóricos de la cartografía están cambiando. El trabajo se refiere a las publicaciones más importantes de años recientes, entre ellas las monografías del Prof. Komkov, Moscú (1955); el Prof. Arnberger, Viena (1967, 1970); el Prof. Koeman, Utrecht (1970); el Prof. Ormeling, Delft y Enschede (1971); el Prof. Salichtchev, Moscú (1967); el Prof. Bertin, París (1967); el Prof. Ratajski, Varsovia (1973); el Prof. Robinson, Wisconsin (1975) y otros; también se incluye una lista de referencias. Doce figuras ilustran las principales ideas y conceptos del trabajo.

La cartografía como ciencia desempeñará en el futuro una función más importante en la investigación y en la enseñanza. La cartografía es ahora parte de la comunicación visual; por consiguiente, el examen de la comunicación cartográfica debe ser un aspecto importante de la teoría de la cartografía.

Estas importantes comparaciones conducen siempre a las mismas conclusiones: la barrera que debe superarse no es la divergencia de sistemas sociales sino los conceptos científicos anticuados. Todos los grupos necesitan más información. El mapa temático es el único instrumento que puede asegurar una sinopsis comparativa de datos, relaciones y estadísticas. Los procesos combinados de la teoría y de la práctica de la cartografía están integralmente relacionados entre sí y culminan en cadenas lógicas de comunicación.

Este resumen debe leerse en conjunción con el resumen del documento E/CONF.67/L.46. Véase página 216.

* The original text of this paper, prepared by Dr -Ing Karl-Heinz Meine, Head of Cartography and Reproduction, Institute of Geosciences and Natural Resources, Federal Republic of Germany, appeared as document E/CONF.67/L.47

Introduction

Cartographers have long taken as their major responsibility the portrayal of parts of the earth's surface, or of particular features or relations thereon, in an effort to produce practical figures, well constructed and in good cartographic form. Over roughly the past 15 years, however, there has been a growing emphasis on the map as a form of communication, and on the goal of cartography as communication between the makers and the users of maps and charts. Thus we begin to see on the horizon the necessity for a basic graphic alphabet, which can be employed in the making of universally legible cartographic representations. To this end, growing uniformity of education, communication and technique in cartography will lead to better possibilities in both map design and map production.

In this connexion a short résumé of background information may remind us of the necessity for a bridge between theory and communication in cartography, if there is to be comprehensive understanding in the future. That is, national points of view and language differences must be seen as barriers, which we must overcome if we are to have one day a single definition, a single scientific programme and a single goal: the optimal diffusion of information through maps and charts.

Daily, we confront questions of redaction, generalization, representation, revision, instruction and research. These also include the tasks of the future: map-making techniques, automation, environmental research and space cartography. These formative domains constitute the focal point of the "theory of cartography": in planning, in the basic geographic and geological sciences (on which planning is founded in principle), in economic and traffic regionalization and in many other related fields.

It is the special merit of Professor Komkov (Moscow) to have expressed as early as 1955 his thoughts about what he termed "the question of the relations between cartography and geodesy, topography, and geography at the present state of these sciences" from the geodetic-topographic point of view. The same problem, seen from the equally necessary geographic viewpoint, has been treated by Professor Arnberger (Vienna) in his 1970 paper "Cartography as a science and its relations to geography and geodesy".

In addition, the International Cartographic Association (ICA) has developed certain terms of communication since the Stresa Conference, held in Italy in 1970. Among others, we can use for our theoretic base a model developed (in modified form) from a 1949 mathematical model of communication systems (figure 76). Also of value is a model of problem generalization (figure 77), which is relevant both to theory and to presentation in cartography, both in general and in specific cases.

Studying the sources, we learn what it is that we need in cartography in the late 1970s: to compile many more topical maps than before, more, even, than we can think of at present! In order to pass the year 2000 in good health we will need, according to United Nations statistics, maps in such quantity that their cost will exceed all official expenses of the present day! How bitter and excessive this expansion of tasks will become we may realize from the very serious concern of the United Nations about the status of mapping in all the parts of the world as expressed recently in *World Cartography* and also in volume XII (1972) of the *International Yearbook of Cartography*.

To make this clearer: Only with the aid of good topographic maps at large or medium scales, freely available and of all countries, it is possible to create useful topical maps and map series. This means, in our opinion, three main things:

First, our attention must be directed to problems of air photography, interpretation, techniques of orthophotography, interpretation of satellite photos and automation for geographic and geological tasks; second, geographers and other geoscientists should feel summoned to follow more attentively than hitherto the technical progress made in cartography, the mathematical fundamentals, the problems of technical production (including the problems of factor analysis), the techniques of grid plans and similar fundamental domains of modern organization and representation of labour. Good thematic maps are the main basis for all our planning work to develop our countries for mankind.

All the useful techniques we have just mentioned are urgent addenda to cartography, which is still searching for its own basic, general language. So we have, third, the need to observe traditions, present stages, important relationships and, above all, the fact that communication in cartography also includes the need for changing certain steps in education.

Fields and working areas today

We must especially agree today with several statements and conclusions by E. Arnberger (1966).[1] Arnberger suggests that "cartography is the doctrine of the logic, methodology and technology of the construction, creation and interpretation of maps and other cartographic expressions, which are suitable to show a correct conception of reality".

He further states that "The research task in cartography is only the cartographic form of expression and of its graphical elements. In contrast to geography as a science of features (according to Bobek) cartography is a formalistic science; only in its utilization does cartography show equal connexions to the natural sciences and to humanities as well" (p. 26).

Equally significant for our recognition and estimation of the differences in theory with respect to topical cartography are the conclusions of E. Arnberger on page 27 of the same publication:

"The theory of cartography represents a unity. Only in its utilization may we distinguish two branches: the topographic and the topical. The topical branch has developed so rapidly in the last decades, that it embraces today about 60 to 80 per cent of all mapping efforts and of all map publications throughout the world. From this branch came the most intense impulses for the development of cartographic doctrines".

In connexion with the presented paper, which deals with the cartographic literature as an important aid for map design and map production, we must observe the situation of cartography in connexion not only with its neighbour sciences, but also in connexion with the existing three ranges (or working areas) in the field of map representation. Systema-

[1] Dates in parentheses refer to the reference list appended to the present paper

tically, we can distinguish two basic areas of cartography on the basis of scale (figures 79 and 80), which overlap in certain respects. The third, thematic cartography (figure 81), is the main branch as seen from the "applied" point of view, accounting for more than 70 per cent of all our map production today.

Within the geosciences, cartography, particularly thematic cartography, has assumed ever-increasing importance. In the general system of the sciences the scientifically conceived map graphic is considered as having equal standing and is even regarded as an independent discipline. Building upon the principles and teaching content of topographic and thematic cartography, thematic cartography has become the only form of expression that comprehends the synopsis of procedures, facts and relationships and shows this synopsis graphically. The method of representation, the compilation material and the development of meaningful map symbols require international effort. Thus, steps taken now and in the future toward the automation of thematic cartography will play a special role.

Education and training levels

The education and training of cartographers, of all occupational groups, are of prime importance, as in any other self-reliant science. However, the notably successful discussions in Commission I (Education) of the ICA since 1964 cannot conceal the fact that the major work of the Commission still remains to be done.

There has been change in the significance and the position of cartography among the other fields of technology and science. The points of view expressed by the States leading in cartography reveal the same exclusively scientific view of cartography. A comparison of the characteristics of cartographic occupational groups in different countries did not show serious differences. Agreement was reached in Commission I about the grading of the occupational groups: "W4" (draughtsman); "W3" (cartographer with certificate); "W2" (cartographic engineer); and "W1" (scientific cartographer).

For several different reasons this is, from the author's point of view, only a compromise.

In the first place, because of the constructive necessity for the "W1" grade, discussion was left out of considerations. In the second place, in my opinion, the fact was too little considered that, in a comprehensive offer of education, all the barriers to moving from "below" to "above" must be made penetrable, so as to give young people the possibility of promotional opportunities. In the third place, cartography was considered too much in terms of its past dependence upon geodesy and geography; in this way those aspects of graphic arts and techniques (in the sense used by Bertin (1967) and Imhof (1972)) remained in the background. Finally, in the fourth place, cartography and its results—maps—must in the future be seen much more as means of communication (Koeman, 1971). The influence of the development of modern procedures and cartographic techniques on the education, training and development of cartographers is very important. But this influence must, in my opinion, be seen and treated only in connexion with other changes in the cartographic viewpoint, such as the changes in sociological, technical and scientific coordination throughout the whole field of cartography.

The *Bibliographia Cartographica*, for example, edited by the German Society for Cartography, lists the entire cartographic literature of the whole globe for the period 1956-1957 to the present day. Of the more than 30,000 titles published, only about 500 deal with educational problems in the narrow sense and, of these, most deal strictly with problems of organization or with theoretical questions of science for map processing. Today there still exists no manual devoted to the cartographic occupational groups, and questions of cartographic technology, unfortunately, are not in the foreground of the isolated subjects.

Under these circumstances it is understandable that, again and again, we find that only the situations of individual States are discussed in the literature. It would be very desirable, if the peoples of the English, Germanic, Romance and Slavic language groups would publish their respective educational instructions, if such there are, in a comprehensive work.

We generally observe that the results of a conference or international meeting, and the opinions there expressed, are discussed more widely only after one to three years, are cited only after two to four years and become generally known only after five years—that is, if these opinions have in the meantime stood the test of criticism. As is generally known, this observation is valid also for the dissemination of new cartographic processes; this is due mainly to the fact that the cartographers discussing these problems are not always engineers at the same time.

We see the influence of modern technical processes, above all, in the following fields:

(*a*) Air-photo evaluation and interpretation;

(*b*) Orthophoto processes and cartographic design;

(*c*) Symbols and letter mounting;

(*d*) Techniques of using adhesives and abrasives;

(*e*) Scribing on foils and glass;

(*f*) Strip-mask and screen processes;

(*g*) Copying, reproduction and printing processes;

(*h*) Standardization of colours and colour ranges;

(*i*) Automation; and

(*j*) Aids from space research (satellite photography and satellite cartography).

Until 1972 I was convinced that ICA Commission I was overburdened by the task of discussing the significance to education of these technical influences in the absence of any adequate counterpart body. Fortunately, an ICA Commission for Technology in Cartography was constituted in 1972 at the ICA Conferences held in Canada at Montreal and Ottawa.

Equally fortunately, Prof. Dr. Koeman of Utrecht, the Netherlands, Chairman of ICA Commission I, took the initiative for preparing a *Multilingual Basic Manual on Cartography*, which will be an international teaching book. In meetings held in Madrid, Spain in 1974 and in Swansea, United Kingdom, in 1975, the proposed chapters of the book were discussed (see table 1).

The discussions at the Swansea meeting again pointed up the comprehensive importance of the forthcoming *Multilingual Basic Manual on Cartography*. The book will consist

for the most part, of illustrations, for which the explanations are to be prepared by each language area. By so doing, the idea is eventually to have the same basic cartographic manual in each country.

One further result of the Swansea meeting was the invitation by Prof. Dr. Koeman, Chairman of ICA Commission I, to Dr. Meine, eventually to start work on a book entitled *100 Exercises in Cartography*; Dr. Meine was asked whether a joint Austrian-German-Swiss working group could, in friendly co-operation, prepare such a guide to train young people in drawing, scribing and compiling figures, graphics and maps. The book would be based upon the first book on education and training in cartography that has been written up to this time, *Ausbildungswege in der Kartographie* (2 volumes, Bonn-Bad Godesberg, 1975).

In August 1976, Commission I will discuss the progress report on the occasion of the Seventh Technical Conference of the ICA in Moscow, Union of Soviet Socialist Republics. The chapter "Map Reproduction", prepared by Mr. Christer Palm, Stockholm, Sweden, is to be presented in the form of proof copies.

At all times, the appearance, content and number of copies of cartographic products have been influenced by the technical processes used in their reproduction. This observation is clearly valid for woodcuts, colouring, cooper and steel engraving, lithography and offset printing; it is likewise true for the film and glass engraving or the screen-printing processes that are in use today. Cartographers have always endeavoured to make use of the most modern techniques of their time, to mechanize manual activities and to adapt their maps to the changing styles and requirements of colouring. This holds valid also in the area of automation. The demand for cartographic automation specialists will remain low, however, for automation will not supersede traditional cartography. Modern cartographic education must thus be directed primarily to the needs of the present day, and only secondarily to those of the future.

In all four German-speaking countries (Austria, the Federal Republic of Germany, the German Democratic Republic and Switzerland) there are firmly established educational systems for "W3" and "W2" degrees with examination whereas there are only educational training courses, designed to meet the needs of the individual firms concerned, for degrees at the "W4" level. For "W1" training we must place our hopes on the future.

The manifold interactions among these different problems, technical, scientific or arising from the introduction of mechanization and automation, assure several developments in cartographic education:

(*a*) A clearly defined conception of the tasks of the profession (which may vary internationally);

(*b*) A clear definition of the proficiencies and knowledge requirements for each level of professional degree. These degrees, from W1 to W4, should also be upgraded to achieve uniformity among the standards imposed in different countries;

(*c*) A clear perception that the graphic arts, technical procedures, geometry, symbols and numbers, are the common determinants in all cartography and cartographic expression; and that individuals engaged in design, engineering and theoretical scientific thinking all must be brought into close communication. In this connexion, special attention should be given the work of the ICA Working Group on Communication in Cartography (known since the meeting in Ottawa as ICA Commission V).

At the moment, cartographic techniques may be said to have reached a stage of stagnation, compared with their state at the time the ICA was founded. We can imagine further progress in the near future in the fields of mapping techniques, reproduction techniques and printing. These changes will influence the existing curricula in cartographic education only to a very limited extent. Automation will develop only so far in the next few years—perhaps enough so as to influence some fields of cartographic practice, but by no means to such a degree as to decisively influence cartographic education. Developments to the contrary would be a real surprise. Any radical changes would ensue only afterwards. The want of specialized people in cartography will mean that automation will remain very restricted. But the training of the few leading persons in executive and planning positions will need special attention.

Modern cartographic procedures and techniques should have had a large influence on education and training systems. Look around, however, and you will find that, at many places, the development of modern techniques and procedures has had little impact, because possibilities are unknown to the personnel concerned and because the money available has limited the progress possible at any time.

In the Federal Republic of Germany, the German Society for Cartography founded, in 1972, a special Working Group on Education in Cartography, in order to promote cartographic training systems and studies at the ICA W3, W2 and W1 levels. The present author has the honour of serving as chairman of this Working Group.

The Working Group met twice in 1972, several times in 1973 and 1974 and twice again in 1975 and 1976. These meetings have been the basis for a reorganization of cartographic education systems in the Federal Republic of Germany and in Berlin (West), especially at the W3 level. The Working Group publishes documentation of its progress from year to year, on the occasion of the annual meeting of the German Society for Cartography. In the *Kartographische Nachrichten*, the journal of the Society, several papers were published in the years mentioned, showing the situation in cartographic education and training, with attention being given primarily to the Federal Republic of Germany, but also to Austria and Switzerland as well.

One result of these important activities of the Working Group has been that fixed rules of education and procedures have been worked out. These rules, published by the Government of the Federal Republic of Germany in March 1975 in the *Bundesgesetzblatt* (Bonn), are now legally binding, both for private agencies (cartographic industries) and for all authorities (governmental, bureaucratic etc.) involved in cartographic production. These legal rules were developed in strong co-operation with the trade unions, which are also concerned with cartography. At the end of the period of education and training, which depends upon the previous period of study at normal schools (public and/or high schools), the young colleagues get the certificate of "Cartographer".

As much consideration as possible was given to the influence of modern cartographic techniques and procedures

on education and training systems; the results were published in the form of an extract by Dr. Meine in volume XIII of the *International Yearbook of Cartography*, 1973.

The activities of the Working Group culminated, however, in a one-week course, involving the presentation of papers and comprehensive discussions, and covering the whole field of education and training systems at the W4, W3, W2 and W1 levels, as now practised in Austria, Switzerland, northern Europe and, above all, the Federal Republic of Germany. The course, held in September 1974 in Karlsruhe, Federal Republic of Germany, was introduced by officials of the ministries and the unions and by the President of ICA Commission I (Education), Professor Dr. Cornelis Koeman.

As a result of this first, unprecedented course, Dr. Meine, who organized the course together with the President of the German Society for Cartography, Heinz Bosse, opened a new publication series together with Mr. Gregor Maria Kirschbaum, the publisher of the *International Yearbook of Cartography*. The new publication will be called *Bibliotheca Cartographica Nova* (BCN).

Volume 1 of the BCN, dealing only with education and training levels W4, W3, W2 and W1, appeared in autumn 1975. It was published in two parts. Part I included 55 papers by authors from Austria, Denmark, the Federal Republic of Germany, the Netherlands and Switzerland. Part II included 121 (!!) map cutouts and samples, drawn, engraved, coloured and published by pupils and students, and showing all types of map representation—topographic, chorographic and thematic. Both volumes may be purchased together from Kirschbaum Verlag, Rüdigerstraße 34, D-5300 Bonn-Bad Godesberg, Federal Republic of Germany. The price is US $35, including packaging and shipping.

In the future, there will be five distinct working areas of cartography in the Federal Republic of Germany. The specialists in these areas, with their educational qualifications, will be as follows:

(*a*) Map draftsman (no legally required education);

(*b*) Cartographer (mandatory studies for 2½ to 3 years);

(*c*) Technical cartographer (requiring, from the governmental and also from the union point of view, about two years of special technical training subsequent to the regular professional education in cartography);

(*d*) Engineer of cartographic techniques (requiring additional study in cartography—after the secondary school examination—for either three years at Berlin (West) or four years at Munich); and

(*e*) Scientific cartographer (requiring, at the moment, a university diploma in either geodesy or geography).

In connexion with category (*e*) above, consideration is being given to the usefulness of university courses in cartography for future cartographers, who should have a scientific background in the whole field of cartography. Thus we will, in future, have in the Federal Republic of Germany five levels of education and training, which correspond to the ICA levels as follows: W4, W3a; W3b; W2 and W1.

Education and training systems are also, in our profession, a way of promoting continuous learning and study for better maps and charts; moreover, the rules of procedure are the basis for the dialogue between map-makers and map users. There have been changes in the significance and position of cartography among the other fields of technology and science; this will continue, step by step, in accordance with the characteristics of our independent profession.

Published maps and charts are of special importance. For all progress, we need to plan our future, and thematic maps are not about to be replaced by any other kind of written publication. The production of cartographic representations is an essential part of all national development; the leading role of scientific compilation and redaction is self-evident.

Communication schemes

It was pointed out that the urgent connexion between map-makers and map users has been discussed only recently. Through this special research, the theoretical aspects of cartography have been given a new dimension.

Since the publication of books by W. Bunge (1960; 1962) and J. Bertin (1967), notable ideas have been expressed in theoretical cartography, resulting in a host of new research work. Some papers contribute to an understanding of the terms "information" and "communication", which represent essential co-ordinates in our current scientific view of the world. As a result of this new approach, cartography will probably be regrouped, eventually to break away from the geosciences and become part of the wider sphere of the information and communication sciences, in which emphasis is on the means of communications themselves. Thematic cartography is such a special method of presenting information, indicating as it does so many possible models and systems and pointing out the necessity for cybernetics and automation, that we need standardizations by all means. Cartographic expressions and systems of symbols must now be seen as aspects of semiotics, semantics, syntax and pragmatic function. When a map is being produced, the social relevance of the communication—as an interrelation between map producer and map reader—is considered.

But cartography as a science also will have to play a more important role in the future, in both research and teaching. Its special concerns will include the editorial process of checking, to ensure correct cartographic representation; the methodical arrangement of content; and the final graphic impression. Available data, or data collected by observation, investigation or measurement, are given cartographic expression by means of graduated representations and space relations, black-and-white or coloured. These should be appropriate to the scale of the map. The didactic conception of the whole map-making process should be addressed to map users of varying receptivity. Cartography in the mid-1970s is a part of visual communication; therefore the discussion of cartographic communication must be a major aspect of the theory of cartography. The resulting future development of a cartographic alphabet is also a challenge for cartography as a whole.

Taken together, figure 76, 82, 83, 84 and table 2 suggest, in outline, our current thoughts with respect to the establishment of an international framework for future discussion. There is no doubt that the field of thematic cartography, with its unique potential for depicting the natural resources needed for planning our future, is one of the main instruments for preserving our lives, our farmlands and our industries.

Representation, reproduction and printing

Table 2 shows the major parallels: scientific processes on the one hand, and the technical processes on the other, must be used together in the development of better maps and charts; these will be based on new theoretical systems, as well as on new forms of technology.

For consideration of the forms used in conventional cartographic representations attention is invited to the *International Yearbook of Cartography* and to monographs by E. Arnberger, J. Bertin, E. Imhof, Ph. Muehrcke, A. H. Robinson, K. A. Salistchev, W. Witt and others. These authors discuss the problems, the usefulness and the difficulties for standardizations of signs, symbols, colours and structures that are intended for frequent, repeated use. The listed references draw particular attention to special facts; figure 85 is an example of helpful screen structures for use in geoscientific cartography.

To work economically, however, we need much more modern procedures for reproduction and printing. In the field of thematic cartography we have to touch, therefore, on copying and camera techniques, especially on the so-called "short" methods of colour printing, by which multicoloured thematic maps are printed in four press runs, using only black, yellow, magenta and cyan. Research and experiments were carried out, among other places, in St. Louis, United States of America (Defense Mapping Agency, Aerospace Center) and Hannover, Federal Republic of Germany (Institute of Geosciences and Natural Resources).

In Hannover we have tested different, but typical map cutouts, at both large and small scales (1:25,000 and 1:1,500,000), to see what happened in extreme cases. Some results are presented to the United Nations Conference in Panama City for discussion (if this is desirable) in a limited number of copies.

The following technical process, based on colour schemes and negative procedures, was employed and has been found to be very economical. Its elements are as follows:

(*a*) Drawing key (guide copy);

(*b*) Scribing of geologic boundaries on Astralone;

(*c*) Strip-masking process;

(*d*) Identification of planned colour plates by specification of percentage screen density for colours (yellow, magenta and cyan);

(*e*) Use of screen angle and pre-punch register systems;

(*f*) Exposure all together, of the different percentage values of screen density;

(*g*) Use of both film contact screen and film contact copy of the composed original;

(*h*) Sheet assembly of the individual colour plates;

(*i*) Exposure of all black elements;

(*j*) Proofing the four colour plates (black, yellow, magenta and cyan);

(*k*) Copying of printing plates;

(*l*) Printing on four-colour presses.

The whole procedure is technically possible only in the event that standard printing catalogues are given. However, the total cost of reproduction and printing may thus be reduced by as much as 30 to 50 per cent.

International co-operation: the outlook

The connexions between cartography and its parent sciences, geography and geodesy, must be regarded now as loosened. Self-reliant, despite continuing and acknowledged cross-connexions and partial concurrences, cartography now faces its own pressing problems of methodology, accumulates its own wealth of information and rationalizes its own techniques. This statement, which has been proved correct over the past several years, is not welcomed by many geographers—or likewise by many geodesists or photogrammetrists.

The present significance for topical cartography of geography, geodesy and photogrammetry is visible only in the basic representation; the significance of graphic arts and printing methods, on the contrary, will increase greatly in the future.

For some years J. Bertin has encouraged us to judge topical map representations as well on the basis of primarily graphic criteria. Outside the French-speaking countries, the Dutch have also treated this topic, as have the papers of our colleague A. Kolačny (Prague) and those published by the ICA "Information" and "Communication" Working Groups. We have now a good German translation of Bertin's excellent book. I may also remind my readers of the remarkable paper read in 1970 by Professor Koeman at Stresa (Koeman, 1971).

In the future, even more extensively than up till now, verbal statements will be replaced by pictures, graphics and films. The mass media vigorously support this trend. We live today in a period dominated by the visual. The communications showered upon mankind are not all beneficial; nor are they always selective; the flood of publications, and consequently of variations in expression, contents and frequency, is too immense. Symbols and colours are used with little regard for differences or equivalences in meaning; symbols, grids, screens and colour gradations, which ideally should form parts of a uniform cartographic language, are interpreted differently in the north, south, east and west, where they are standardized according to widely divergent systems.

Maps must, in future, be looked upon less as ends in themselves than in terms of their utility for users, who in most cases are not geodesists, geographers, geologists or cartographers. We already have difficulties with our languages, so why should we not keep cartographic design within economic, readable and understandable limits, without being forced to write extensive explanatory comments for many of our maps?

"Information" encompasses equally the languages of mathematics and graphic design. The first of these is logical and clear; we hope that one day the second may be fully understandable as well. Therefore we need by all means, a basic, standardized, cartographic alphabet.

Such uniformity of map redaction and generalization is still a problem for many people. This is not only a question of communication; it arises equally from the frequent failure to see map creation and map revision as part of a single conception. The desirable unity of content *and* form of all

cartographic expressions will remain only a "pipe-dream" in the minds of many scientific cartographers, lecturers and organizations until such time as we succeed in leaving the old harbour and steering the vessel of "cartography" into its own route—free from the maternal sciences, but in close contact with their content and aims.

If we must admit that teaching and research in cartography (especially topical cartography) are in many respects only in the beginning stage, this is due, last but not least, to attempts to hinder cartography "artificially" in its development on self-reliant tasks and forms of expression.

These pressing comparisons lead always to the same conclusion: the barriers must overcome lie not in the divergence of social systems, but in outdated scientific concepts! All groups in society need more and more information; *The thematic map is the only instrument that can provide this needed comparative synopsis of facts, relations and statistics*. Here we have the main point of maintaining an ongoing dialogue between the makers and the users of maps.

To read maps, the map user needs both experience of symbols and colours and the ability to interpret them in accordance with the map-maker's intentions. This intelligent understanding between makers and users of maps and charts is one of the scientific challenges to present-day cartographers. For the future, our goals must comprehend cartography as an important part, not only of the geosciences, but furthermore—from the design point of view—much more as an important part of the information and communication sciences.

Checking the literature published since about 1960, it seems to me that, in order to develop and establish new ideas and requirements for the final foundation of our basic cartographic theory, and at the same time to get good and clear map representations, we will need to make substantial progess in three areas:

First, *discussion* about communication, including the principle of seeing communication as a main part—but only a part—of the theory of cartography;

Second, *realization* of our knowledge and perception of map figures by the development of legible symbols and associated colours; and

Third, *communication* through maps and charts.

The theory and the practice of cartography both serve the social demands of our society by means of readable maps and charts. We communicate every day by languages using different alphabets: the alphabets of letters and words; the alphabet of mathematics; the alphabet of musical tones. Why not also, then, a basic alphabet of graphic symbols? Such a graphic alphabet would enormously increase the communicative value of maps.

Summary

I would like to summarize the results of my paper as follows:

(*a*) Cartography as an independent science, no longer a part of the maternal sciences from which it originated, serves as a major bridge between the geosciences;

(*b*) Cartography itself seems to be entitled to recognition as a so-called "formal science" in its own right;

(*c*) Cartographic representations, which have long constituted one of the leading parts of cartography, create an area of overlap with the sciences of information and communication;

(*d*) While there is no doubt that we communicate by maps and charts, research in communication is necessarily, in its first stages, a task for the sciences of education;

(*e*) Cartographers should intensify the development of the standardization of symbols, and possibly of cartographic representation, by searching for a basic graphic alphabet suitable for cartographic use;

(*f*) Training in communication by means of maps and charts should be a special level within all education and training programmes;

(*g*) The diffusion of information on cartographic communication is to be promoted by new publications and by translations from one language to another as well.

Recommended References

Arnberger, Erik (1966). Handbuch der thematischen Kartographie (Wien, Austria: Deuticke) In German, with many figures, cutouts and references; this is the first so-called "Handbook", dealing with problems of international standardization of communication through cartographic symbols. Reprinted in *International Yearbook of Cartography*, volume XIV (1974)

Arnberger, Erik, and Ingrid Kretschmer (1975). Aufgaben der Kartographie—Topographische Karten (Wien, Austria: Deuticke). In German; the first volume of a new, 16-volume "encyclopaedia" of cartography; excellent illustrations.

Bertin, Jacques (1976) Sémiologie Graphique (Paris and The Hague: Mouton). A grammar of graphics, excellent illustrations.

Bibliographia Cartographica (formerly *Bibliotheca Cartographica*) (Berlin and Munich: 1957 to date) For details, see address by Dr I. Zoegner in the paper "Documentation and Cartographic literature", prepared for the Panama Conference by Dr Meine

Board, Christopher (1973) Cartographic communication and standardization. *International Yearbook of Cartography*, volume XIII

Freitag, Ulrich (1971) Semiotik und Kartographie. Ueber die Anwendung kybernetischer Disziplinen in der theoretischen Kartographie. *Kartographische Nachrichten* (Journal of the German Society for Cartography) pp. 171-182 In German, with references.

International Cartographic Association (1973). Multilingual Dictionary of Technical Terms in Cartography (Wiesbaden, Federal Republic of Germany: Steiner Verlag). Prepared by ICA Commission II (Definition, Classification and Standardization of Technical Terms in Cartography; Chairman, Prof. Dr. E. Meynen).

Imhof, Eduard (1972) Thematische Kartographie (Berlin and New York: de Gruyter). In German; excellent illustrations.

International Yearbook of Cartography, edited by Gregor M. Kirschbaum and Karl-Heinz Meine. (Bonn-Bad Godesberg, Federal Republic of Germany: Kirschbaum Verlag; published annually since 1961)

Keates, John (1974). Cartographic design and map production (London: Longman Group), excellent illustrations

Koeman, Cornelis (1971) The principle of communication in cartography. *International Yearbook of Cartography*, volume XI

Kretschmer, Ingrid (1972) Der redaktionelle Arbeitsbereich in der thematischen Kartographie. In *Ergebnisse des 7. Arbeitskurses Niederdollendorf, 1968* (Mannheim: Bibliographisches Institut) In German.

Meine, Karl-Heinz (1971) Thoughts on standpoints of the different character of thematic cartography in Europe. Paper prepared for the IGU Regional Geographic Conference on Europe, Budapest, Hungary, 1971

_____(1972). Cartographic communications and the theory of cartography. Paper prepared for the ICA Conference Ottawa, Canada, 1972

———(1974) Cartographic communication links and cartographic alphabet (Kartographische Kommunikationsketten und Kartographisches Alphabet), in *Mitteilungen der Oesterreichischen Geographischen Gesellschaft* (Wien, Austria: *Journal of the German Society of Cartography*) In German; includes summary and résumé

MUEHRCKE, Phillip (1972) Thematic cartography (Washington, D C : Association of American Geographers)

ORMELING, Ferdinand J. (1972) Turbulent cartography (Delft and Enschede, Netherlands: ITC)

PEUCKER, Thomas K (1972). Computer cartography (Washington, D C : Association of American Geographers)

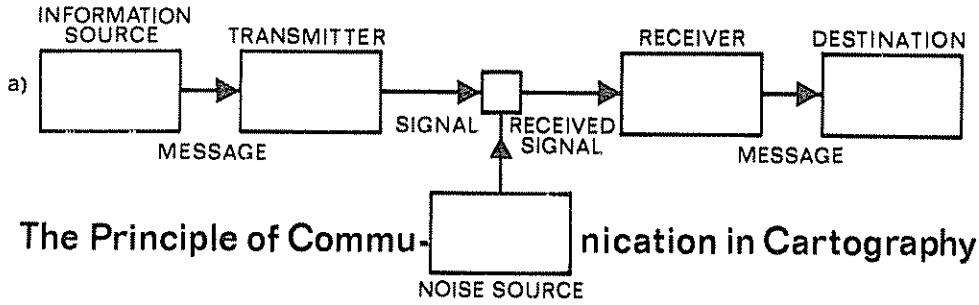
RATAJSKI, Lech (1973) The research structure of theoretical cartography *International Yearbook of Cartography*, volume XIII

ROBINSON, Arthur H and R D SALE (1969) Elements of Cartography, 3rd edition, (New York: John Wiley and Sons)

———(1973) An international standard symbolism for thematic maps: approaches and problems *International Yearbook of Cartography*, volume XIII

SALICHTCHEV, Konstantin A (1967) Einführung in die Kartographie (2 volumes; Gotha, German Democratic Republic: VEB H Haack) German edition, translated from the original Russian, with excellent illustrations

WITT, Werner (1970) Thematische Kartographie (Hannover, Federal Republic of Germany: Jaenecke) Fully illustrated with multicoloured map cutouts; out of print at this writing



Schematic diagrams of a general communication system: a) after SHANNON & WEAVER (1949, p.5)
b) supplied for cartography (1976)

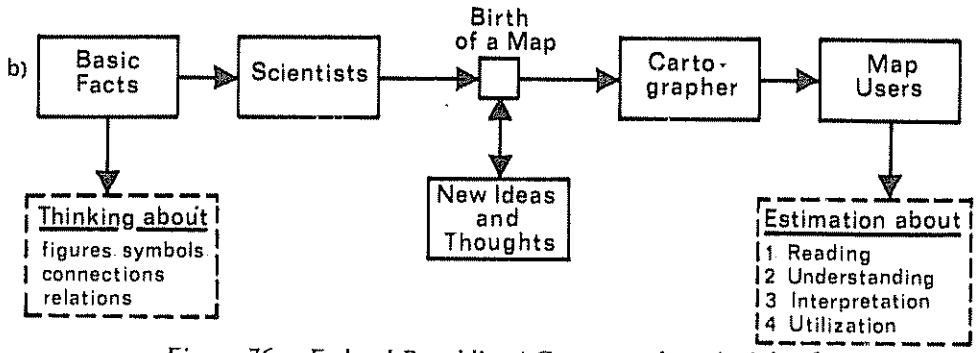


Figure 76. Federal Republic of Germany: the principle of communication in cartography

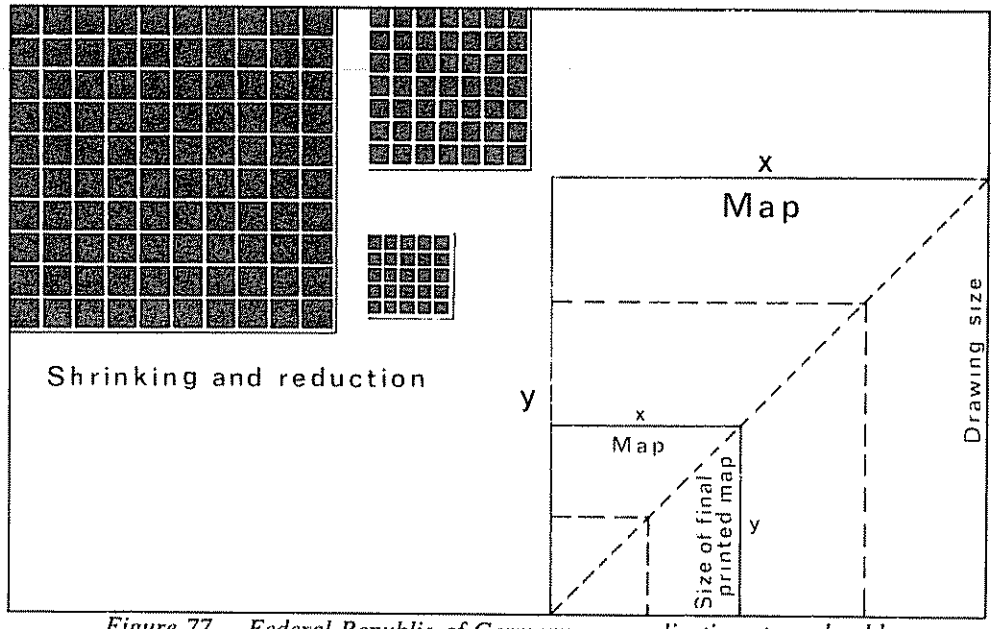


Figure 77. Federal Republic of Germany: generalization steps should meet shrinking of areas

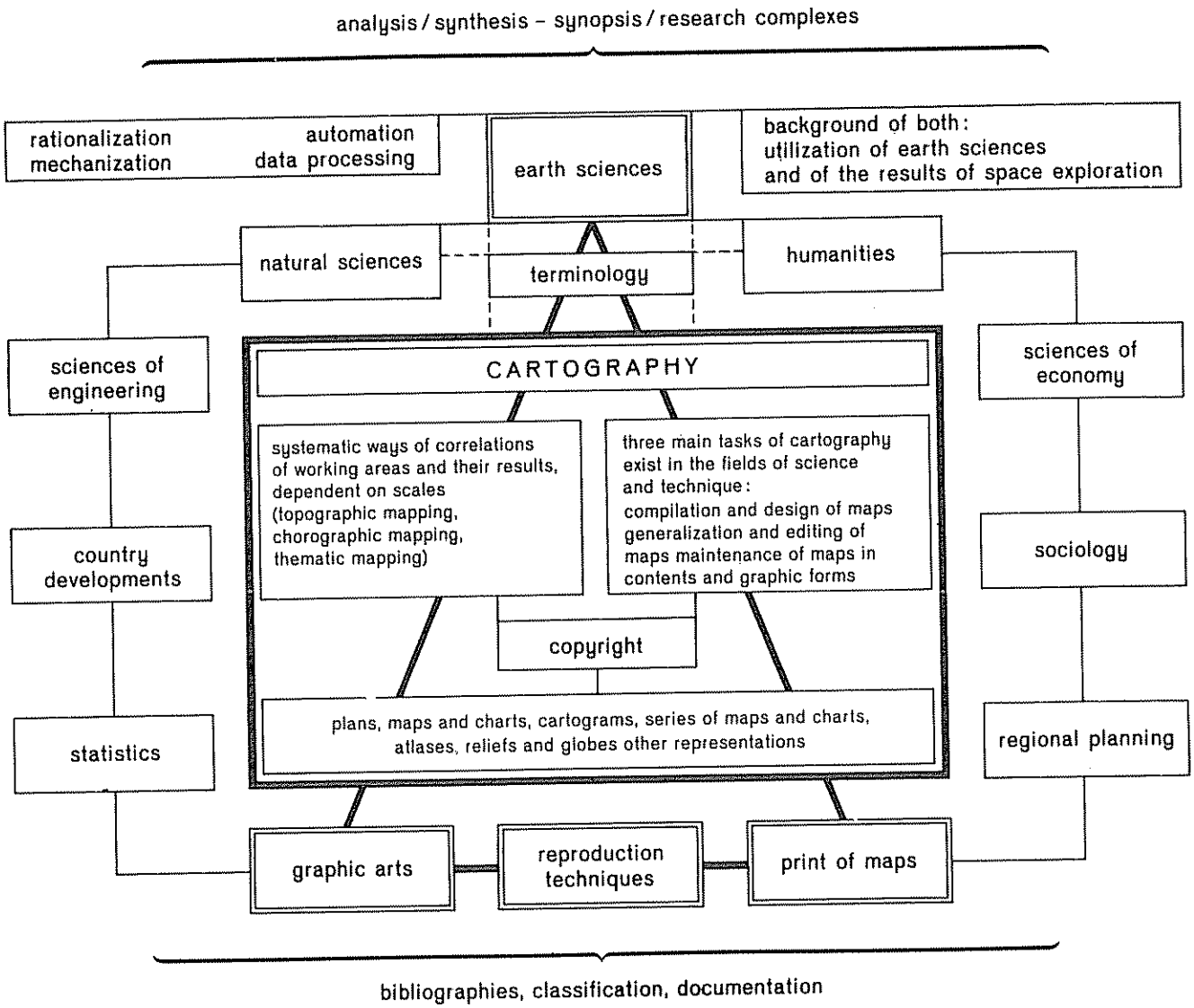


Figure 78. Federal Republic of Germany: proposal for a scheme showing the position of cartography in relation to the neighbouring sciences

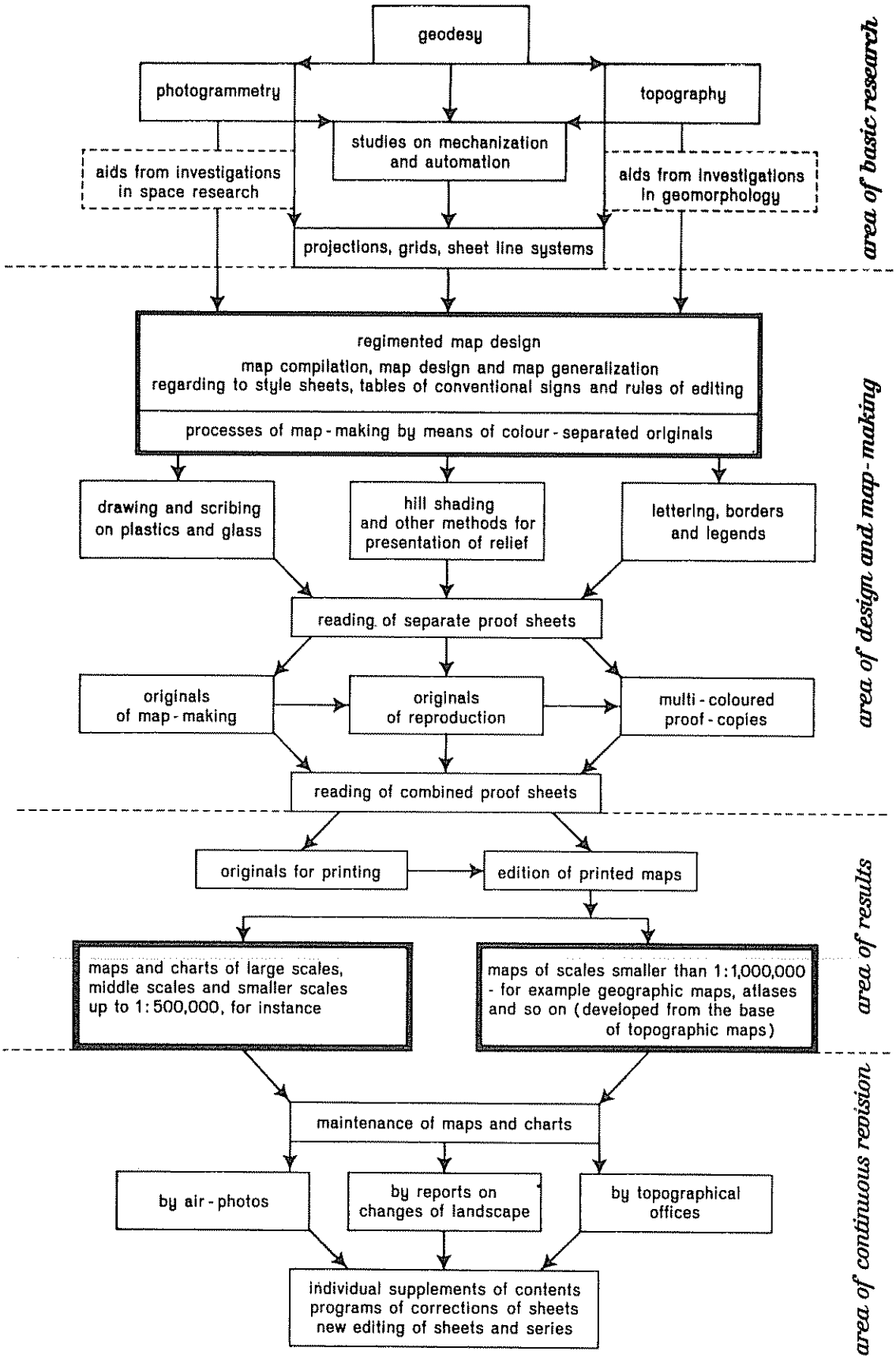


Figure 79. Federal Republic of Germany: proposal for ways of systematizing the fields of topographic cartography

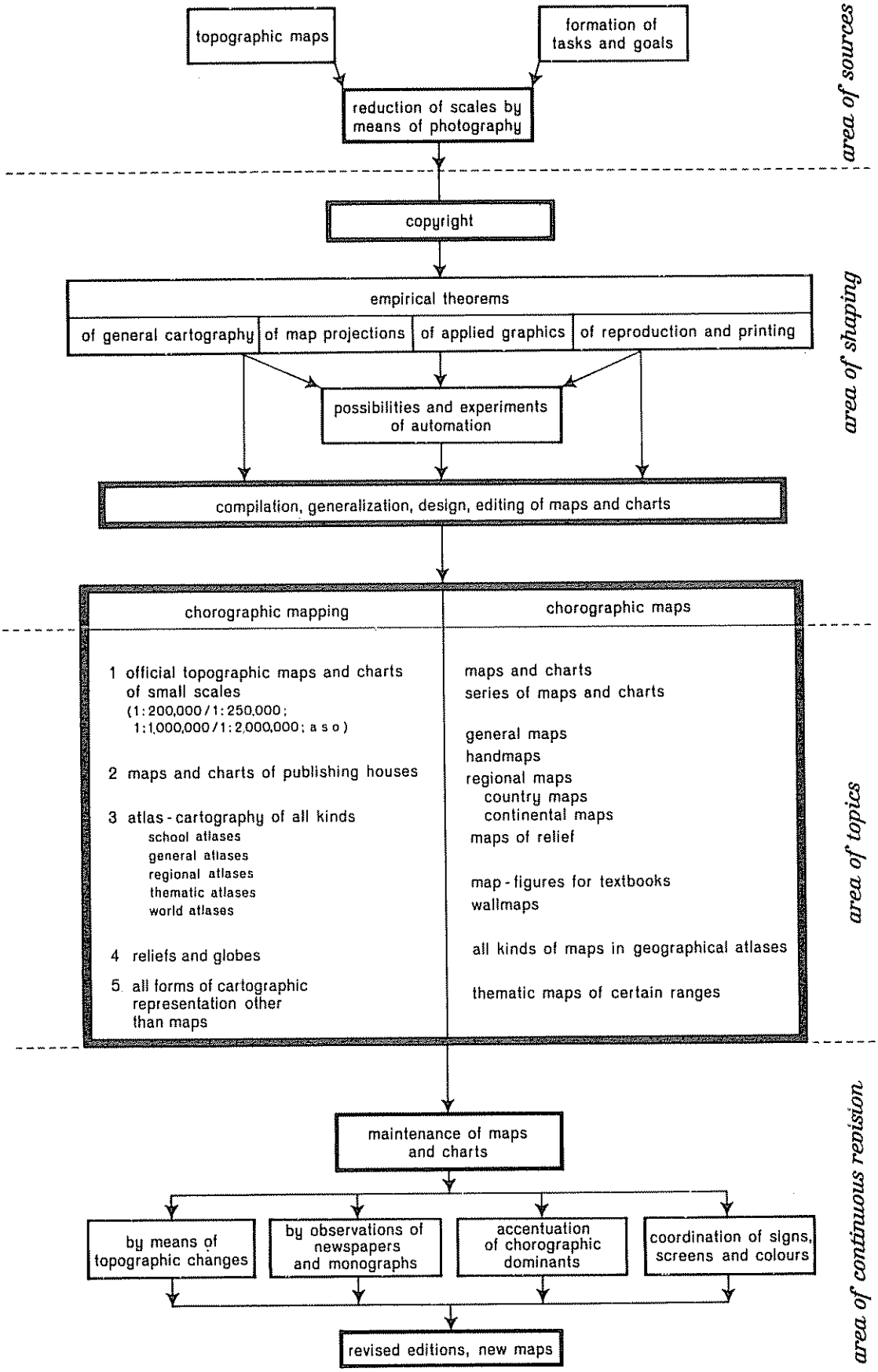


Figure 80. Federal Republic of Germany: proposal for a synopsis of bases and methods in chorographic mapping and presentation

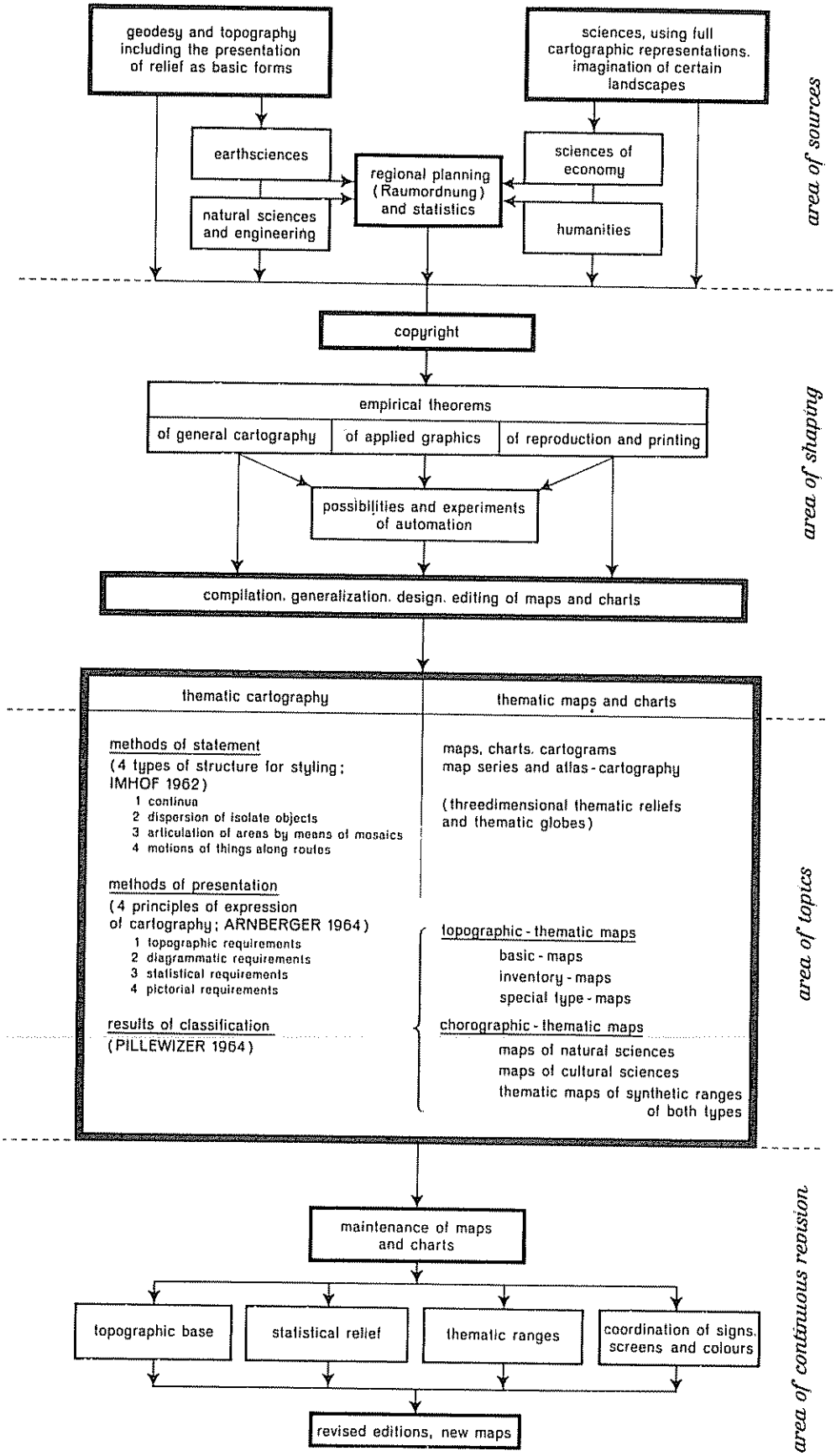


Figure 81. Federal Republic of Germany: proposal for a synopsis of correlations of bases, methods and results in thematic mapping

Table 1. Contents of the multilingual basic manual on cartography, to be prepared by ICA Commission I (Education), Chairman, Prof. Dr. C. Koeman

Chapters	*Authors*	*Countries*
1 The task of cartography	Meine	Germany, Federal Republic of
2 The history of cartography	Koeman	Netherlands
3 Mathematical cartography	Maling	United Kingdom
4 Theory of graphic representation	Rouleau	France
5 Thematic cartography	Ogrissek/Dahlberg	German Democratic Republic/United States of America
6 Topographic cartography	Djulgerov	Bulgaria
7 Design and drafting	Spiess	Switzerland
8 Cartographic techniques	Kanazawa	Japan
9 Map reproduction	Palm	Sweden
10 Automation in cartography	Kadmon	Israel

In principle, there is only one main question regarding communication by cartographic representations: what do we have to say, by which means or expressions, to whom or to what kind of map-users obtaining which results?

Doing so, we have to see generally the theory and the practice of cartography nowadays as a single independent discipline following two different processes for the same task of making maps (see table 2).

Table 2. Science and technique

The scientific processes	*The technical processes*
1 Resource material and compilation	1 Drawing and engraving
2 Generalization	2 Colouring and shading
3 Designing	3 Lettering and retouching
4 Drafting	4 Sheet assembly
5 Editing	5 Reproduction and printing
6 Evaluation of contents	6 Evaluation of clearness
7 Interpretation	7 Technical criticism
8 Comparison between task *and* solution; map revision	8 Comparison between task *and* solution; map revision
9 Searching for scientific aspects *and* economy within the used procedures	9 Searching for technical effects *and* economy within the used procedures
10 *Result* Cartographic representation using scientific methods, elements and graphic rules of perceptive faculty	10 *Result*: Cartographic representation using adequate techniques, steps of automation, computers

Conclusion: Cartography being the science and technique of discussing, developing and teaching methods of cartographic representations, approaches, communication problems of spatial informations about objects, relations, developments, movements, processes, systems etc., by maps and charts, using legible visualization figures.

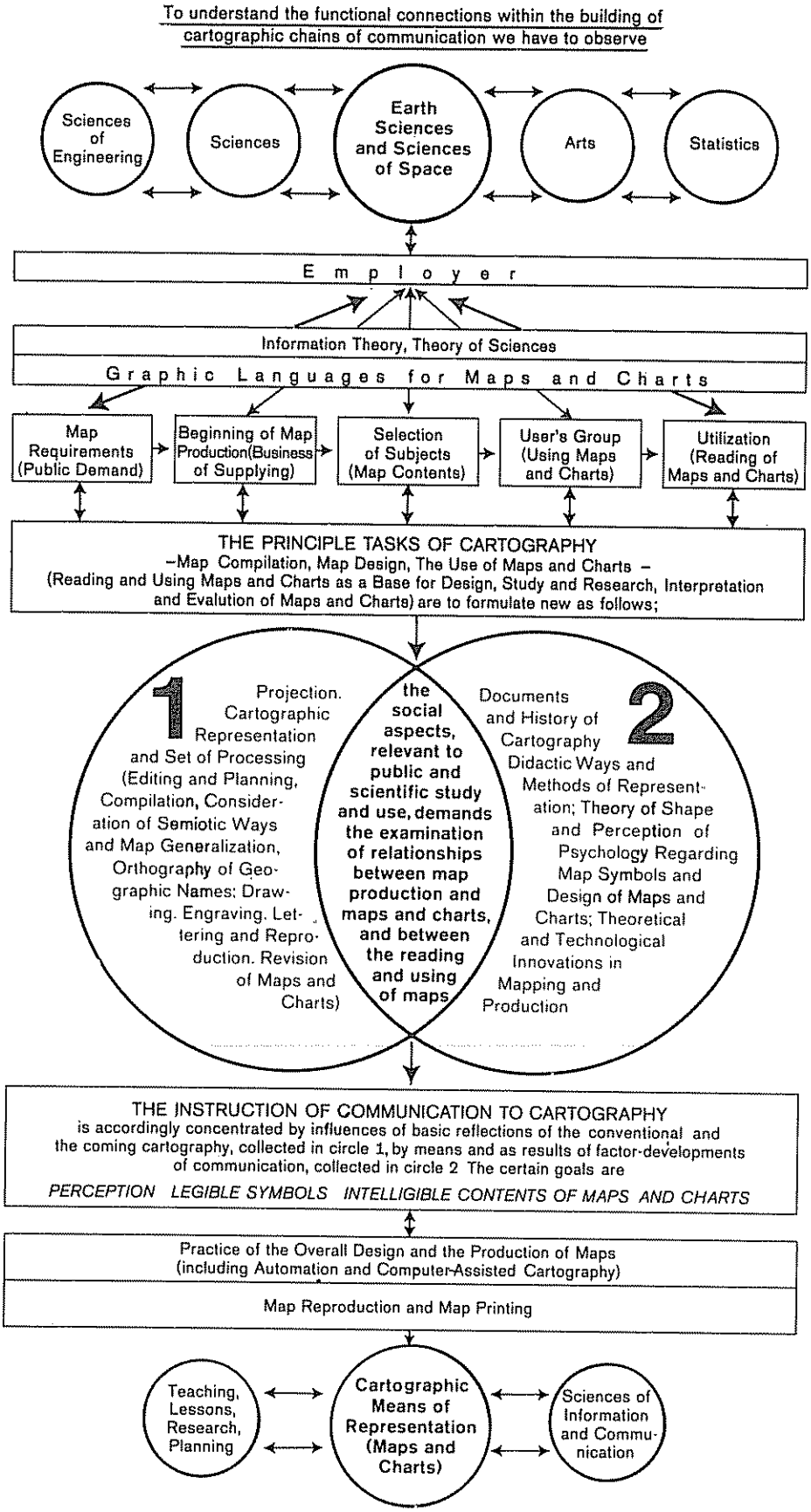


Figure 82. Federal Republic of Germany: chains of communication

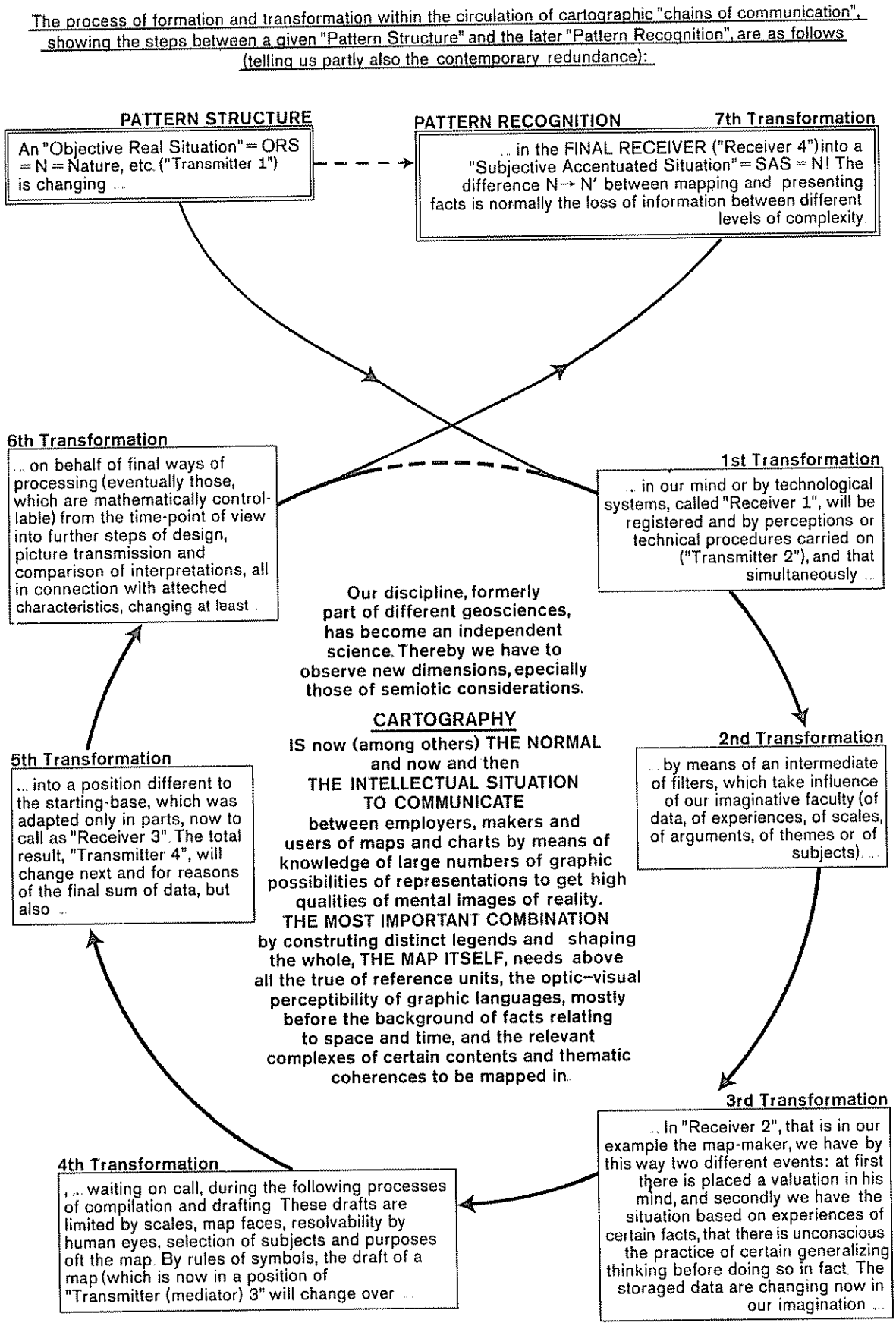


Figure 83. Federal Republic of Germany: processes of transmission and interpretation

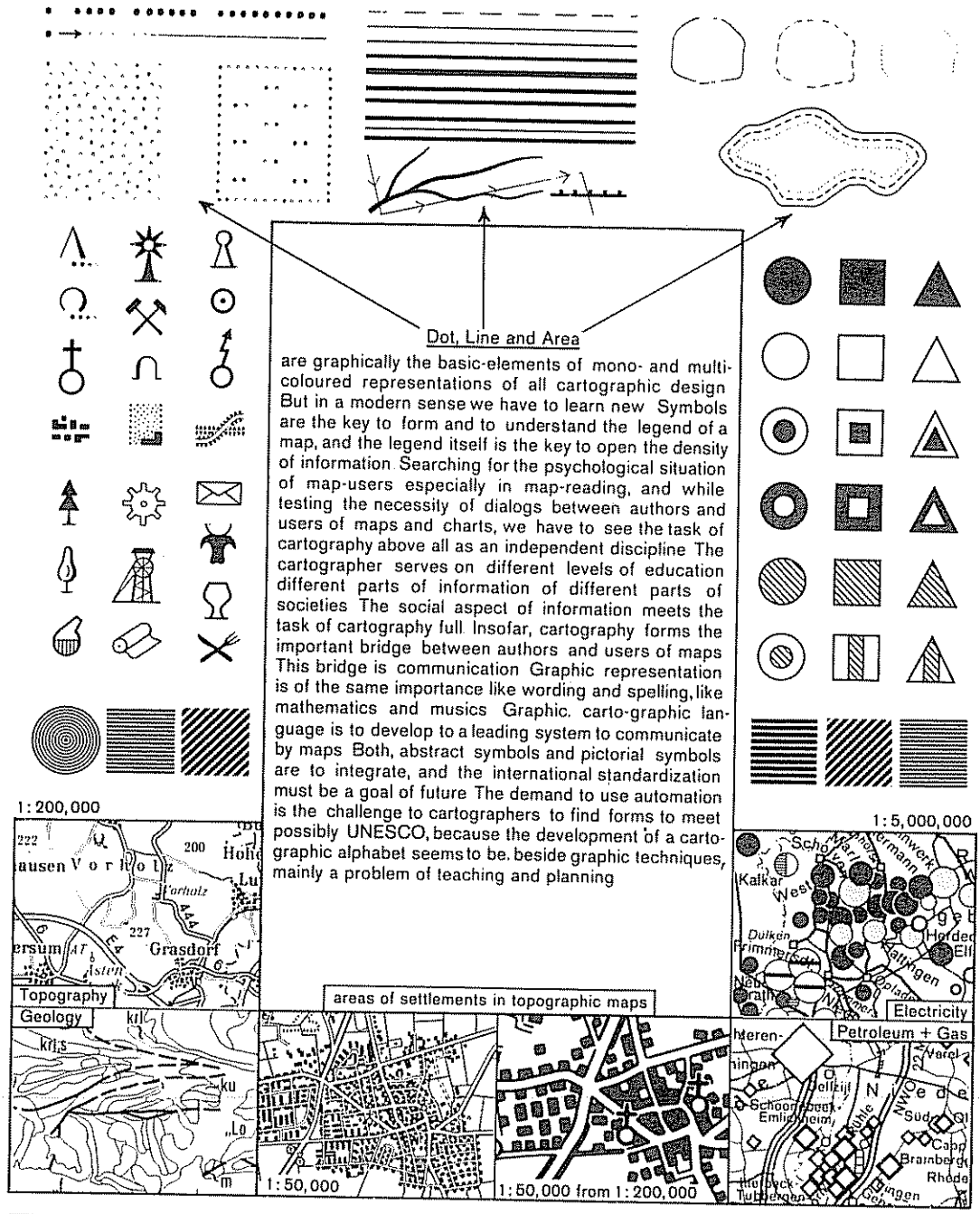


Figure 84. Federal Republic of Germany: proposal for a basic graphic alphabet

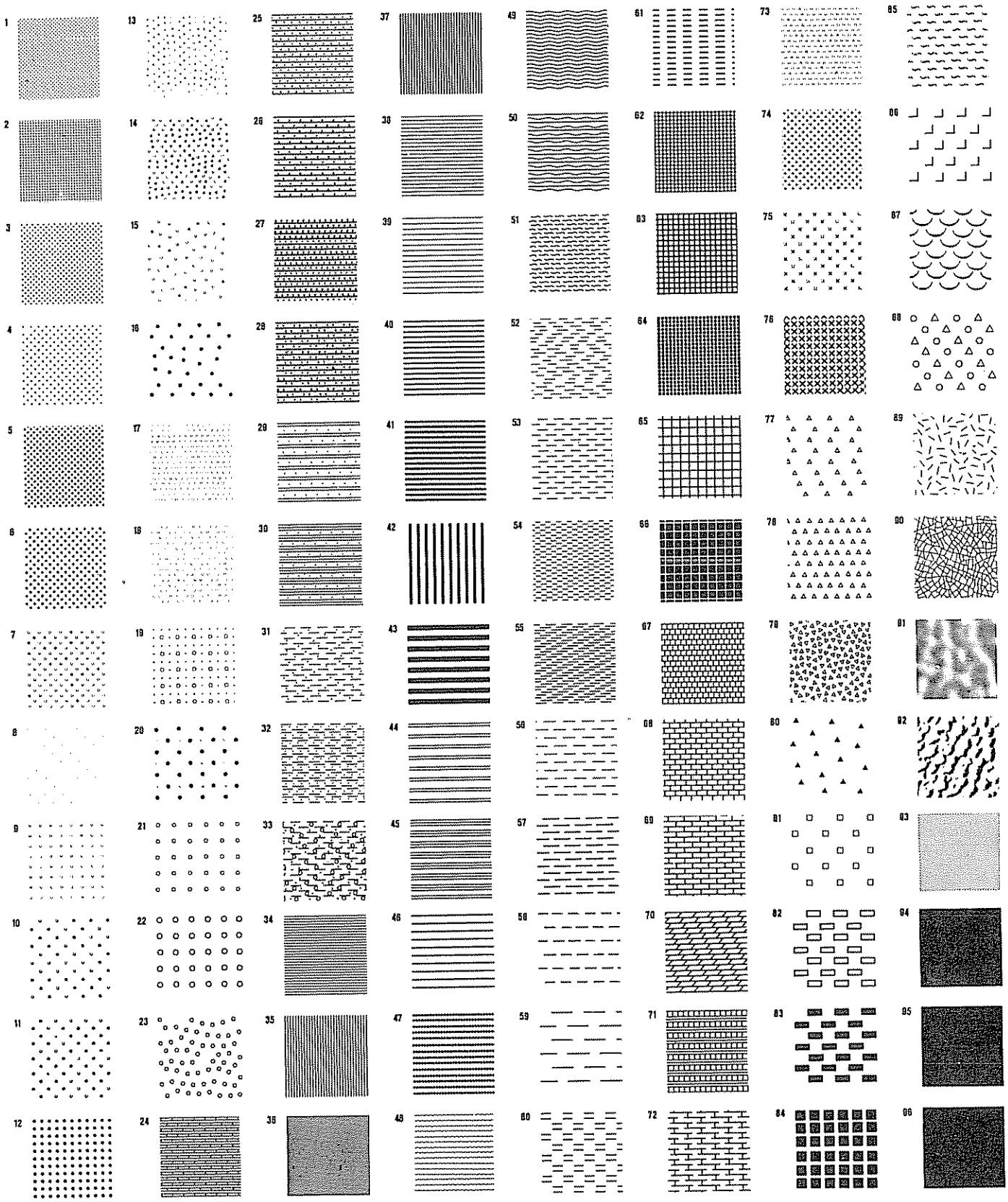


Figure 85. Federal Republic of Germany: screen patterns for thematic maps, with special application in the field of geoscience representation

Atlas zur Raumentwicklung: a new thematic atlas and a contribution towards the solution of regional-planning problems*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

L'*Atlas zur Raumentwicklung* (Atlas de l'aménagement régional) constitue un nouveau type d'atlas thématique. Deux idées fondamentales caractérisent cet ouvrage :

a) Les experts aussi bien que les profanes intéressés doivent avoir accès à des renseignements sur les faits et les problèmes régionaux;

b) Des renseignements présentés sous différentes formes doivent être fournis à l'utilisateur souhaitant trouver une réponse à des questions précises.

L'Atlas contient des cartes aussi bien que des diagrammes et des tableaux et chaque feuille est accompagnée d'un texte explicatif. Celui-ci éclaire la base statistique de certaines cartes. Ce type d'atlas thématique constitue ainsi un exemple intéressant pour tout pays où la qualité des statistiques officielles n'a pas encore atteint un niveau très élevé.

RESUMEN

El *Atlas zur Raumentwicklung* (Atlas de Planificación Regional) es un nuevo tipo de atlas temático. Dos ideas básicas caracterizan este atlas:

a) Es necesario suministrar a expertos así como a grupos de personas interesadas no especializadas en la materia información sobre hechos y problemas regionales;

b) Es necesario poner a disposición de los usuarios, al responder a preguntas concretas, diferentes medios de presentación de la información, aplicados a la presentación de datos y problemas regionales.

Este atlas contiene mapas, diagramas y cuadros con notas explicativas en cada página. El texto que acompaña a las figuras ayuda a suplementar el contenido estadístico de algunos mapas. Así, pues, este tipo de atlas temático puede ser un ejemplo interesante para aquellos países cuyas estadísticas oficiales no hayan llegado aún a un nivel muy alto.

Introduction[1]

A favoured means, but by no means the only possible way, of transmitting information on regional facts and data is the thematic map.

There are certain trends within thematic cartography that tend to overestimate the value of the thematic map as a means of communication. The reason for this is partly to be found in a too-favourable assessment of the intellectual capabilities of most map users. Only a small group of experts have the required skill in map-reading. For many people the acquisition of information via illustrations and tables is much easier. Furthermore, many facts cannot be explained either by cartographic or by graphic methods.

Thus, in this context, textual information still remains an important medium of communication. The results of various user analyses conducted with regard to existing atlases have clarified this situation. Consequently, thematic atlases, if they are to appeal to a wider public, have to offer information relating to any one subject in various forms. It may be said that a thematic atlas represents much more than a geostatistical work of reference in the shape of maps.

Concept for the content of the Atlas

The *Atlas zur Raumentwicklung*[2], which is now in its final stages of compilation and cartographic preparation by the Bundesforschungsanstat für Landeskunde und Raumordnung[3] aims at dissemination beyond the borders of the Federal Republic of Germany information on problems of regional planning that are being discussed by experts. Apart from communicating facts and data, this atlas analyses structures and processes and confronts essential social problems with the aims and objectives of regional planning policy; its hope is to stimulate a critical assessment of these problems.

All of this implies, correctly, that the usual editorial and other principles of national atlases have been deliberately disregarded in the preparation of the *Atlas zur Raumentwicklung*. There is no intention to map comprehensively the diverse aspects of a country, ranging from geology, climate and vegetation to population and economic and social developments. Rather, there has been substituted for these a selection of social problems in their present-day context.

Even a country with so high a standard of living as that of the Federal Republic of Germany shows structural differences in its macro-regions that lead to unequal conditions interregionally. The result of this state of affairs has been the development of some disparities[4]. This means that conurbations and metropolitan regions show favourable conditions with regard to employment and a well-equipped social and educational infrastructure, but with concomitantly low quality of natural environment in its widest sense. Conditions in rural areas of the Federal Republic of Germany

* The original text of this paper, prepared by Reinhold Koch, Federal Research Institute for Applied Geography and Regional Planning, Bonn-Bad Godesberg, Federal Republic of Germany, appeared as document E/CONF 67/L 53.

[1] Two colour plates illustrating this paper are placed in the pocket at the end of this volume.

[2] The German terms *Raumordnung* and *Raumentwicklung* can be and still are used interchangeably. Throughout this paper they have been translated as "regional planning".

[3] Roughly translated as "Federal Research Institute for Applied Geography and Regional Planning".

[4] The regional-planning program of the Federal Government has characterized this situation by introducing the term "zweiseitiges Disparitätengefälle" (bilateral gradient of disparities); see, for example, Raumordnungsprogramm für die großräumige Entwicklung des Bundesgebietes (Bundesraumordnungsprogramm) (in: *Verh. d. Dt. Bundestages*, Drucksache 7/3584 v. 30 4 1975).

show exactly the opposite characteristics. Regional policy, as conceived by the Federal government, aims at so influencing macro-regional development as to facilitate the reduction of these regional disparities, which even show, otherwise, a tendency to increase.

The reasoning behind this concept for the *Atlas* includes the criteria applied in selecting the subjects to be represented. The general guidelines may be defined as, first, stimulation of public interest and, second, orientation towards regional planning problems. Other principles include the following:

(*a*) First consideration has been given to a comparison between various regions of the territory of the Federal Republic of Germany. This is necessary because comparable information, relevant to planning aims for the national territory as a whole, is lacking. This is due to territorial (local) government reform, which has reduced the number of authorities and created fewer, much larger units, often without regard for the old boundaries. New bases of comparison therefore have to be created;

(*b*) Each theme has been divided into several distinct subjects in order to facilitate its more or less comprehensive treatment. Thus users ought to find answers to specific questions more easily;

(*c*) The *Atlas*'s themes, as well as specific contributions that illustrate certain facts and data, are subjected to a strict selection process in order to limit the size of the *Atlas* in the interest of achieving the highest degree of readability and comprehensiveness.

Analysis of user groups

The concept which I have just explained aims at reaching the following groups of users:

(*a*) The *Atlas zur Raumentwicklung* has been designed to function as a working basis for authorities and institutions dealing with planning matters of a sectoral or physical nature at the Federal, laender and regional levels as well as for cities;

(*b*) The *Atlas* will, it is hoped, stimulate ideas within the professional staffs of university and other research institutions with regard to their own projects;

(*c*) The *Atlas* ought to be suitable for teaching purposes in the upper-level classes of secondary and grammar schools, as well as in university seminars;

(*d*) The *Atlas* is to serve, as well, the existing interests of political parties, industries and other groups with interests in problems of regional and social planning;

(*e*) The *Atlas* should provide background information for mass-media work; and, finally,

(*f*) The *Atlas* aims at satisfying the increasing demand for information within the countries of the Common Market, and at supplying to the other member states a synopsis of regional-planning problems within the Federal Republic of Germany.

In order to ascertain the needs and wishes of the above-mentioned groups of (tentative) users, a market analysis was conducted in 1972. Oral answers (n = 87) and written answers (n = 1,000) to questionnaires showed which user groups judged the concept of the *Atlas* favourably. At the same time, the opinions of potential users with regard to a tentative program of maps (themes and single maps) were ascertained. Furthermore, ideas were gained with regard to graphic outlay, as were some insights as to the optimum size of the print order, the sales price and the advertising campaign.

Selection of themes and maps

In accordance with the basic concept and the results of the market analysis, the original programme, containing 14 themes, was reduced to a programme of 11 themes. They are:

(1) Labour;
(2) Education;
(3) Traffic and transportation;
(4) Population;
(5) Housing;
(6) Leisure;
(7) Land use;
(8) Environment;
(9) Disadvantaged areas;
(10) Regional planning; and
(11) Territorial local government reform.

This selection of themes was influenced by the assumption that in an economic system based on the principles of a social market economy, regional development is decided primarily by locational decisions of entrepreneurs. Education, traffic and transportation are two important sectors of infrastructure that depend on production and the location of production. These facts then influence the migration decisions of the labour force, who migrate to regions where sufficient choice of employment is available. Next in order after the necessity for work, housing and leisure are of importance to human existence. Under the subject heading "Disadvantaged areas", a combination of data is to be found gained from other subjects dealing with regional disparities, complemented by additional information. Under the subject heading "Regional planning", these results are then being compared with the aims, objectives and planning proposals for a regional-planning framework.

Each theme is introduced by a single map, which depicts the situation at the beginning of this decade. Next, each theme is represented by five to eight maps, which show different elements of the theme at significant moments in time. For each theme the following maps are obligatory:

(*a*) The regional map shows selected data for six exemplary areas, based on local government units. Thus, intra-regional differentiations of areas can be shown that would otherwise have been considered to be homogeneous;

(*b*) The sheet entitled "Europe" aims at a comparison of regions within the Federal Republic of Germany with regions of other member states of the Common Market, Switzerland and Austria;

(*c*) The "up-to-date" sheet contains an analysis of developments between 1970 and the date of publication, based on data available at that time.

Textual explanations, prepared to accompany the various sheets, are standardized as far as possible.

Concept for the design of the atlas

The graphic design of the *Atlas zur Raumentwicklung* corresponds to the basic idea of creating a combination of map, diagram, table and text on one sheet, and also makes use of the results of the market analysis.

In order to achieve the closest possible co-ordination of map and textual information, a distinct separation of three levels of information has been created:

(*a*) *First level*. The lower half of each sheet contains the main maps, which have been kept free of the additional information printed in the margins;

(*b*) *Second level*. The legend contains the concise, multi-lingual titles of the main map, the legend proper, frequency distributions and a short interpretative text relating to the main map;

(*c*) *Third level*. The textual information in the upper quarter of the sheet represents a survey of problems connected with the facts and data shown on the maps. The text is complemented with tables, diagrams and small charts.

These three levels are identified as belonging together by the grey tinting of the background. Each theme has been provided with a signature colour, a strip of which forms the top margin of the sheet.

The colours used in the main maps have also been standardized. The representation of complex content necessitates a colour scale of up to eight tonal values, encompassing three basic colours of the spectrum, and at the same time paying attention to achieving sufficient clarity of colour gradation. Scales of two kinds have been applied:

(*a*) intensity scales (for a representation of increasing intensity degrees) that start with the lightest and end with the darkest colour value at the end of the scale; and

(*b*) intensity scales for displaying balances (e.g. migration balances) with increasing and decreasing intensities, so arranged that the lightest values are in the centre and the darkest values at the two ends of the scale.

The type is characterized by easy readability. This has been achieved by using an unpretentious type style (Univers) and light embossing depth, with ragged-right-margin typesetting. At the same time, the limitation to a few fonts and type sizes makes for economic composition and production.

The base map has been so designed as to facilitate orientation as quickly as possible, at the same time keeping the content of the maps free of excess information. Consequently, administrative borders have been generalized to a large degree and the water system has been reduced as far as possible. In order to make orientation easier, the higher-ranking central places and the long-distance network of German Federal Railways has been included.

The format of the *Atlas* (DIN A2, 59 × 42 cm) permits its use as a desk atlas. At the same time, sufficient readability has been achieved for meetings of up to 20 persons. Depending on the scale selected, each sheet can accommodate one, two or four maps.

Editorial concept

The results of the market analysis have shown that the number of potential users of the *Atlas zur Raumentwicklung* amounts to approximately 6,000. An extrapolation shows that roughly 2,600 interested persons voiced the intention of buying the complete atlas or a set of sheets for different themes. Experience with other market analyses have shown that the number of actual buyers amounts to roughly 50 per cent of those who have shown interest in buying. Consequently, it is thought realistic to anticipate the sale of 1,300 copies.

A combination of sales price and sales probabilities has shown a relative optimum at DM 300,–for the complete *Atlas* and at DM 40,–for a single-theme sheet in 1972. Up to now, a price increase of approximately 40 per cent can be deemed adequate.

An advertising campaign for the *Atlas zur Raumentwicklung* will aim as directly as possible at the different user groups. It will put major emphasis on the display of the sheets and/or on sections of sheets that have already been printed.

The *Atlas zur Raumentwicklung* is being edited by the Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung. Scientific and editorial work for the various themes is the responsibility of the corresponding subdivisions of the Bundesforschungsanstalt. The selection, assembly and graphic presentation of all relevant information required for the preparation of the maps, as well as the colour separation, are computer aided. Cartography, reproduction and printing are being undertaken by the technical subdivision of the Bundesforschungsanstalt.

At present, theme 4 of the *Atlas* (''Population'') is being printed and will be distributed during the first six months of 1976. Editorial preparations for themes 1 (''Labour'') and 2 (''Education'') have been completed, and printing of the sheets pertaining to these themes, as well as of those for theme 5 (''Traffic and transportation'') is scheduled to begin in the course of 1976.

Conclusions

An essential prerequisite for the preparation of a collection of maps of the size and scope of the *Atlas zur Raumentwicklung* is the existence of data adequate for the representation of the selected material. Although the Federal Republic of Germany has a well-organized system of official statistics, it is often rather difficult to obtain significant data with the necessary regional differentiation.

In a country where official statistics have not yet reached this standard, the preparation of such a thematic atlas, dealing with specific problems, is not necessarily precluded by this state of affairs. The content of such an atlas will be less wide-ranging, but by creating a close correspondence between map and textual information it may be possible to design maps that have at least a weak statistical basis; the accompanying text will then help to compensate for these weaknesses. At the same time, proposals for eliminating them might be appropriate.

The central purpose of a thematic atlas that deals with the specific problems of a country could be defined as the creation of an understanding of its national and regional problems. Then it can be emphasized that an atlas that has been prepared on lines similar to those of the *Atlas zur Raumentwicklung* will be superior to a traditional national atlas.

Atlas de la Martinique*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document gives details of the information contained in the Atlas of Martinique (100 pages of text, charts and maps).

Size of atlas: 48 × 60 cm.

RESUMEN

El documento precisa las informaciones contenidas en el Atlas de Martinica (100 páginas de texto, gráficas y cartas).

Formato del atlas: 48 × 60 cm.

L'Institut géographique national a entrepris la rédaction et l'impression d'une série d'atlas des départements français d'outre-mer à partir de maquettes réalisées par le Centre d'études de géographie tropicale du Centre national de la recherche scientifique.

L'atlas de la Martinique, actuellement en cours d'élaboration, est le second de la série puisque sa publication, prévue pour 1976, suivra celle de l'atlas de la Réunion.

Il comportera 37 planches de cartes concernant les thèmes classiques représentés dans les ouvrages du type atlas national : cartes de l'environnement physique (orohydrographie, géologie, géomorphologie, pédologie, climatologie, végétation), cartes de population (composition ethnique, répartition par points et par densité au kilomètre carré, structure socio-professionnelle, migration, logement, types d'habitat), cartes économiques (occupation du sol, structures foncières, équipements agricoles; productions spécialisées: canne à sucre, banane; productions secondaires: pêche, circulation et transports, énergie, commerce, industrie) et cartes des problèmes culturels (équipements scolaires, sanitaires, touristiques, bancaires, religieux, administration, postes et télécommunications).

Les cartes sont accompagnées de notices explicatives comportant environ 100 pages de textes, de graphiques et de cartes simples monochromes, l'ensemble constituant une somme considérable de données géographiques et statistiques rassemblées et mises au point par de nombreux spécialistes du département concerné.

Cartografía censal en Panamá*

Documento presentado por Panamá

SUMMARY

Cartography, as the physical basis for national censuses, first became a specialized activity in 1949, with the organization of the Fifth National Census of Population and Housing which took place in 1950. Factors such as the increased number of sources, improved techniques and equipment and the experience of the two previous decades made it possible in 1970 to obtain more detailed, fuller and better-presented maps.

Types of cartographic material

Maps

These represent the cartographic survey of a considerable expanse of territory, generally with reference to one of the country's political-administrative units, for instance a municipality or district. The scale used varies between 1:20,000 and 1:50,000.

RÉSUMÉ

C'est pour préparer le cinquième recensement national de la population et du logement, réalisé en 1950, que l'on a appliqué pour la première fois au Panama, en 1949, des documents cartographiques à des travaux de recensement. Grâce à l'augmentation des sources, à l'amélioration de la technique et du matériel et à l'expérience acquise au cours des deux décennies antérieures, en 1970, le pays disposait de cartes plus détaillées, plus complètes et mieux présentées.

Types de documents cartographiques

Cartes

Celles-ci correspondent au levé cartographique d'une grande étendue territoriale, généralement rattachée à une unité politico-administrative du pays, telle que la commune ou l'arrondissement, à une échelle allant du 1/20 000 au 1/50 000.

Plans

On utilise aux fins des recensements des plans détaillés, établis par d'autres organismes officiels ou privés. Leur échelle varie du 1/1 000 au 1 /5 000.

* Le texte original de cette communication, préparé par R. Cuenin, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF.67/L.11.

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF.67/L.60.

Plans

These are specific plans prepared by other official or private institutions and subsequently adapted for census purposes. The scale varies between 1:1,000 and 1:5,000.

Sketches

These are cartographic surveys of all population centres comprising 30 dwellings or more and also those which, although they do not have the stipulated number of dwellings, are so placed as to be peripheral to a larger population centre and cut off from it by an imaginary boundary.

Aerial photographs

Aerial photographs began to be used in 1950 as base information for the preparation of cartographic census material, but in 1970 they were given a new application, being used by field staff in housing censuses.

CARTOGRAPHIC PRODUCTION

Cartographic activities for the most recent programme of censuses resulted in the preparation of maps of the 63 districts and one *comarca* into which the country is divided and of plans and sketches of 1,243 population centres.

USE OF CARTOGRAPHIC MATERIAL

The Statistics and Census Division, the main map user, uses maps in planning, organizing, promoting and carrying out censuses; this cartographic material is then used regularly in all surveys conducted in the interval between censuses.

Maps are also used to illustrate publications, and in atlases, to present information on such topics as: urban population and population distribution, density and dispersal. Other state and private agencies, as well as international bodies, also use maps in developing their programmes of work.

Croquis

Levés cartographiques de tous les lieux peuplés qui comptent au minimum 30 habitations ainsi que des lieux qui, bien que ne contenant pas la quantité stipulée d'habitations, sont limitrophes et se trouvent séparés par une limite imaginaire.

Photographies aériennes

Leur utilisation remonte à 1950, en tant que documents de base pour l'établissement de matériau cartographique pour les recensements. Depuis 1970, elles sont aussi utilisées par le personnel sur le terrain pour l'enregistrement des habitations.

PRODUCTION CARTOGRAPHIQUE

Les activités cartographiques menées dans le cadre du dernier programme de recensement ont abouti à l'établissement de cartes de la *comarca* et des 63 districts que compte le pays, ainsi que de plans et de croquis de 1 243 lieux habités.

EMPLOI DE DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

La Direction des statistiques et des recensements, principal utilisateur des cartes, s'en sert pour planifier, organiser, faciliter et exécuter les recensements. Ces documents sont aussi utilisés régulièrement pour toutes les enquêtes effectuées entre les recensements.

Par ailleurs, les cartes sont utilisées pour illustrer des publications et composer des atlas présentant notamment des renseignements sur la population urbaine et la distribution, la densité et la dispersion de la population. Elles sont aussi utilisées par les organismes publics et privés ainsi que par des organismes internationaux, qui s'en servent pour établir leurs programmes de travail.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo contiene la experiencia de Panamá en cartografía censal y los procedimientos que ha seguido la Dirección de Estadística y Censo en la preparación de estas cartas especiales para los fines específicos de censos y encuestas. Se hace especial énfasis en los logros obtenidos en el desarrollo del plan cartográfico llevado a cabo con motivo del último Programa de los Censos Nacionales de 1970.

El material cartográfico en Panamá ha sido profusamente utilizado por instituciones gubernamentales y privadas para la realización de sus estudios o proyectos, con lo cual se pone en evidencia la importancia que en el país se le está concediendo a la cartografía censal.

ANTECEDENTES

La cartografía como base física de los censos nacionales se inició como una especialidad en el año 1949 con motivo del levantamiento del Quinto Censo Nacional de Población y Vivienda que se realizó en el año 1950. Aun cuando en aquella época las fuentes de información eran limitadas se usaron por primera vez fotografías aéreas y mapas topográficos preparados por lo que hoy es el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia".

En los censos de 1960 se dispuso de un mayor número de mapas topográficos y fotografías aéreas. Lo anterior, aunado a las nuevas técnicas y equipos, dio como resultado la preparación de mapas más detallados y con más información.

Los mapas censales de 1970 recogen la experiencia de las dos anteriores décadas, con la cual ha sido posible introducir en los mapas ciertas modificaciones para su mejor presentación y para facilitar más su interpretación e identificación.

TIPOS DE MATERIAL CARTOGRÁFICO

El tipo de material cartográfico varía de acuerdo con las características y necesidades del área geográfica que se va a representar. En atención a esto el material cartográfico se divide en diversos tipos que se indican a continuación.

Mapas

Corresponde al levantamiento cartográfico de una considerable extensión territorial, generalmente referida a una unidad político-administrativa del país como lo es el municipio o el corregimiento. La escala de presentación oscila entre 1:20.000 a 1:50.000.

El mapa esencialmente contiene todos los accidentes geográficos naturales y culturales con sus respectivos nombres, la división político-administrativa vigente, coordenadas geográficas a intervalos de 5' escalas numérica y gráfica, nombres de unidades políticas colindantes, códigos, fuentes de información, nortes, identificación del mapa y un diagrama con la localización regional del mapa (véase la figura 86).

La representación de los lugares poblados ha evolucionado desde su primera simbolización en 1950. En ese año se mostraba cada lugar mediante un círculo que indicaba aproximadamente el centro del lugar poblado. Para los censos de 1960 se simbolizó cada lugar con una mancha que cubría la dispersión del lugar poblado. En los mapas de 1970 la presentación de los caseríos se muestra mediante la ubicación de cada una de las viviendas que lo componen.

Planos

Son adaptaciones a los usos censales de planos precisos preparados por otras instituciones oficiales y particulares. La escala varía entre 1:1.000 a 1:5.000; debido a esto es posible mostrar informaciones más detalladas que la que poseen los mapas. Los planos contienen el trazado de calles con su respectiva nomenclatura, todos los edificios con su identificación y clasificados según el uso que tiene a la fecha de la investigación; además se le agregan leyendas, lista de símbolos, escalas y la fecha de su preparación.

Croquis

Son levantamientos cartográficos de todos aquellos lugares poblados que cuentan con 30 o más viviendas y también aquellos que aunque no tengan la cantidad de viviendas estipuladas, por su ubicación son limítrofes y están cortados por un límite imaginario. En su levantamiento los elementos son orientados con la brújula y las distancias se miden con pasos previamente calibrados. La escala usada varía de 1:1.000 a 1:10.000.

Fotografías aéreas

Las fotografías aéreas se empezaron a utilizar desde 1950 como información básica para la preparación del material cartográfico censal y su uso fue en aumento a medida que se mejoraban los equipos y las técnicas. Pero no es hasta 1970 cuando se le da una nueva modalidad al uso de la fotografía aérea, pues para esta fecha es empleada por primera vez por el personal de campo en el empadronamiento de las viviendas. Esto fue posible debido a la gran cantidad de fotos que se disponía de la Ciudad de Panamá, debidamente ampliadas por la Dirección General de Catastro a escala 1:1.000 para el casco viejo de la Ciudad y a 1:2.500 para las áreas suburbanas de la misma.

Trabajos de campo

Los trabajos de campo se refieren propiamente a la clasificación cartográfica y se efectúa mediante visitas a todas las viviendas de cada una de las comunidades del país. Consiste fundamentalmente en lo siguiente:

Agregar toda información que está anotada en los mapas preliminares entregados a los inspectores de campo;

Suprimir todos aquellos elementos contenidos en los mapas y que ya no existen a la fecha de la investigación;

Corregir los símbolos del mapa de acuerdo con los cambios ocurridos a través del tiempo;

Confeccionar un croquis para todo lugar poblado con 30 o más viviendas y de cualquier otro que por circunstancias especiales así lo requieren;

Recoger en formularios especiales informaciones complementarias como: nombres de jefes de familia, nombres de autoridades, referencias sobre edificios públicos, etcétera.

Para el último censo nacional la operación de campo se llevó a cabo ininterrumpidamente entre el año 1968 y el primer trimestre del año 1970. El programa se dividió en dos etapas: en la primera se le dio prioridad a aquellas áreas que a juicio de la Dirección de Estadística y Censo eran susceptibles de pocos o moderados cambios en la estructura de la población debido a la migración interna; la segunda etapa correspondió a las regiones con crecimiento más acelerado y en la parte final de esta última fase se investigó la Ciudad de Panamá.

Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete comprenden dos etapas bien definidas.

1. *Preparación de mapas preliminares*

Es la primera jornada del Programa Cartográfico Censal, durante la cual se preparan todos los mapas, planos y croquis bases que son usados por el equipo de campo en la clasificación cartográfica. En su preparación se usa todo el material cartográfico disponible y preparado por instituciones oficiales y particulares. Entre las principales fuentes se pueden citar las siguientes:

Mapas topográficos a escala 1:50.000 y 1:25.000 preparados por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia";

Mapas censales a escala 1:50.000 preparados por la Dirección de Estadística y Censo en 1960;

Fotografías aéreas de la Dirección General de Catastro, especialmente las ampliadas a 1:10.000, 1:2.500 y 1:1.000;

Fotoplanos preparados por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", a escala 1:5.000;

Planos urbanos a diversas escalas preparados por el Instituto de Vivienda y Urbanismo, hoy Ministerio de Vivienda.

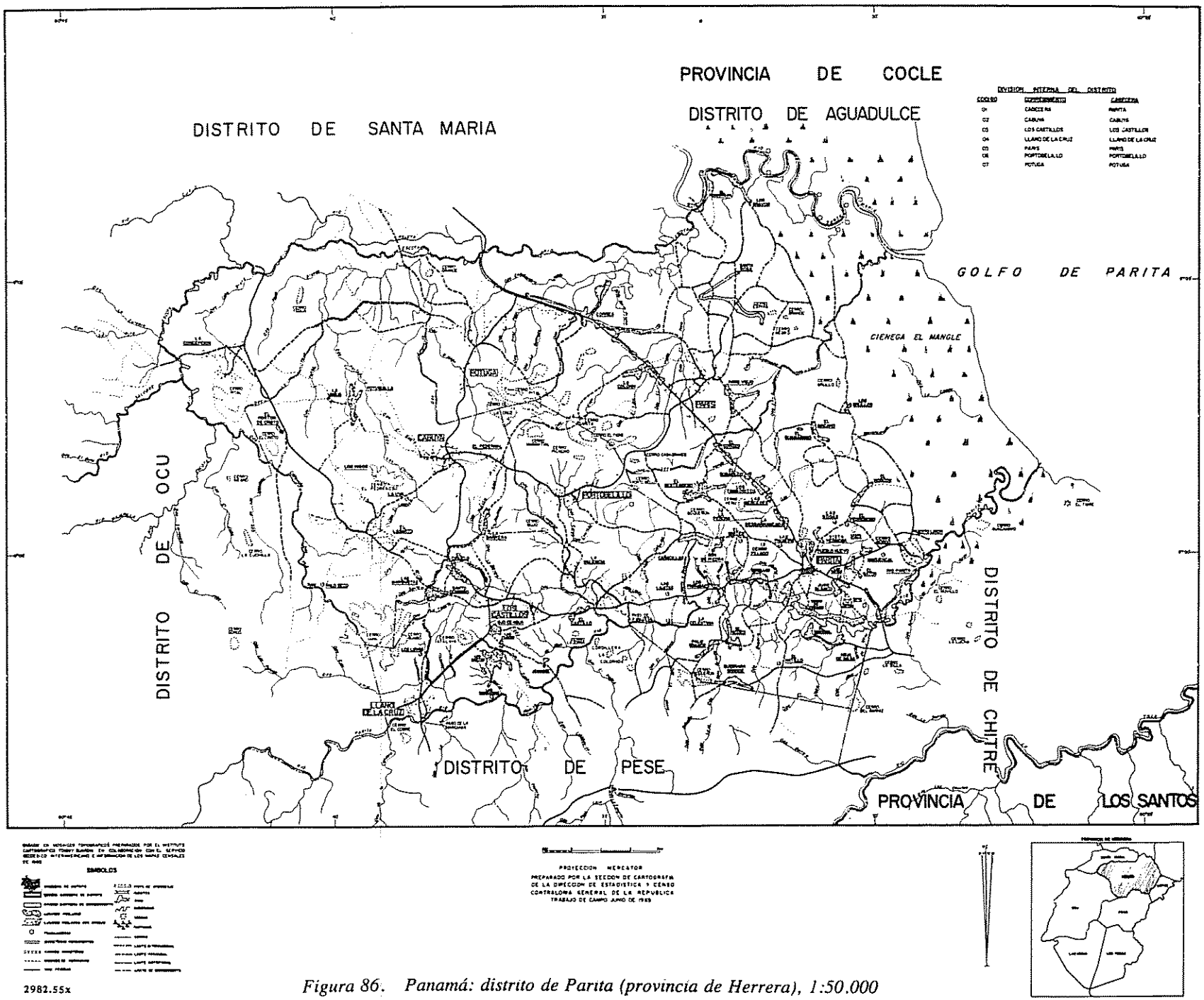


Figura 86. Panamá: distrito de Parita (provincia de Herrera), 1:50.000

2. *Dibujo final*

Una vez finalizada y revisada la información obtenida en el campo se compila en los mapas bases preparados con antelación y una vez compilada la información se procede a su dibujo final. El dibujo final requiere la asignación del personal más experimentado, dado que el mapa es en sí el producto final de todo el proceso cartográfico.

Para facilitar su reproducción, el material sobre el cual se dibuja es transparente, fuerte y resistente por el uso prolongado y frecuente a que están sometidos los mapas. Se usa tinta negra indeleble y en el rotulado de los nombres se emplea el normógrafo.

La representación de los diferentes elementos se ajusta a una simbología previamente elaborada y que es aplicable a todo el proyecto cartográfico.

Producción cartográfica

La actividad cartográfica del último programa censal dio como resultado la preparación de mapas para los 63 distritos y una comarca en que se divide el país. Con excepción de siete distritos que constan de dos hojas o más, todos los demás están contenidos en una sola hoja. Los planos y croquis se refieren a 1.243 lugares poblados con las características ya señaladas. La escala más usual en los mapas es 1:50.000, sin embargo, para algunos distritos se usaron escalas como 1:100.000, 1:80.000, 1:20.000 y 1:25.000 por razones de su área geográfica o por la dispersión o concentración de la población.

Segmentación territorial

En copias del material cartográfico se procedió a dividir el territorio nacional en pequeñas áreas geográficas que se denominan "segmento censal", y están enmarcados dentro de límites bien definidos, permanentes y de fácil identificación en el campo. El tamaño del segmento está determinado por la cantidad y dispersión o concentración de las viviendas, las vías de acceso y de intercomunicación y por la distancia a los principales centros poblados. Con esta segmentación el país ha sido dividido en 12.000 segmentos que por las especificaciones empleadas en su diseño pueden ser investigadas por una persona en un día de enumeración censal (Censo de Población).

USO DEL MATERIAL CARTOGRÁFICO

El material cartográfico censal tiene un ilimitado uso, ya que el empleo del mismo no sólo se circunscribe a las labores censales y estadísticas sino que también es utilizado por otras agencias estatales y particulares, estudiantes, particulares y por organismos internacionales.

La Dirección de Estadística y Censo, principal usuaria de los mapas, los usa desde antes de la ejecución del censo en el planeamiento, organización y promoción del mismo; durante el censo el mapa es el auxiliar inseparable del empadronador al facilitarle su orientación y ubicación y gracias al buen uso que se le dé se evitan omisiones o duplicaciones en la enumeración.

Posteriormente esta cartografía es usada regularmente en todas las encuestas e investigaciones que se efectúan en el período intercensal, ya que todas ellas se hacen a base de segmentos censales seleccionados por método de muestreo.

Los mapas también se usan para ilustrar las publicaciones censales y en la preparación de atlas al representar en ellos informaciones tales como población urbana, distribución, densidad y dispersión de la población (véase figuras 87 y 88).

Otras agencias estatales y particulares, al igual que organismos internacionales, se refieren a estos mapas en labores disímiles, como: estudios de factibilidad, caminos de penetración, programas de viviendas, electrificación, acueductos, escuelas, salud, etc ; fe de ello lo dan la inmensa cantidad de copias que año tras años se solicitan de estos mapas.

OTROS TRABAJOS CARTOGRÁFICOS

Además de las actividades comentadas se pueden citar otras de gran importancia.

Sectorización censal

Se refiere a la demarcación de áreas estadísticas diferentes a las áreas administrativas, que se diseñan con el fin de reunir datos de diferentes tipos. Tales áreas se suelen determinar con base a criterios de homogeneidad social, económica y cultural.

Esta sectorización se hizo por primera vez en 1960 con los datos censales de dicho censo. En esta labor participaron el Ministerio de Vivienda y la Dirección de Estadística y Censo y cubrió las ciudades de Panamá y Colón. Recientemente dicha sectorización se revisó a la luz de la nueva información obtenida en el censo de 1970.

Su característica principal es que son áreas geográficas pequeñas, relativamente homogéneas y permanentemente establecidas y para ello se usan linderos fijos y fácilmente identificables que garantizan su permanencia y facilitan su comparabilidad.

Los sectores censales son de gran utilidad en los estudios de ubicación de hospitales, escuelas, centros de salud, centros recreativos, servicios comerciales, al igual que en otros tipos de estudios como los de morbilidad, enfermedades, aglomeraciones de población, etc. (véase la figura 89).

Planos de corregimientos

Como una actividad prioritaria se han preparado con posterioridad al censo de 1970 planos a nivel de corregimientos, para cada una de estas unidades políticas de la Ciudad de Panamá. Estos planos se han dibujado a escala 1:1.000, 1:2.500 y 1:5.000 dependiendo de su área geográfica, distribución de las viviendas y de las fuentes usadas; pero en todos los casos la escala ha permitido una clara identificación de todas las calles y de cada uno de los edificios. Por razones de interpretación en estos planos se ha prescindido del uso de la simbología que rige en el resto del material cartográfico.

DESCRIPCIÓN DE LOS SECTORES CENSALES DE LA CIUDAD DE COLÓN

La Ciudad de Colón comprende 16 sectores censales, de los 26 en que se dividió el distrito. Los 10 sectores restantes corresponden a igual número de corregimientos rurales que componen el Distrito de Colón, a saber: Cativá, Nueva Providencia, Puerto Pilón, El Limón, Buena Vista, Salamanca,

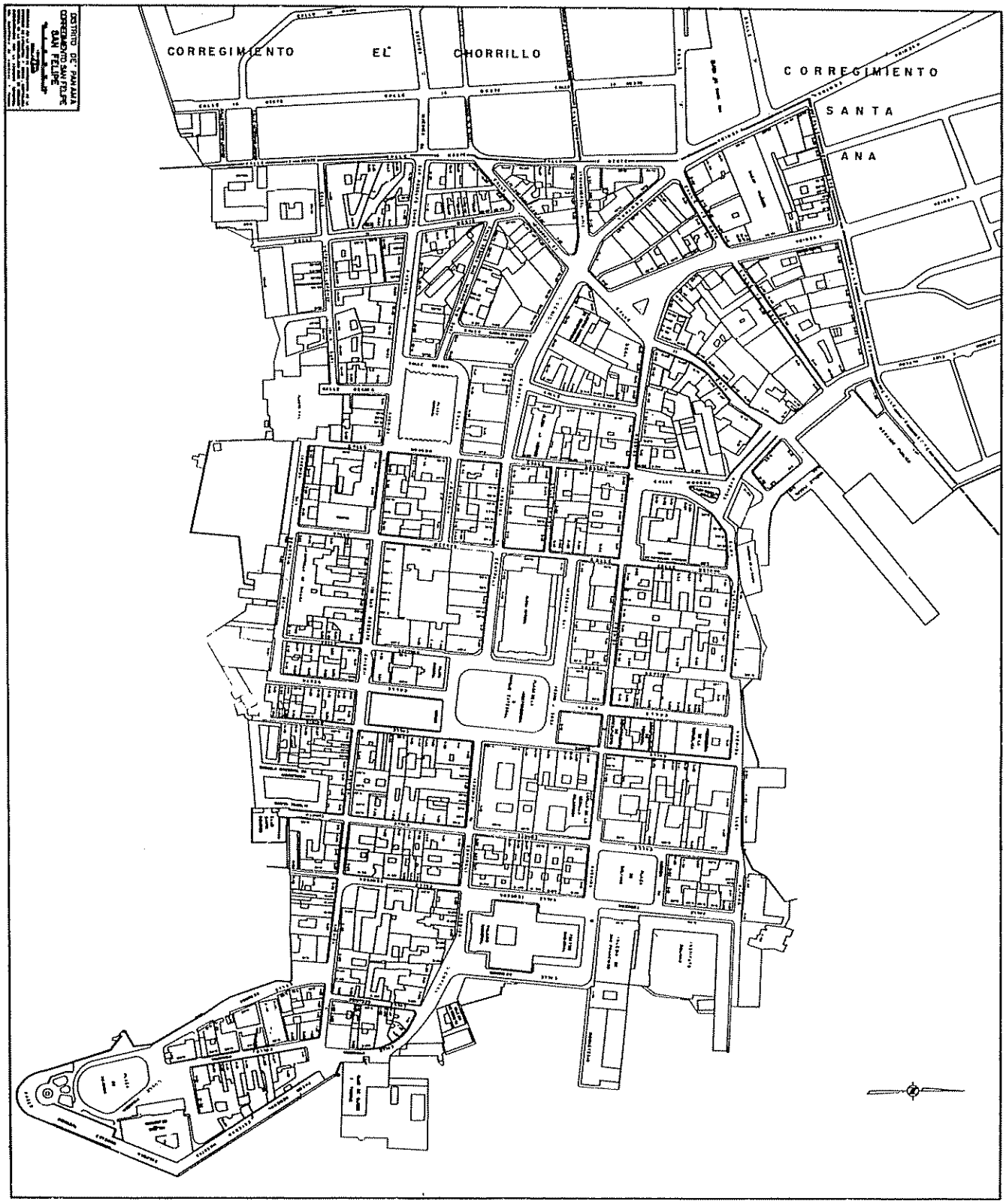


Figura 87. Panamá: corregimiento San Felipe (distrito de Panamá), 1:4.000

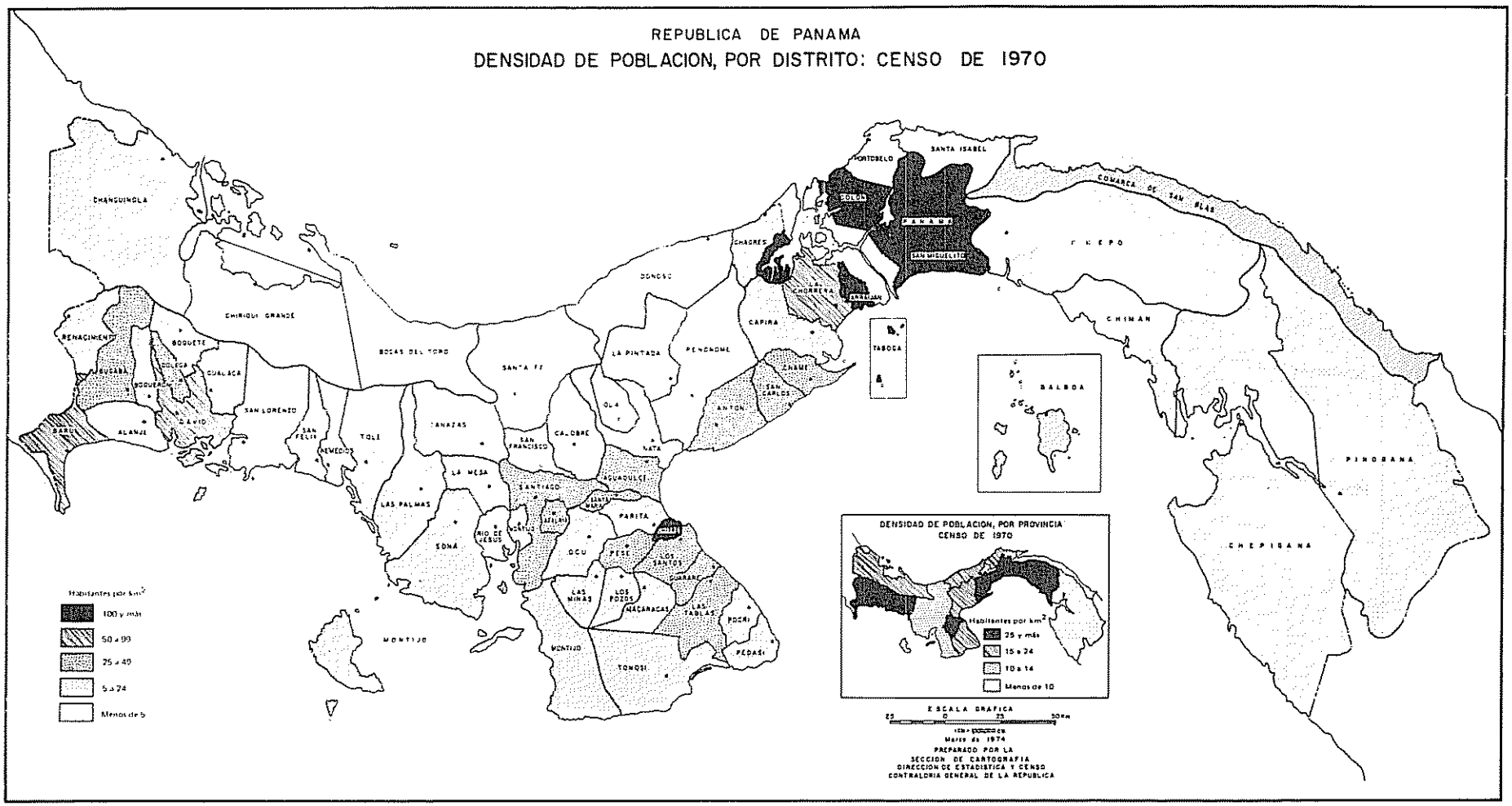


Figura 88. Panamá: densidad de población por distrito (1970), 1:1.000.000

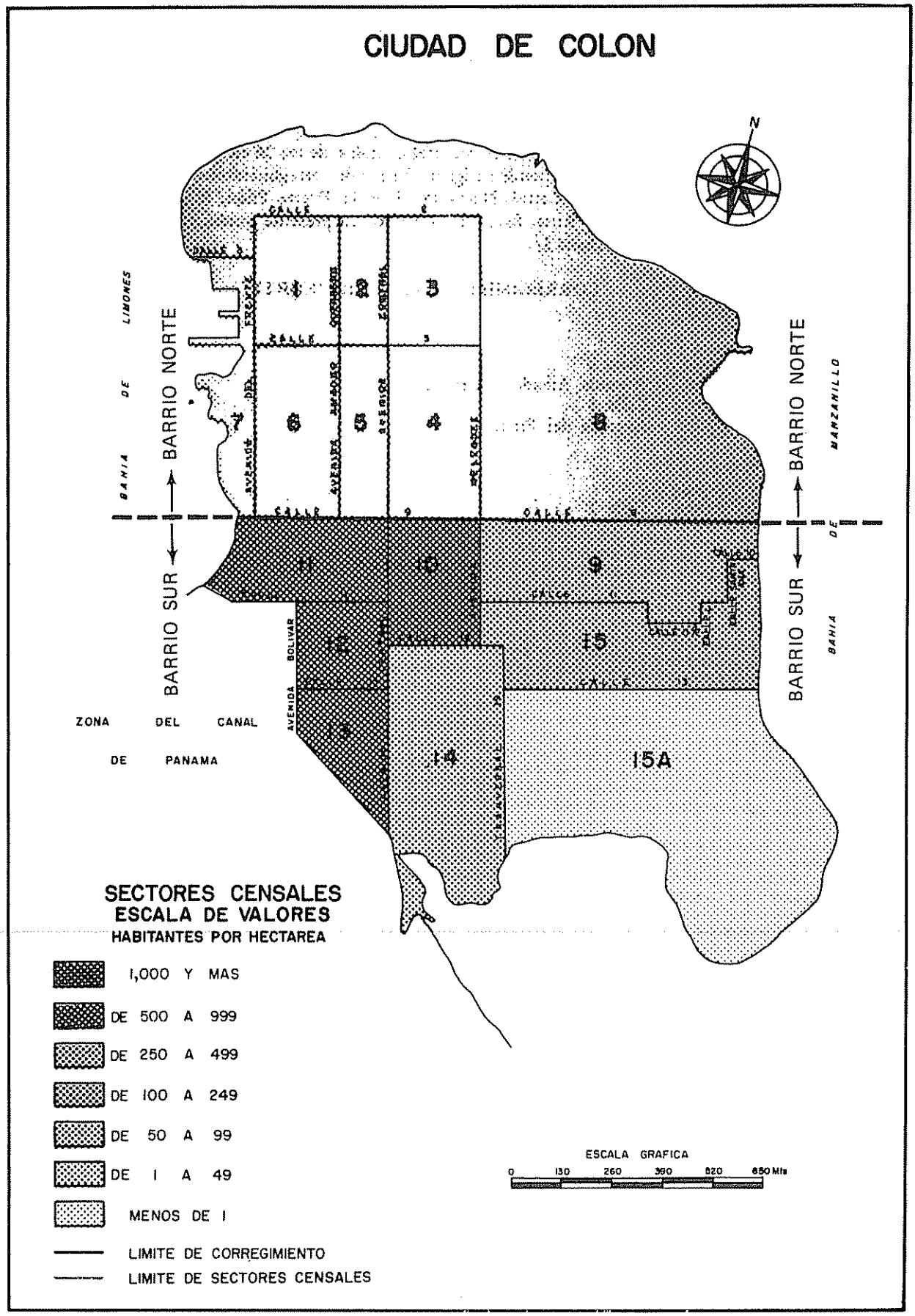


Figura 89 Panamá: sectores censales (Ciudad de Colón), 1:13 000

San Juan, Santa Rosa, Escobal y Ciricito. La presente publicación se refiere únicamente a la sectorización urbana[1].

Corregimiento o Barrio "Norte"

Sector 1

Límite Norte: Calle 2
Límite Este: Avenida Amador Guerrero
Límite Sur: Calle 5
Límite Oeste: Avenida del Frente

Sector 2

Límite Norte: Calle 2
Límite Este: Avenida Central
Límite Sur: Calle 5
Límite Oeste: Avenida Amador Guerrero

Sector 3

Límite Norte: Calle 2
Límite Este: Avenida Meléndez
Límite Sur: Calle 5
Límite Oeste: Avenida Central

Sector 4

Límite Norte: Calle 5
Límite Este: Avenida Meléndez
Límite Sur: Calle 9
Límite Oeste: Avenida Central

Sector 5

Límite Norte: Calle 5
Límite Este: Avenida Central
Límite Sur: Calle 9
Límite Oeste: Avenida Amador Guerrero

Sector 6

Límite Norte: Calle 5
Límite Este: Avenida Amador Guerrero
Límite Sur: Calle 9
Límite Oeste: Avenida del Frente

[1] La descripción de los sectores censales y demás informaciones metodológicas aparecen en el folleto *Sectorización Censal del Distrito de Colón*, Instituto de Vivienda y Urbanismo, noviembre de 1960

The World Ocean Atlas: a new cartographic work devoted to the nature of the world ocean*

Paper presented by the Union of Soviet Socialist Republics

RÉSUMÉ

En 1975, la Marine soviétique a commencé à publier un *Atlas de l'océan mondial*. Le premier volume, concernant l'océan Pacifique, a déjà été publié; les autres volumes paraîtront à des intervalles de deux à trois ans et tous les océans seront traités.

L'Atlas montre les principales caractéristiques physiques de l'eau jusqu'à une profondeur de 5 000 mètres et de l'atmosphère jusqu'à une altitude de 16 à 18 kilomètres. Les renseignements divers et abondants présentés dans l'Atlas portent sur plus de 200 questions, dans tous les domaines de l'océanographie.

La première section, intitulée "Histoire de l'exploration de l'océan", comprend des cartes des découvertes géographiques des côtes et des îles du Pacifique, ainsi que des cartes des principales expéditions russes et étrangères dans le Pacifique du XVIII[e] siècle à nos jours.

La seconde section de l'Atlas concerne le fond de l'océan (relief du fond, séismes et volcans, tectonique, géomorphologie, types de côtes et sédiments abyssaux).

La section intitulée "Climat" traite du bilan thermique de l'océan, de la température de l'air et du régime hydrique de l'atmosphère, ainsi que de la circulation atmosphérique. Une section intitulée "Hydrologie" indique en détail la température, la salinité et la densité des eaux du Pacifique et la vitesse du son dans l'eau.

* The original text of this paper, prepared by A. M. Bezugly, Deputy Chief of the Cartographic Agency of the Hydrographic Service of the Union of Soviet Socialist Republics, appeared as document E/CONF.67/L.39.

RESUMEN

En 1975 la Marina de la Unión Soviética comenzó la publicación del *Atlas Oceánico Mundial*. El primer volumen del Atlas, que abarca el Océano Pacífico, ya ha sido publicado; posteriormente se publicarán otros volúmenes a intervalos de dos a tres años que en última instancia abarcarán todos los océanos del mundo.

En el Atlas se muestran las características físicas principales de las regiones marinas y oceánicas hasta una profundidad de 5.000 metros, así como las de la atmósfera hasta una altura de entre 16 y 18 kilómetros. La abundante y variada información que contiene el Atlas abarca más de 200 temas, relacionados con todos los aspectos de las ciencias oceánicas.

En la primera sección del Atlas, "Historia de la exploración de los océanos" figuran cartas de los descubrimientos geográficos de las costas y las islas del Océano Pacífico, inclusive cartas de las expediciones rusas y extranjeras más importantes en el Océano Pacífico realizadas desde el siglo XVIII hasta el presente.

La segunda sección del Atlas se refiere al fondo del Océano Pacífico (relieve del fondo, terremotos, volcanes, tectónica, geomorfología, tipos de costas y sedimentos del fondo).

En una sección titulada "Clima" se investigan el presupuesto calórico del océano, la temperatura del aire y el régimen acuático de la atmósfera y la circulación atmosférica. En una sección sobre hidrología se describen detalladamente la temperatura, la salinidad y la densidad de las aguas

Une section sur l'hydrochimie contient des données sur la répartition de l'oxygène et des carbonates et sur la composition biogénétique de l'océan.

Dans la section intitulée "Biogéographie" sont données pour la première fois des caractéristiques quantitatives concernant des éléments biologiques complexes tels que la production primaire et la biomasse du zooplancton et de la faune abyssale.

La dernière section comporte des cartes de référence et des cartes de navigation qui donnent des informations sur le géomagnétisme, les phénomènes astronomiques, les communications maritimes et aériennes, les conditions sanitaires et la population.

L'Atlas se termine par un index comprenant environ 10 000 noms et termes géographiques.

del Pacífico y las velocidades del sonido en el agua. En una sección sobre hidroquímica figuran datos sobre la distribución del oxígeno y los elementos del sistema de carbonatos y la composición biogénica del Océano.

En la sección titulada "Biogeografía" se incluyen por primera vez características cuantitativas de elementos biológicos complejos tales como la producción primaria y la biomasa de zooplancton y la fauna bentónica.

La última sección del Atlas contiene gráficos de referencia y cartas de navegación en los que figura información sobre geomagnetismo, fenómenos astronómicos, comunicaciones marítimas y aéreas, condiciones médico-geográficas y población.

El volumen termina con un índice en el que figuran alrededor de 10.000 nombres y términos geográficos.

As probably is already known to many, the Soviet Navy began publication in 1975 of the world's largest marine scientific publication, the *World Ocean Atlas*. At the present time the first volume of the *Atlas*, wholly devoted to the Pacific Ocean, has been issued and offered for sale. Further volumes will be issued at intervals of 2 to 3 years; the *Atlas* will eventually cover all of the world ocean.

For the first time, all Soviet observations made in the world ocean, and most of the foreign observations, throughout the entire history of marine exploration, have been used in the *Ocean Atlas*; the total number of these observations amounts to approximately 7 million. Considering that they have been carried out during different historic periods, using widely different instruments and methods, it is not difficult to comprehend what a great task has been undertaken in reducing these observations to a common system that ensures their comparability.

Whereas earlier marine atlases were concerned only with the ocean surface and the immediately adjacent atmosphere, the present atlas shows the main physical characteristics of the ocean waters down to a depth of 5,000 m and of the atmosphere to a height of 16 to 18 km above sea level. This allows the user to form a general conception of the ocean and atmosphere as a united medium, which determines to a great degree the climate and natural conditions of our planet.

The diverse information presented in the *Ocean Atlas* covers more than 900 subjects and touches on all aspects of the oceanic sciences. Many of these subjects are truly new, being the results of scientific researches carried out in recent years.

The first volume of the *Atlas* contains over 350 pages, of which 287 pages are taken up by charts. It is the product of the efforts of the leading marine scientific establishments and organizations of the Soviet Union. The Main Naval Staff of the Soviet Union, the Head Department of Navigation and Oceanography of the Soviet Ministry of Defence, the Naval Academy and the Military Medical Academy have all taken part in the preparation of this volume. The originals of the majority of the charts were prepared in co-operation with the institutions of the Soviet Academy of Sciences and the research institutions of the Head Department of the Hydrometeorological Service at the Council of Soviet Ministers. The Moscow and Leningrad State Universities, the research institutions of the Ministries of Geology and Fisheries and those of other competent ministries and departments have also taken part in the preparation of the *Atlas*.

Organization of all the work on the *Atlas*, including scientific editing and cartographic compilation, were carried out by a special editorial staff for the *World Ocean Atlas*, under the direction of S. G. Gorshkov, the Commander-in-Chief of the Soviet Navy and Admiral of the Fleet of the Soviet Union. Of great help in the preparation of the *Atlas* has been the participation of such experienced naval officers as Admiral of the Fleet N. D. Sergeev; Admirals V. N. Alekseev and A. I. Rassokho; Rear Admirals L. A. Dyomin, V. A. Snezhinskiy, K. A. Stalbo and E. E. Shvede; and many others.

In the development of the programme and the creation of the ocean atlas, an active part has been taken by Academicians I. P. Gerasimov and S. V. Kalesnik; Corresponding Members of the Soviet Academy of Sciences P. L. Bezruko, M. I. Budyko and A. S. Monin; Professors V. G. Kort, A. M. Muromtsev, Kh. P. Pogosyan, K. A. Salishchev and A. F. Treshnikov; and many other well-known scientists.

The Editor-in-Chief of the *World Ocean Atlas* is the Chief of the Cartographic Agency of the Soviet Naval Hydrographic Service, Captain V. I. Faleev.

The first volume of the *Ocean Atlas* begins with the section entitled "History of Ocean Exploration". This section contains charts of geographic discoveries of the coasts and islands of the Pacific Ocean and charts of the most important oceanographic expeditions in the Pacific Ocean from the seventeenth century through recent times.

As is generally known, during the initial period of exploration in the Pacific Ocean, especially its northern regions, Russia played an exceptionally important role. Having reached the coasts of the Okhotsk and Bering Seas in the early seventeenth century, the Russians were the first Europeans to navigate in these seas. They discovered the Bering Strait and founded the first settlements there. Later, Russian seamen made important geographic discoveries in the North Pacific and mid-Pacific, including the Tuamotu Archipelago, the Marshall Islands and the Caroline Islands. All this is shown on the opening pages of the first section.

Separate pages are devoted to the most important Russian and foreign expeditions in the Pacific: from the beginning of the nineteenth century until 1871; from 1872 to 1914; and from 1919 to 1939. Three pages show researches in the Pacific after the Second World War. Notable here is the ever-growing rate of research in the Pacific during those years and the development of international oceanographic connexions, with the growing participation of former colonies and of dependent countries that have recently achieved independence.

The second section of the *Atlas* is concerned with the bottom of the Pacific Ocean. This section covers the following topics: bottom relief, earthquakes and volcanoes, tectonics, geomorphology, types of coasts and bottom sediments.

The relief of the floor of the Pacific Ocean is complex and varied. Here are observed the greatest relief contrasts on the planet: the elevation of mountain summits on land, measured from nearby ocean abysses, approaches 15,000 metres. The *Atlas*'s detailed bathymetric charts, whose compilation took advantage of all previously published data from oceanographic expeditions, give a clear depiction of the ocean bed, the continental slopes and the continental shelves.

The reader will obtain a clear notion of the geologic structure of the ocean bottom, and of the processes occurring therein, from geomorphologic and tectonic charts and charts of earthquakes and volcanoes. There are also special charts for such dangerous phenomena as tsunami. The *Atlas* presents a thorough investigation of bottom sediments, classification of coasts (both morphogenetic and navigational), morphometric characteristics of the Pacific Ocean and its seas based on summaries of the latest data.

The section on climate investigates the heat budget of the Ocean, air and water temperatures, atmospheric conditions and atmospheric circulation. The charts give in detail the characteristics of the heat budget components—air temperature, heat exchange between ocean and atmosphere, wind, precipitation, visibility, cloud cover and other climatic features. The charts show not only mean values for climatic features, but also extreme values, with their recurrence and variation.

The charts in the "Climate" section are quite abundant in complex and varied information. The topic "Wind at the Ocean Surface" can be taken as an example. Shown here on the main chart and on the inserts are recurrence of wind direction and speed; mean and maximum wind speeds; direction, speed and steadiness of the resultant winds; recurrence of storms; the main paths and recurrence of cyclones and anticyclones; and atmospheric pressures.

The section entitled "Hydrology" describes in detail the temperature, salinity and density of the Pacific waters and sound velocities in water. All this information is presented by season and by month. The data were obtained by processing virtually all hydrologic observations carried out world-wide between (for the most part) 1925 and 1972. The *Ocean Atlas* also presents, for the first time, tidal charts, constructed not only for the narrow coastal zones, as was previously the custom, but also for the open ocean. Thoroughly characterized are waves, water-mixing processes and water circulation at depths of 100, 200 and 500 metres.

Data on the chemical composition of Pacific waters, collected in the late 1960s and early 1970s, allowed the first evaluation ever of the hydrochemical régime of the Pacific Ocean. The section entitled "Hydrochemistry" contains data on the Pacific Ocean's distribution of oxygen and carbonate-system elements and on the biogenic composition of the Ocean.

In the section entitled "Biogeography", quantitative characteristics are given for the first time of such complex biological elements as primary production and biomass of zooplankton and of bottom fauna. Also quite new is the chart of bottom trophic areas, reflecting connexions between the development of the bottom fauna and the conditions of its environment. Much attention is given to the distribution of fish, especially commercial species, and other kinds of oceanic fauna, including whales, pinnipeds and seabirds.

The last section of the *Atlas* consists of reference charts and navigational-geographical charts. Information is presented here about geomagnetism, astronomical phenomena, sea and air communications, medical-geographical conditions and population. The collection of navigational-geographical charts consists of survey charts, charts of different regions of the ocean and maps of ports and their marine approaches.

Among the astronomical charts, attention is drawn to the chart of the moon, constructed from photos obtained by Soviet and American cosmonautic apparatus. On the visible side of the moon are indicated the landing points of the *Luna* and *Apollo* lunar stations.

The chart entitled "Medical-Geographical Conditions" shows the distribution of some of the most contagious diseases (plague, yellow fever, cholera and others) and the distribution of sea animals dangerous to man (sharks, poisonous fish and molluscs). All medical-geographical charts are entirely original.

The first volume of the *Ocean Atlas* ends with an index, containing about 10,000 geographical names and terms.

The new Soviet *World Ocean Atlas* is intended for captains and captain's mates, and for scientists dealing with problems of studying the ocean and atmosphere and protection of the environment. The vast amount of information gathered in the *Atlas* makes it a valuable educational aid for institutions of higher learning. This atlas can be used profitably by organizations designing and planning expeditions and other research work, as well as for substantiation of the technical requirements for various types of equipment and production.

The publication of the *World Ocean Atlas* is convincing evidence of the great contribution on the part of the Soviet Union to the study of our planet's nature and to the use of the earth's resources for the benefit of all mankind.

Sale of the *Ocean Atlas* within the Soviet Union will be carried out through the offices of the Soviet Navy's Hydrographic Service. The right of sale abroad belongs to the Soviet foreign-trade organization Mezhdunarodnaya Kniga, which has agencies located in many countries. Private citizens abroad will be able to buy the *World Ocean Atlas* from book-trade firms in their countries having business connexions with Mezhdunarodnaya Kniga.

AGENDA ITEM 12

Results of geoscientific surveys of the Institute of Geosciences and Natural Resources in Latin American Countries*

Paper presented by the Federal Republic of Germany

RÉSUMÉ

La recherche géoscientifique et ses applications économiques peuvent jouer un rôle décisif à la fois dans l'identification rapide des problèmes urgents de ressources naturelles et dans la solution de ces problèmes. Cela est vrai des ressources énergétiques, des ressources en métaux et autres minéraux, des ressources en eau et des sols. C'est pourquoi cette recherche est aussi importante pour les pays en développement que pour les pays industrialisés.

Par l'assistance technique et des services de consultants, le Gouvernement de la République fédérale d'Allemagne appuie depuis de nombreuses années la prospection de ressources minérales ayant un intérêt économique, l'exploitation des réserves en eaux souterraines et l'amélioration de l'agriculture dans les pays en développement. Dans l'exécution de ces projets géoscientifiques, le Gouvernement de la République fédérale d'Allemagne est représenté par l'Institut fédéral des sciences de la terre et des ressources naturelles (ancien Institut fédéral de géologie).

Cet établissement d'Etat est actif dans plusieurs domaines : services consultatifs aux ministères fédéraux sur toutes les questions relatives aux sciences de la terre et aux ressources naturelles; dans le cadre de l'action visant à assurer l'approvisionnement en ressources minérales et énergétiques de la République fédérale d'Allemagne, travaux de recherche et évaluation scientifique et économique, notamment en géophysique, géologie (géologie appliquée, hydrogéologie, aérogéologie et astrogéologie, géologie économique et minière), pédologie, minéralogie, pédrographie, géochimie et paléontologie; assistance technique dans toutes les sciences de la terre; recherche marine relative aux matières premières; recherche-développement concernant les méthodes et instruments des sciences de la terre; recherche géoscientifique et conseils en matière de protection de l'environnement; participation à la recherche sismologique internationale par l'intermédiaire de l'Observatoire sismique central de Gräfenberg.

Dans de nombreux pays d'Amérique latine, la recherche géoscientifique effectuée par la République fédérale d'Allemagne a abouti notamment à l'établissement de cartes géologiques et hydrogéologiques. Au moment de la rédaction du document, on avait publié 13 cartes représentant tout

RESUMEN

La investigación geocientífica y sus aplicaciones económicas desempeñan una función decisiva en la pronta identificación de problemas urgentes relacionados con la disponibilidad de recursos naturales y en la solución de estos problemas. Esto se aplica tanto a los recursos energéticos y de minerales metálicos y no metálicos como al agua y el suelo. Por consiguiente, esa investigación es igualmente importante para los países industrializados y los países en desarrollo.

Mediante el suministro de asistencia técnica y consultores expertos, el Gobierno de la República Federal de Alemania ha apoyado durante muchos años a los países en desarrollo en la búsqueda de recursos minerales económicamente útiles y en la utilización de sus reservas de aguas subterráneas y el mejoramiento de la agricultura. En la realización de estos proyectos geocientíficos, representa al Gobierno de la República Federal de Alemania el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (antes Dirección Federal de Relevamientos Geológicos).

Esta institución gubernamental desempeña funciones en diversas esferas. Asesora a los ministerios federales en todas las cuestiones de geociencias y recursos naturales; como parte de los esfuerzos por asegurar a la República Federal de Alemania la disponibilidad de recursos minerales y energéticos, realiza tareas de investigación científica y se encarga de la evaluación científica y económica de las investigaciones, particularmente, en las esferas de la geología, la geofísica, la ingeniería, la geología aplicada, la hidrogeología, la pedología, la mineralogía, la petrografía, la geoquímica, la aerogeología y la astrogeología, la paleontología y la geología económica y de minas; suministra asistencia técnica en todos los campos de las geociencias; realiza investigaciones marinas en relación con materias primas e investigaciones para el desarrollo de métodos e instrumentos geocientíficos; realiza investigaciones y presta asesoramiento de carácter geocientífico sobre cuestiones de protección del medio ambiente y participa en las investigaciones sismológicas internacionales a través del Observatorio Sísmico Central en Gräfenberg

Uno de los resultados que las investigaciones geocientíficas de la República Federal de Alemania ha tenido en muchos países de América Latina ha sido la preparación de mapas geológicos e hidrogeológicos. En momentos de re-

* The original text of this paper, prepared by Dr. Hans-Joachin Nicolaus, of the Section on Regional Geology of the Americas, Institute of Geosciences and Natural Resources, Federal Republic of Germany, appeared as document E/CONF 67/L.45.

ou partie des pays latino-américains suivants : Argentine (2), Bolivie (2), Brésil (6), El Salvador (2) et Guatemala (1).

Le document se termine par un bref aperçu des recherches effectuées au Guatemala, en El Salvador, en Bolivie, en Argentine et au Brésil pour le compte de ces pays.

Une carte des activités de l'Institut fédéral des sciences de la terre et des ressources naturelles en Amérique latine est jointe (voir figure 90), et un tableau synoptique indique les projets comportant la publication de 13 cartes et les projets sans publication de cartes.

dactarse este trabajo se habían publicado 13 mapas para partes de los siguientes países de América Latina: Argentina (2), Bolivia (2), Brasil (6), El Salvador (2) y Guatemala (1).

El trabajo termina con un breve examen de las investigaciones realizadas en y para Guatemala, El Salvador, Bolivia, la Argentina y Brasil. Se incluye un mapa (figura 90) que muestra las actividades del Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales en América Latina por medio de un índice gráfico sinóptico, en el que se indican los proyectos con 13 mapas publicados y los proyectos sin mapas publicados.

Introduction

Geoscientific research and its economic application play a decisive role both in the early recognition of pressing problems of the supply of natural resources and in overcoming these problems. This is true for energy resources, for metallic and nonmetallic mineral resources and for water and soil. Consequently, such research is equally important for the industrialized and the developing countries.

By providing technical assistance and expert consultants, the government of the Federal Republic of Germany has supported the developing countries for many years in their search for economically useful mineral resources, in the use of their ground-water reserves and in the improvement of their agriculture. In carrying out these geoscientific projects, the Government of the Federal Republic of Germany is represented by the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (formerly the Federal Geological Survey). This governmental institution has the following functions:

(*a*) Advising the federal ministries in all questions relating to the geosciences and to natural resources;

(*b*) As part of the effort to provide the Federal Republic of Germany with a secure supply of mineral and energy resources:

(i) carrying out systematic research;

(ii) participating in prospecting and exploration projects outside of Germany; and

(iii) advising German businesses and foreign authorities in matters of geosciences and natural resources;

(*c*) Carrying out and providing scientific and economic evaluation of research, particularly in the fields of geology, geophysics, engineering geology, hydrogeology, pedology, mineralogy, petrography, geochemistry, aero- and astrogeology, paleontology and economic and mining geology;

(*d*) Providing technical assistance in all fields of geoscience;

(*e*) Marine research relating to raw materials;

(*f*) Developmental research on geoscientific methods and instruments;

(*g*) Geoscientific research and advice in questions of environmental protection; and

(*h*) Participation in international seismological research through the Central Seismic Observatory, Gräfenberg.

Published maps

One of the results of the geoscientific research by the Federal Republic of Germany in many countries of Latin America (see figure 90) has been the drafting of geological and hydrogeological maps. The following is a list of the maps that have been published to date. Listed for each are the country, the map title, the scale and the year of publication:

(1) *Guatemala*—Geologic map of Baja Verapaz and the southern part of the Alta Verapaz, 1:125,000, 1971;

(2) *El Salvador*—Geologic map of the Republic of El Salvador, 1:500,000, 1974;

(3) *El Salvador*—Geologic map of the Republic of El Salvador (6 sheets), 1:100,000, 1976;

(4) *Bolivia*—Geologic map of the Central Altiplano in north-west Oruro, 1:100,000, 1965;

(5) *Bolivia*—Geologic map of Sicasica (2 sheets), 1:100,000, 1971;

(6) *Argentina*—Possibilities for exploitation and use of ground water in the Argentinian Pampa, 1:500,000, 1974;

(7) *Argentina*—Possibilities for exploitation and use of ground water in the Conlara Valley, 1:200,000, 1974;

(8) *Brazil*—Geologic map of the St. Luzia Region, 1:100,000, 1974;

(9) *Brazil*—Geologic map of the Uauá-Bendego Region, 1:100,000, 1973;

(10) *Brazil*—Geologic map of the Barro Vermelho-Paramuté Region, 1:100,000, 1973;

(11) *Brazil*—Geologic map of the Curaca-Uauá Region, 1:250,000, 1973;

(12) *Brazil*—Geologic map of the Petrolina-Juazeiro Region (2 sheets), 1:250,000, 1972;

(13) *Brazil*—Map of possible ground water occurrences in the Petrolina-Juazeiro Region (2 sheets), 1:250,000, 1972.

Discussion

The geological investigations in Guatemala from 1967 to 1969 included prospecting for mineral resources in the central part of the Guatemalan Cordillera and geological reconnaissance mapping of this area. The published geological map of the Verapaz region combines 9 sheets (the Tiritibol, Cobán, Los Pajales, Tactic, Tucurú, Cubulco, Salamá, Granados and El Chol sheets) of the 1:50,000 Geologic Map

Figure 90. Federal Republic of Germany: activities in Latin America of the Federal Institute of Geosciences and Natural Resources, Federal Republic of Germany

of Guatemala which will be published by the Guatemalan authorities.

The Republic of El Salvador was completely mapped geologically from 1967 to 1971 in connexion with regional reconnaissance prospecting. The small-scale map of the entire republic was published in 1974. A more detailed geological map is being printed, consisting of 6 sheets at scale 1:100,000.

Economic geological investigations in various ore-deposit areas of Bolivia formed the basis for new plans for development and mining as well as for two geological maps of areas of the Bolivian Altiplano prospective for ore deposits.

Hydrogeological investigations have been carried out in two selected areas of Argentina, and the results are of significant importance. In the Pampa south of Mar Chiquita and between Santa Fé and Cordoba, the distribution of aquifers was determined, lenses of fresh water were found within the saline ground water and boundaries were found between usable and saline ground water. Investigations in the Conlara Valley led to the quantitative determination of the amount of ground water available for long-term irrigation. Determination of the regional hydrogeological conditions in both areas allowed previously unused occurrences of fresh ground water to be found and drilled into. The result will be a significantly improved water supply for the local settlements and improved conditions for well-planned agricultural irrigation.

Hydrogeological prospecting and exploration for ground water in the arid areas of Bahia and Pernambuco in Brazil have led to a considerable improvement in the living standards of the local population. In two model areas, each about 110,000 km² in area, drinking water was found for about 16,000 people.

During prospecting for copper and nickel ore in the northern part of Bahia, samples from 252 bodies of basic rock were studied geochemically. Fifty-seven of the bodies show anomalous concentrations of copper and nickel. This systematic prospecting indicated that there had been mineralization at three localities. Determined at the same time was the present-day tin-ore potential of the scheelite province around Santa Luzia in the state of Paraiba.

Interprétation des cultures sèches en région tropicale.

Exemple du Département de Dosso au Niger (les cultures de Bengou)*

Document présenté par la France

SUMMARY

The document gives an example (Département of Dosso in the Niger) of land-use map-making in tropical regions and the provision of statistical data through the interpretation of aerial photographs.

RESUMEN

El documento proporciona un ejemplo (Departamento de Dosso, Níger) de confección de mapas de uso del suelo en la región tropical y de obtención de datos estadísticos mediante interpretación de las fotografías aéreas.

L'Institut géographique national, grâce à l'expérience acquise au cours de ses travaux de photo-interprétation et de télédétection en Afrique, peut réaliser des cartes d'occupation du sol en région tropicale et fournir des résultats statistiques précis. Le présent exemple est un dérivé de travaux effectués dans le Département de Dosso, au Niger.

L'étude originale portant sur 12 000 kilomètres carrés a été faite pour le compte du génie rural, et nécessitait une prise de vues sur émulsion panchromatique à l'échelle du 1/20 000, réalisée à la mi-septembre; le choix de cette période de l'année, qui correspond à la maturité quasi générale des cultures sèches dans cette région, était impératif. L'utilisation des missions antérieures, non adaptées à l'objet de l'étude par leur échelle ou par leur époque de prise de vues, était exclue.

Méthodologie

Un passage rapide sur le terrain permet aux photo-interprétateurs :

a) De confronter les différents aspects types des photographies aériennes aux détails correspondants du sol pour obtenir les "clefs" de l'interprétation;

b) De faire une enquête approfondie sur les structures agraires et les modes de culture propres à la région;

c) De recueillir les éléments essentiels de la toponymie. Ces renseignements acquis, l'interprétation est réalisée au bureau. Les résultats en sont fournis sous forme de signes conventionnels superposés au fond d'une mosaïque photographique à l'échelle de la prise de vues.

Les données statistiques sont obtenues par mesure électronique des surfaces, à partir des éléments de rédaction.

Documents

Le travail fourni a donné lieu à la réalisation de 180 panneaux dans un découpage 0°5' × 0°5' (45 × 45 cm environ), chacun d'entre eux comprenant deux documents :

Une mosaïque photographique non interprétée à l'échelle du 1/20 000;

Un film positif tramé, interprété, reproductible par procédé héliographique.

Ces cartes d'occupation du sol ont permis de connaître avec précision la localisation et l'importance :

* Le texte original de cette communication, préparé par le Service des techniques spéciales de l'Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF.67/L.12

a) Des principaux types de culture : mil, arachide, associations mil-haricot et mil-arachide;

b) Des cultures secondaires (non différenciées);

c) Des jachères;

d) Des zones cultivables et incultivables;

e) De l'habitat et des voies de communication — autant d'éléments indispensables aux études d'aménagement agricole d'une région.

Par ailleurs, les mosaïques photographiques fournissent une base cartographique appréciable.

Les documents réunis dans cette publication sont à l'échelle du 1/10 000 mais sont de même nature que ceux effectivement livrés pour l'étude décrite ci-dessus. La différence se situe au niveau de l'interprétation réalisée à partir de photographies également à l'échelle du 1/10 000, ce qui offre des possibilités plus étendues et apporte ainsi une quantité plus importante de renseignements.

Aplicaciones de proyectos de ingeniería civil: la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la planeación, proyecto y construcción de presas y bordos*

Documento presentado por México

SUMMARY

One of the objectives of this paper is to show how, when we are planning and designing infrastructural operations, which lay the foundations for national development, we tend to forgo our speciality and adopt an interdisciplinary approach which enables us to evaluate and utilize the maximum potential resources in a given region. In this way, we ensure that every infrastructural operation carried out will be part of an over-all programme which makes use of all the disciplines which may be called into play in the satisfactory utilization of the resources available.

The Comisión de Estudios del Territorio Nacional (National Land Survey Commission) (CETENAL) is aware of the importance of full utilization of the country's resources and has striven to develop methodologies and systems of analysis which enable the resources survey we are conducting to be put to good use.

It should be noted that the data produced by CETENAL form a single corpus which has been divided into sets of maps and documents so as to facilitate handling and comprehension. However, for the solution of any problem, whether in civil engineering, agriculture, livestock production, industry etc., the entire corpus should be consulted, because all the documents contain data which can be useful in finding a solution. These data may be used to a greater or lesser extent depending on the phase for which they are required. The following table shows the degree of use which corresponds to each phase:

Phase	*Degree of use*
Planning	Full
Pre-design	Almost full
Design	Considerable (requires additional data)
Construction	Useful for programming
Operation	Generally useful

* El texto original de esta monografía, preparado por el Ing. Rómulo Munguía S., se publicó como documentos E/CONF 67/L 27/Add 1 y Add 2.

RÉSUMÉ

L'un des buts du présent document est de faire prendre conscience qu'en procédant à la planification et à l'étude de travaux d'infrastructure, qui sont à la base du développement du pays, nous devons oublier un peu notre spécialité au profit d'un esprit interdisciplinaire qui nous permette d'évaluer et d'utiliser au maximum les ressources d'une région donnée. Chaque ouvrage d'infrastructure doit faire partie d'un programme intégré qui prévoit de tirer parti des diverses disciplines pouvant intervenir, afin d'utiliser de façon appropriée les ressources disponibles.

La Commission d'étude du territoire national (CETENAL), consciente de l'importance que revêt l'utilisation intégrale des ressources du pays, a développé des méthodes et des systèmes d'analyse permettant d'utiliser de façon appropriée l'inventaire de ressources que nous effectuons.

Il convient de noter que les renseignements fournis par la CETENAL sont répartis dans différents documents et cartes afin de faciliter leur utilisation et leur compréhension. Toutefois, si l'on veut résoudre un problème, qu'il s'agisse de génie civil, d'agriculture, d'élevage, d'industrie, etc., il faut utiliser ces renseignements dans leur ensemble, car tous les documents contiennent des données utiles pour trouver une solution. Ces renseignements sont à exploiter à différents degrés, suivant le stade où l'on se trouve; le tableau ci-dessous donne la correspondance entre le degré d'utilisation et le stade en question.

Stade	*Degré d'utilisation*
Planification	Totale
Avant-projet	Quasi totale
Projet	Importante (exige des renseignements supplémentaires)
Construction	Utile pour organiser les travaux
Exploitation	Utile en général

Pour donner un exemple concret d'utilisation intégrale des renseignements fournis par la CETENAL en ce qui concerne les travaux d'infrastructure civile, on propose ci-après une méthode de planification, d'étude et de construction de barrages et de digues, utilisable dans une large me-

In order to give a practical example of full use of the CETENAL data in civil engineering projects, a methodology for the planning, design and construction of dams and dykes is described below; it could be applied to all engineering projects which call for careful site selection.

The methodology compares the data required for design purposes and the data provided by CETENAL documentation. For this comparison a matrix is used in which the rows represent the requirements for the project, and the columns the data provided by CETENAL, as illustrated by the attached table (figures 92 and 93).

The data provided by CETENAL is shown at the top of the table; an effort has been made to show all the materials prepared by the Commission which may help in some way to provide the design data needed. This includes the two topographic maps on the 1:250,000 and 1:50,000 scales, the 1:500,000 climatological map, the four 1:50,000 resource maps (geological, land use, soil and potential use) and additional data of exceptional interest in the form of photomaps, adjusted mosaics, detailed population data, aerial photographs in colour and black-and-white, population records, rainfall charts, information on geodetic and topographical points, field reports, urban maps and information on soils, in accordance with the FAO/UNESCO classification based on the unified system of soil classification (USSC), which may be useful for determining soil characteristics in connexion with the use of soil in civil engineering projects.

The symbols used in the table indicate the general level and the alternatives for obtaining and using CETENAL data:

- ● Direct data
- ✪ Direct supplementary data
- ★ Inferred data

In the first case, there is a direct relationship between the data required and those which can be provided by CETENAL documentation. For example, if altimetric data are required for design purposes, they can be obtained directly from the contour lines on the topographic maps, provided that they are sufficiently detailed for the purpose in mind.

In the second case, there is some demand for information for which there is no direct relationship but which can be determined from one or more components of the CETENAL data. The demand may be only partially met, depending on the level of detail required, and that frequently calls for an additional operation or for verification or amplification through further research on other sources. This is the case, for example, when data are needed on the size of plots for economic and social surveys. Such data can be obtained by consulting topographical maps which give a general indication of land distribution in the region; for more detail, reference can be made to the original source, the aerial photographs. In both cases, a simple laboratory procedure will supply the required data with some degree of accuracy.

In the third and last case, the information requested is of a rather special nature and can only be inferred—and that

sure pour tous les ouvrages d'infrastructure qui exigent un choix approprié du site de construction.

Cette méthode établit une correspondance entre les renseignements exigés par le projet et ceux fournis par la CETENAL dans ses divers documents. Cette correspondance est obtenue grâce à une matrice dont les lignes représentent les besoins de l'entreprise et les colonnes les renseignements fournis par la CETENAL (voir le tableau joint au présent document [figures 92 et 93]).

Les renseignements fournis par la CETENAL sont indiqués en haut du tableau; on s'est efforcé de signaler tous les "produits" de la Commission permettant de répondre plus ou moins aux besoins : les cartes topographiques au 1/ 250 000 et au 1/50 000, la carte des climats au 1/500 000, les quatre cartes de ressources (géologie, occupation des sols, pédologie et possibilités) au 1/50 000, et les renseignements supplémentaires d'un grand intérêt que peuvent offrir les photocartes, les mosaïques redressées, les agrandissements d'agglomération, les photographies aériennes en couleur et en noir et blanc, les fiches de population, les courbes de variations des précipitations, les données sur les points géodésiques et topographiques, les documents de terrain, les cartes urbaines et les renseignements sur les sols, conformément à la classification FAO-UNESCO, basée sur le Système unifié de classification des sols (SUCS), et qui peuvent ainsi servir à obtenir des caractéristiques des sols utilisables dans des projets de travaux de génie civil.

Les symboles employés dans le tableau visent à représenter le degré général et les modalités d'obtention et d'exploitation des renseignements fournis par la CETENAL :

- ● Information directe
- ✪ Information auxiliaire
- ★ Information dérivée

Dans le premier cas, il existe un lien direct entre les renseignements demandés et ceux que peut offrir la documentation de la CETENAL. Par exemple, s'il est nécessaire pour le projet de disposer de données altimétriques, il est possible de les tirer directement des courbes de niveau des cartes topographiques, à condition que la précision offerte réponde aux besoins.

Dans le deuxième cas, il existe une certaine demande de renseignements pour laquelle il n'y a pas de correspondance directe, mais à laquelle il est possible de répondre en utilisant un ou plusieurs des éléments d'information de la CETENAL. Le renseignement fourni pourra être plus ou moins partiel suivant le niveau de détail exigé, ce qui obligera souvent à effectuer certaines opérations annexes, ou à faire des vérifications et des recherches supplémentaires auprès d'autres sources. Cela est par exemple le cas lorsqu'il s'agit d'obtenir des données sur la superficie des parcelles, nécessaires dans le cadre des études économiques et sociales. On peut trouver ces renseignements en consultant les cartes topographiques qui indiquent, d'une manière générale, le découpage de la région; on peut aussi, pour obtenir plus de détails, se référer aux documents originaux que sont les photographies aériennes. Dans les deux cas, une simple opération en laboratoire permettra d'obtenir avec une certaine précision la superficie cherchée.

at a level which will generally require additional research—by combining several components of the CETENAL data, which must be evaluated and combined with great care in order to obtain the desired results and to assess their validity, all of which has a very important bearing on the level of supplementary operations and research. For example, the approximate drainage coefficient, which must be determined during the preliminary technical survey phase, can be inferred from a suitable and carefully evaluated combination of the data on the factors governing that coefficient, as provided by climatological, topographical and resource maps, aerial photographs etc., as shown in the table. This shows that the inferred data can be extremely abundant and promising and that many important inferences can be made by combining different characteristics, depending largely on the way in which the direct data provided by CETENAL are handled.

The data required for the specific project are arranged in the three basic categories suggested in this paper, which correspond to the stages of planning, design and construction.

The planning component includes, as a first step, the specification of regional requirements and needs. This represents the initial research which, in accordance with predetermined guidelines, covers whole regions in which efforts are being made to promote development by creating conditions favourable to it, so that a study of the region's physical and socio-economic characteristics will show what its future is to be; in other words, it will determine which activities, if planned, are deemed to be important or essential as a stimulus to development. This may lead, in the context of other objectives, to the creation of the necessary infrastructure, the development of agricultural activities, the formulation of industrialization schemes and, in general, the establishment of zones of planned economic activity.

As will be noted from the table, almost all of CETENAL's maps and data help to define the needs of an area from the point of view of topography, climate, geological and hydrological conditions, the existence of infrastructure and services, present and potential land use, and socio-economic activities, including existing projects and proposals for regional improvement. Over-all analysis of such data for relatively large regions will, as a first step, lead to the identification of suitable areas for the project, and thus make it possible to consider the various alternatives.

The next stage in the planning process will be preliminary surveys which, according to the traditional methodology, commence with one or more inspection visits to the project area. One of the purposes of these visits is to locate probable sites for the works, to determine general topographical, climatic and geological conditions, and to collect information on specific features of the proposed project, as may be seen from the table. The data supplied by CETENAL in response to a request made on the inspection visit, especially with regard to the physical aspects, are extremely promising and will make it possible to reduce the duration and costs of this phase of the project.

Dans le troisième et dernier cas, les renseignements demandés sont plutôt de caractère particulier et il ne sera possible de les obtenir, en général, qu'après des recherches supplémentaires, en regroupant les divers éléments de réponse fournis par la CETENAL, en les évaluant et en les utilisant conjointement de façon judicieuse pour obtenir les résultats recherchés et se faire une idée de leur valeur, ce qui est de la plus haute importance pour déterminer l'ampleur des opérations et des recherches complémentaires nécessaires. Par exemple, le coefficient d'écoulement moyen, qu'il faut déterminer au cours de la phase des études techniques préliminaires, pourra être déduit en combinant de façon judicieuse les données liées aux facteurs déterminant ce coefficient, données que l'on peut trouver dans les cartes du climat, topographiques, des ressources, sur les photographies aériennes, etc., comme le montre le tableau. On voit sur ce dernier comment l'information dérivée peut être extrêmement utile et riche de possibilités et comment, en combinant diverses caractéristiques, il est possible de faire nombre de déductions importantes, toutes choses qui dépendent beaucoup de la façon dont on traite l'information directe fournie par la CETENAL.

Les renseignements nécessaires au projet considéré sont classés selon les trois catégories fondamentales proposées dans la présente communication et qui correspondent aux stades de la planification, de l'étude et de la construction.

La définition des besoins régionaux constitue le premier pas de la phase de planification. Cette étude initiale est effectuée, conformément à des lignes directrices préalablement établies, sur des réalisations au niveau régional visant à stimuler le développement en mettant en place les éléments qui le favorisent, de façon qu'il soit possible de déterminer la vocation de la région grâce à l'étude de ses caractéristiques physiques et socio-économiques; il s'agit, en d'autres termes, de déterminer quelles sont les activités dont la planification paraît utile ou même essentielle à la promotion du développement. Cela peut notamment conduire à mettre en place l'infrastructure nécessaire, à développer les activités agricoles, à formuler des possibilités d'industrialisation et, plus généralement, à créer des zones d'activité économique planifiée.

Le tableau montre que pratiquement tous les éléments d'information et cartes de la CETENAL contribuent à définir les besoins d'une zone en fonction de la topographie et du climat, des conditions géologiques et hydrologiques, de l'existence d'une infrastructure et de services, de l'occupation et des possibilités d'utilisation des sols et d'autres facteurs tels que les conditions socio-économiques et l'existence de projets et de propositions d'aménagement régional. L'analyse générale de ces éléments d'information pour des régions relativement étendues permettra en premier lieu d'identifier plus facilement les zones intéressantes où il sera possible d'édifier l'ouvrage, et donc d'étudier les différentes possibilités offertes.

La situation ayant ainsi été évaluée, on pourra passer, dans le cadre de la planification, à l'étape des études préliminaires, qui débutent traditionnellement par une ou plusieurs inspections sur les lieux du projet. Il s'agit notamment de localiser les sites possibles et de déterminer les conditions topographiques climatiques et géologiques générales, plus certains détails touchant des aspects particuliers de l'ouvrage proposé. La CETENAL est en mesure de répondre de manière particulièrement satisfaisante aux de-

Once the preliminary survey phase is over, the data required to prepare a preliminary design of the project and to assess its economic viability are available. The symbols shown on the relevant line of the table are interpreted as a summation arrived at after examining the data available at various levels in the earlier stages.

The next step, if warranted by the evaluation of the project, is to proceed to the design stage, during which definitive studies, comprising final economic and social studies and definitive technical studies, are carried out. In both cases, the data required are an extension of those specified in the preliminary studies, but with greater variety and more detail.

The purpose of the economic and social studies at this stage is to obtain data on land tenure and use, water use, agricultural conditions, soil management techniques and human aspects associated with housing and work in the community. Because of the nature of these data, the same observations as were made earlier with reference to preliminary studies of the same type are generally applicable, although the fact that there is a greater variety of data at this stage makes it possible to give more specific answers on certain points such as those relating to land tenure and use with regard to their classification, soil use and cultivated or cultivable areas, for which the data provided by the soil, land use, and potential land use maps are determining factors.

The definitive technical studies involve the same studies as those specified for the preliminary studies, except that greater detail is required in some of the data specified previously and that additional headings which are deemed necessary at the design stage may be provided. Accordingly, the level of response may differ in some cases. For example, it is necessary to know the configuration of the water outlet in both preliminary and final topographical studies; however, in the former case, the topographical map can yield direct data because of the preliminary nature of the study while, in the latter case, which requires greater detail, even direct data will be partial and will therefore have to be supplemented by ancillary external studies.

The definitive technical studies are now supplemented by soil mechanics studies covering sources of materials, laboratory studies and foundation surveys. Data on the position of and access to materials can be obtained from topographical and geological maps, together with inferential data inferred from the soil map, aerial photographs and the soil correlation manual. For the studies and surveys, it should be noted that some data can be obtained only by inference.

Finally, once the definitive studies have been completed, the project moves into the construction phase, for which certain data necessary for operational programming are required. Sources of supply and local manpower, existing communications systems and the siting of diversion works and temporary installations will have to be determined, knowledge of general climatic conditions will have to be acquired and ideas formed on how to utilize sources of materials. It will be noted that, to a large extent, the data on

mandes de renseignements formulées à l'occasion de ces inspections, en particulier pour ce qui a trait aux aspects physiques, et ses services permettront de réduire la durée et le coût de cette étape du projet.

Les études préliminaires ayant été menées à bien, on dispose des renseignements nécessaires pour établir un avant-projet de l'ouvrage et en évaluer l'intérêt économique. Les indications figurant à cette ligne du tableau résument les renseignements obtenus à différents niveaux des phases antérieures.

On passe ensuite, si l'évaluation de l'ouvrage est positive, à l'étude de projet, en réalisant les études économiques et sociales et les études techniques définitives. Il s'agit ici de recueillir des éléments d'information plus divers et plus détaillés que pour les études préliminaires.

Les études économiques et sociales entreprises à ce stade exigent que soient rassemblés des renseignements portant sur la propriété foncière et l'occupation des terres, l'utilisation de l'eau, la situation agricole, les techniques d'exploitation du sol et les modes de vie et de travail. Compte tenu de la nature de ces renseignements, les observations qui ont été faites au moment des études préliminaires correspondantes peuvent être reformulées en termes généraux, mais les renseignements plus variés dont on dispose à ce stade permettent d'approfondir certaines questions telles que la classification de la propriété foncière et de l'utilisation des terres, ainsi que l'occupation des sols et les superficies exploitées ou exploitables, pour lesquelles les cartes pédologiques, d'occupation des sols et des emplois possibles revêtent une importance déterminante.

Les renseignements nécessaires aux études techniques définitives sont les mêmes que pour les études techniques préliminaires, si ce n'est que certains éléments doivent être examinés de façon plus détaillée et de nouvelles rubriques ajoutées. Ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer, l'information peut dans certains cas être fournie à différents niveaux. Il importe, par exemple, de connaître la configuration de l'embouchure aussi bien au stade des études topographiques préliminaires qu'à celui des études topographiques définitives; dans le premier cas, toutefois, la carte topographique suffit à fournir l'information directe nécessaire, du fait du caractère préliminaire de l'étude, alors que, dans le second, la nécessité de disposer de renseignements plus détaillés implique une information directe seulement partielle, qui devra être complétée grâce à des études auxiliaires extérieures.

Aux études techniques définitives s'ajoutent alors les études de mécanisme des sols, en ce qui concerne les matériaux à déplacer (carrières), les études de laboratoire et les fondations. Les cartes topographiques et géologiques ainsi que les données tirées de la carte pédologique, des photographies aériennes et du manuel de corrélation des sols suffiront à fournir les renseignements relatifs à la localisation et aux accès des carrières. A noter que, dans le cas des études, certains renseignements ne pourront qu'être déduits.

Enfin, les études définitives ayant été menées à bien, l'étape de la construction débutera; certains renseignements nécessaires à la programmation des opérations devront alors être obtenus. Il conviendra d'identifier les possibilités d'approvisionnement, les ressources en main-d'œuvre locale et les réseaux de communication existants, de localiser les travaux de détournement et les installations provisoires et de

these subjects will in some instances be obtained partly by inference and in others, as in the case of climate, directly.

At this point, it is certainly significant that data offering some degree of detail can always be obtained for the design and construction phases, for which the CETENAL maps and documents were not specifically intended.

We accordingly conclude this paper, which has been devoted primarily to describing a methodological approach to the planning, design and construction of dams and dykes, using the data available from CETENAL, and to showing how, throughout the sequence of established data requirements, information is obtained from all the documents prepared by the Commission at the various levels at which they may be useful. Above all, it is hoped that this paper has amply demonstrated the interest of CETENAL in having effective, rational, integrated and full use made of its data for the type of development projects which are of interest to us at present and, in general, for any kind of project aimed at improving and developing our country.

déterminer les conditions climatiques générales et les modalités d'exploitation des carrières. La plupart de ces renseignements seront partiels; ils seront obtenus directement (en ce qui concerne le climat, par exemple) ou par déduction.

Le fait que l'on puisse recueillir à ce stade des renseignements relativement détaillés, concernant des aspects de l'étude et de la construction, au moyen de cartes et de documents de la CETENAL qui n'ont pas été établis à cette fin particulière est significatif.

Ainsi se termine le présent document, qui avait essentiellement pour objet de décrire une méthodologie applicable à la planification, à l'étude et à la construction de barrages et de digues à l'aide des renseignements fournis par la CETENAL; on a voulu montrer comment les renseignements nécessaires aux différents stades du projet sont obtenus grâce aux documents élaborés par la Commission. Avant tout, on espère avoir prouvé l'utilité de la CETENAL, afin que les renseignements qu'elle fournit soient utilisés de façon efficace, rationnelle, intégrée et complète dans le cadre de tout projet de développement et d'aménagement du pays.

Introducción

La Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), consciente de la importancia que tiene el aprovechamiento de los recursos de México, se ha preocupado por desarrollar metodologías y sistemas de análisis que permitan utilizar adecuadamente el levantamiento de recursos que está realizando.

Este trabajo pretende ser un ejemplo del alcance que puede tener el aprovechamiento de la información CETENAL en la planeación, proyecto y construcción de presas y bordos.

En el desarrollo del trabajo se presenta un criterio de análisis factible de generalizar a todas aquellas obras de infraestructura que requieren una selección óptima del sitio donde se van a construir.

La metodología desarrollada en este trabajo establece una confrontación entre la información requerida por el proyecto, de acuerdo con los lineamientos generales establecidos por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, y la información que, a través de sus diversos productos, ofrece CETENAL.

Las ideas propuestas en la primera parte del estudio serán desarrolladas en la segunda parte del trabajo a través de un ejemplo de aplicación para la planeación, proyecto y construcción de una presa en el Estado de San Luis Potosí.

Metodología

Después de la exposición de las ideas básicas y características generales que norman el desarrollo de esta ponencia, se presentará el sistema por el cual, a modo de metodología, se propone hacer un uso lo más racional y completo de la información CETENAL que puede ser utilizada para el caso de la planeación, proyecto y construcción de bordos y presas. Más que aspirar al establecimiento de una metodología determinada, se pretende explicar la forma y el alcance con el que se puede usar la información para propósitos tan específicos como el señalado. Se acepta de antemano que las proposiciones no son finales y que están sujetas a críticas y modificaciones que pueden eventualmente desembocar en el establecimiento de una metodología definitiva en cuanto a los pasos que hay que seguir en la planeación, proyecto y construcción de presas y bordos, que incorpore de una forma efectiva y dinámica la disponibilidad y uso de la información que precisamente para éstos, entre otros fines, elabora la Comisión de Estudios del Territorio Nacional.

No se pretende introducir con esto nuevos conceptos, porque es verdaderamente cierto que la información CETENAL se ha venido usando en diversos órdenes de la actividad humana, y en gran manera dentro del sector público, para proyectos de obras de infraestructura entre otros. Lo que interesa básicamente es que la información se use al máximo de su potencialidad y con la importancia que se merece, dentro de un espíritu de trabajo interdisciplinario. Probablemente el uso que hasta ahora se le ha dado es de naturaleza más bien parcial y accesoria, sin estar verdaderamente integrado dentro de un cuerpo metodológico general que haga uso de todas las oportunidades que ofrece, con lo que podrían lograr mejores índices de eficiencia en el desarrollo de los proyectos y la posibilidad de reducir costos en aquellas actividades que lo permitan.

La idea básica de esta parte del desarrollo consiste en confrontar la información requerida por el proyecto a través de sus diversas fases, con aquella que a lo largo de sus variados productos ofrece la Comisión. Con este objeto se ha desarrollado la tabla anexa en la que cada símbolo indica si lo anterior se cumple o no.

A la izquierda de la tabla se indican los requisitos de información necesarios para el proyecto de las fases de planeación, proyecto y construcción, en lo que a fin de disponer de una base de trabajo se ha adoptado y seguido el orden general indicando en el Manual elaborado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos[1] que establece con el suficiente

[1] Secretaría de Recursos Hidráulicos, *Manual de Pequeños Almacenamientos*

detalle la metodología a seguir en el proyecto de presas para pequeña irrigación. Se ha considerado que para la naturaleza de este trabajo, los conceptos indicados en el manual son aplicables por generalización al caso de bordos y que las ideas pueden extenderse con toda propiedad a presas para propósitos distintos a los de irrigación, aún cuando aparentemente se haga el énfasis en presas para riego.

El manual es sumamente detallado en lo que respecta a especificar las necesidades de información, así como en definir los pasos y métodos aplicables al desarrollo del proyecto. Por limitaciones de espacio, así como para establecer una correspondencia lo más lógica posible con la información CETENAL, se ha tratado de generalizar dicho manual al formular la tabla en el sentido de agrupar requisitos de información que tienen características semejantes, bajo una denominación común.

La información suministrada por CETENAL se indica en la parte superior de la tabla, en la que se ha hecho el esfuerzo por representar todos los productos elaborados por la Comisión que, en mayor o menor grado, contribuyen a satisfacer las necesidades de información del proyecto. Esto incluye las dos cartas topográficas a las escalas de 1:250 000 y 1:50 000; la Carta de Climas a la escala de 1:500 000, las cuatro cartas de recursos (Geológica, Uso del Suelo, Edafológica y Uso Potencial) a la escala de 1:50 000 e información adicional que puede aportar datos de sumo interés, constituida por fotomapas, mosaicos rectificados, amplificaciones de población, fotografías aéreas a color y en blanco y negro, Fichas de Población, gráficas de variabilidad de la precipitación, información sobre puntos geodésicos, topográficos, informes de campo y laboratorio, cartas urbanas e información relativa a suelos, de acuerdo con la clasificación FAO-UNESCO[2] referida al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)[3], en lo que puede ser de utilidad para derivar características de los suelos en conexión con el aspecto de su utilización en proyectos de obras de ingeniería civil.

La simbología indicada en la tabla trata de representar el nivel general y las alternativas con las que se puede obtener y manejar la información CETENAL:

◉ Información directa

✪ Información auxiliar directa

★ Información inferida

En el primer caso existe una relación directa entre la información requerida y la que puede aportar la documentación CETENAL. Por ejemplo, si el proyecto requiere datos de altimetría, ésta se puede obtener directamente de las cartas topográficas por la representación de las curvas de nivel, siempre y cuando la precisión ofrecida sea compatible con las necesidades específicas.

En el segundo caso existe una cierta demanda de información para la cual no se da una correspondencia directa, pero que puede ser determinada por uno o más elementos de información CETENAL. La satisfacción o respuesta a la demanda podrá tener cierto grado de parcialidad dependiendo del nivel de detalle requerido, lo que a menudo presupone efectuar alguna operación accesoria o comprobar y ampliar con investigación adicional de otras fuentes. Es el caso, por ejemplo, de la necesidad de tener datos de las superficies de las parcelas, los que se requieren dentro de los estudios económicos y sociales. Esta información se puede obtener consultando las cartas topográficas en las que se indica de manera general la división parcelaria de la región; puede acudirse para mayor detalle a la fuente original, las fotografías aéreas. En ambos casos, una simple operación de gabinete proporcionará con cierta precisión el área requerida.

En el tercer y último caso, la información pedida es más bien de carácter especial y solamente podrá inferirse a un cierto nivel que comúnmente demandará investigación adicional, por la asociación de varios elementos de información CETENAL, los que hay que evaluar y conjugar cuidadosamente a fin de obtener los resultados apetecidos y hacerse un juicio de la validez de los mismos, lo que es de suma importancia para definir el nivel de las operaciones e investigaciones complementarias. Por ejemplo, el coeficiente de escurrimiento aproximado que se requiere determinar durante la fase de estudios técnicos preliminares, podrá inferirse mediante una asociación adecuada y juiciosamente evaluada de la información que tiene relación con los factores determinantes de dicho coeficiente y que es proporcionada por las cartas de climas, topográfica, cartas de recursos, fotografías aéreas, etc., tal como se observa en la tabla. Esto último es representativo de cómo la información inferida puede ser sumamente rica y llena de posibilidades y de cómo muchas inferencias importantes serán el resultado de la asociación de diversas características, lo que depende en mucho de la forma en que se maneje la información directa, suministrada por CETENAL.

Se puede observar que dentro de los documentos de información se ha incluido la Carta Topográfica a la escala de 1:250 000, carta que en términos de información contenida coincide prácticamente con la carta del mismo tipo a la escala de 1:50 000. Sin embargo y por la escala, la primera carta se presta con mayor propiedad a hacer estudios preliminares en una fase de gran visión, así como para definir conceptos generales que posteriormente pueden pasar a una etapa de mayor concentración y detalle en las cartas a escalas mayores, como la carta 1:50 000 que le sirve de base, existiendo también en ella un cierto nivel de generalización. En razón a estos aspectos se propone su utilización como un paso previo al resto de la información.

Los diferentes tipos de cartas constituyen la representación gráfica de diversos rubros de información que se indican a un nivel de detalle correspondiente a la escala, que es considerado útil y necesario para propósitos de planeación. Además, la información contenida en ellas se ha extraído, mayormente por técnicas fotogramétricas y de fotointerpretación de las fotografías aéreas, en blanco y negro a las escalas de 1:50 000 y 1:70 000, y a color en la escala de 1:25 000. No todo lo que está en las fotografías se ha trasladado a las cartas ya que las necesidades cartográficas y de información imponen trabajar con un determinado nivel de detalle; por otra parte, mucha de la información se encuentra expresada mediante símbolos. Es por estas razones que, dentro de los documentos de información señalados en la tabla, se han incluido las fotografías, considerando que

[2] CETENAL, *Clasificación de Suelos FAO-UNESCO 1970, modificado por CETENAL*, 1975.

[3] Orozco Santoyo R., Quiñones Garza H., Allende Lastra R., *Manual para la Aplicación de las Cartas Edafológicas de CETENAL para fines de Ingeniería Civil*, CETENAL, 1975, ed. preliminar.

pueden utilizarse con mucha ventaja para hacer estudios interpretativos complementarios, para estudiar relaciones no directamente obtenibles en las cartas, o para afinar detalles en los casos que se juzque necesario. Por otra parte, la fotografía aérea constituye un documento de información muy adecuado e insustituible para aquellas zonas del país no cubiertas todavía cartográficamente, considerando que la cobertura fotográfica actual es superior al 80% de la superficie del territorio nacional y que ésta es, por razones obvias, mayor que el recubrimiento por cartas.

Dentro de los diversos productos elaborados por la Comisión se da la información a niveles que tienden a ser homogéneos e integrados. Cierto tipo de información se repite y traslada íntegramente de carta a carta, lo que se debe a que existe una base cartográfica, escala 1:50 000, sobre la cual se apoyan para su elaboración las cuatro cartas de recursos. En este sentido, al considerar las respuestas a las necesidades de información y con el objeto de evitar repeticiones, solamente se marcan en la tabla aquellas que se encuentran en la carta base o donde la información requerida es del dominio de una determinada carta o documento.

Algunos otros rubros de información se muestran con diferentes niveles de detalle en distintos documentos. Un ejemplo de esto es el caso de poblaciones consignadas en la Carta Topográfica en la que, para el nivel de detalle dado, se pueden hacer algunas inferencias con relación al número de habitantes y a algunos de los servicios básicos con los que cuentan dichas poblaciones. Un nivel de mayor detalle en estos aspectos se encontrará en la Carta de Uso del Suelo, en la que, de acuerdo con la naturaleza estadística de la carta, se indican mediante claves apropiadas los censos y servicios de las poblaciones, ampliándose esta información en las Fichas de Población.

En lo que se refiere a los requisistos de información para el proyecto de la obra que interesa, éstos están arreglados en los tres órdenes básicos propuestos en esta ponencia y que corresponden a las etapas de planeación, proyecto y construcción.

Dentro de la parte correspondiente a la planeación se incluye como un primer paso la definición de requisitos y necesidades regionales. Esto se refiere al estudio inicial que, respondiendo a directrices predeterminadas, se realiza sobre extensiones a nivel regional en las que se trata de promover el desarrollo mediante la creación de los elementos que lo propician, de modo que a través del estudio de las condiciones físicas y socioeconómicas de la región sea posible determinar su vocación; es decir, la determinación de aquellas actividades que planificadas se consideren importantes o básicas para impulsar el desarrollo. Esto puede llevar, dentro de otros objetivos, a la creación de la infraestructura necesaria al desarrollo de las actividades agropecuarias, a formular posibilidades de industrialización y, en general, a la creación de zonas de actividad económica planificada.

Se ha supuesto en este trabajo que, como punto de partida, ya se ha definido una determinada vocación, la que en términos generales responde a las necesidades detectadas de dotar a una región dada de algún tipo de obra hidráulica para propósitos de irrigación, como parte de un programa general ubicado dentro de un plan de desarrollo integral y en un contexto interdisciplinario.

Se observa en la tabla que prácticamente todas las cartas y elementos de información CETENAL contribuyen a definir las necesidades de una zona desde los puntos de vista topográfico y de clima, de las condiciones geológicas e hidrológicas, de la existencia de infraestructura y servicios, del uso y de las posibilidades de uso del suelo y de aspectos tales como los que se refieren a la sociedad y las actividades económicas, incluyendo la existencia actual de proyectos y proposiciones de mejoramiento regional. El análisis general de estos elementos de información para regiones relativamente extensas facilitará, en primera instancia, definir zonas de interés en las cuales será posible establecer la obra, permitiendo así el estudio de las diferentes alternativas que se presenten, en función de los beneficios previstos y en consideración a las relaciones que se den con el ambiente, la infraestructura existente, la población y las actividades económicas prevalentes. En este aspecto es muy conveniente señalar la importancia que tiene la Carta de Uso del Suelo, que por su carácter socioeconómico y su naturaleza estadística permite captar de inmediato las necesidades básicas regionales y de este modo facilitar sustancialmente el trabajo de los planificadores.

Definida la situación anterior, será posible pasar a la etapa de estudios preliminares, los que dentro de la metodología de acción tradicional se inician con una o más visitas de inspección a la zona. Entre otros detalles, se trata de definir la localización de los probables sitios de aprovechamiento y la determinación de las condiciones topográficas, climáticas y geológicas generales, con la adición de detalles referentes a aspectos específicos de la obra propuesta, tal como puede apreciarse en la tabla. La información que ofrece CETENAL para dar respuesta a lo requerido en la visita de inspección, especialmente en lo que se refiere a los aspectos físicos, es sumamente útil y permitirá reducir los tiempos y costos involucrados en esta etapa del proyecto.

De la visita de inspección y, en este caso, de los datos obtenidos de la documentación CETENAL, se llega a un punto en el que es necesario tomar una decisión de acuerdo con las perspectivas que ofrezca la información, ya sea para proseguir con los estudios o para pasar directamente a la etapa de proyecto. En cualquiera de los casos, la tabla permite considerar una u otra opción. Se ha supuesto que la situación es la del primer caso, por lo que el paso a seguir es el de llevar a cabo los estudios socioeconómicos y técnicos preliminares.

Los estudios socioeconómicos deben considerarse en un sentido general y persiguen fundamentalmente obtener datos generales sobre las poblaciones cercanas al sitio propuesto, una idea sobre la aceptación que pueda tener la obra en la localidad, información relativa a la tenencia de la tierra y de las afectaciones que habrán de producirse, disponibilidad de mano de obra, influencia e interacción de la obra propuesta con las obras y servicios existentes y perspectivas de desarrollo de la zona atribuibles a la existencia futura de la obra.

Es evidente que estos tipos de información son ciertamente elusivos y difíciles de manejar solamente con los datos aportados por CETENAL, pero por lo que puede apreciarse en la tabla es posible obtener cierta información. En el caso de datos generales de las poblaciones, la Carta de Uso del Suelo y las Fichas de Población son determinantes. No es lo mismo con respecto a los demás requisitos de

información, para los que la respuesta se obtiene parcialmente y por inferencias; la aceptación de la obra solamente tiene un punto de respuesta que, aunque directa, es parcial en los datos de información adicional obtenida de los puntos de verificación en la Carta de Uso Potencial. En todo caso, la situación señala las limitaciones a que está sujeta la información CETENAL, en ciertos aspectos, y apunta hacia la necesidad de hacer investigaciones complementarias de campo y en otras fuentes de información, las que pueden diseñarse y apoyarse en la información existente.

En el caso de los estudios técnicos preliminares, la información es más rica y llena de posibilidades, lo que es natural si se considera que las cartas y demás documentos de información CETENAL están orientados hacia la planeación regional a un nivel de anteproyecto que es coincidente con el tipo de estudios que interesa en este momento. Estos últimos contemplan los aspectos topográfico, geológico, agrológico e hidrológico y, como puede apreciarse en la tabla, las respuestas de la información CETENAL son variadas y están distribuidas, según su naturaleza, en todas las cartas y documentos, dentro de los tres niveles que se han discutido con anterioridad.

Al finalizar con la etapa correspondiente a los estudios preliminares se tiene la información necesaria para formular un anteproyecto de obra y evaluar la bondad económica de la misma. El señalamiento indicado en la tabla a lo largo de este renglón se interpreta como una sumatoria que es el resultado de considerar la disponibilidad de información a diferentes niveles dentro de los pasos efectuados anteriormente.

El paso siguiente, si lo justifica la evaluación de la obra, es pasar a la etapa de proyecto, dentro de la que se llevan a cabo los estudios definitivos comprendidos por los estudios económicos y sociales finales y los estudios técnicos. En ambos casos la información requerida es una extensión de la especificada en los estudios preliminares, dentro de la cual es mayor la variedad y el nivel de detalle.

Los estudios económicos y sociales requieren, dentro de esta etapa, información relacionada con la tenencia y uso de la tierra, utilización del agua, situación agropecuaria, técnicas de manejo del suelo y aspectos humanos referentes a la vivienda y el trabajo en la comunidad. Por la naturaleza de esta información se pueden expresar en términos generales las mismas observaciones formuladas al hacer referencia a los estudios preliminares del mismo tipo, aun cuando en esta oportunidad, el hecho de que exista una mayor variedad en la información permite dar respuestas más específicas a ciertos detalles, tales como los que se refieren a la tenencia y uso de la tierra en los aspectos de su clasificación, del uso que se da al suelo y de las superficies aprovechadas y aprovechables, para los que la información de las Cartas Edafológica, de Uso del Suelo y de Uso Potencial, es determinante.

Con referencia a los estudios técnicos definitivos, comprenden los mismos especificados para el caso de preliminares, excepto por el hecho de que se requiere mayor detalle para cierta información ya especificada con anterioridad y se contempla la adición de otros rubros que se consideran necesarios en esta etapa de proyecto. De acuerdo con lo anterior, el nivel de la respuesta puede ser diferente en ciertos casos. Por ejemplo, se requiere la configuración de la boquilla, tanto en los estudios topográficos preliminares como en los definitivos; sin embargo, dentro de los primeros, la carta topográfica puede dar información directa en consideración al carácter preliminar del estudio, mientras que en el segundo caso y dado que se pide un mayor detalle, la información, aunque directa, será parcial, lo que hará necesaria su complementación por estudios auxiliares externos.

Se notará en el caso de los estudios hidrológicos definitivos que la información necesaria en la etapa de proyecto, en contraste con la requerida en la etapa de estudios preliminares, es relativamente abundante dentro de los aspectos que se refieren a la determinación del almacenamiento económico y el proyecto de obras de excedencias. Aun cuando esto es ciertamente de carácter específico, siempre será posible obtener respuestas dentro de toda la documentación CETENAL aunque mayoritariamente a niveles parciales y de inferencia.

A los estudios técnicos definitivos se agregan ahora los de mecánica de suelos en lo que se refiere a bancos de préstamo de materiales y estudios de laboratorio y cimentación. Para los bancos será posible obtener información sobre localización y accesos a través de las Cartas Topográfica y de Geología, con la inclusión de inferencias obtenidas de la Carta Edafológica, fotografías aéreas y el *Manual de Correlación de Suelos*. En el caso de los estudios, se notará que solamente se puede llegar a obtener cierta información al nivel de inferencia.

Finalmente y después de haber concluido con dichos estudios, se pasará a la etapa de construcción del proyecto, para lo cual se requiere cierta información necesaria para la programación de las operaciones. Se requerirá la determinación de las fuentes de aprovisionamiento y de mano de obra local, sistemas de comunicación existentes, localización de obras de desvío y de instalaciones provisionales, así como el conocimiento de las condiciones climáticas generales e ideas relativas a la forma de explotación de los bancos de material. Se notará que en gran parte la información relacionada con los aspectos mencionados anteriormente se obtendrá en forma parcial, en algunos casos por inferencias y en otros, como es el caso de climas, directamente.

Al llegar a este punto es ciertamente significativo que en los aspectos de proyecto y construcción, para los cuales no han sido concebidos directamente las cartas y documentos de CETENAL, siempre será posible obtener información con ciertos niveles de detalle.

Podemos hacer ahora una especie de resumen que permitirá valorar cualitativamente la utilidad de la información en cuanto a volumen dentro de las diversas etapas del proyecto en general:

En la etapa de planeación, la cantidad de información requerida es satisfecha prácticamente en su totalidad por el material CETENAL;

La información CETENAL es casi completa para satisfacer las necesidades del anteproyecto;

Para la etapa de proyecto la información proporcionada es abundante pero requiere complementación;

En la etapa de construcción la información CETENAL resulta de suma utilidad para efectos de programar el trabajo y en otros aspectos;

Finalmente y aun cuando no ha sido considerado en este trabajo, la información será de utilidad general para la operación de la obra.

Con esto termina esta parte de la ponencia, en la que más que todo se ha hecho la descripción de una metodología en lo que respecta a la planeación, proyecto y construcción de presas y bordos, considerando la información disponible en CETENAL y demostrando cómo a lo largo de la secuencia de necesidades establecidas en cuanto a información, se van obteniendo respuestas contenidas en todos los documentos elaborados por la Comisión, a través de los diferentes niveles en que los mismos pueden ser útiles.

Finalizamos, insistiendo una vez más, en que para el tipo de proyectos de desarrollo que en este momento nos interesa y en general para todo tipo de proyecto que tienda al mejoramiento y desarrollo del país, se haga un uso efectivo, racional, integrado y completo de la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional. El ejemplo que se desarrollará a continuación aspira a reafirmar estas ideas.

Ejemplo de aplicación

Para ilustrar en forma objetiva la utilización del material CETENAL, en la etapa de planeación de presas y bordos, se presenta el estudio de la zona comprendida en las series de cartas:

F-14-A-74	F-14-A-75	F-14-A-76
F-14-A-84	F-14-A-85	F-14-A-86
F-14-A-14	F-14-C-15	F-14-C-16

pertenecientes al Estado de San Luis Potosí, en el que se lleva a cabo un análisis y evaluación de los recursos y necesidades de la zona como base para la proposición de medidas tendientes a elevar su nivel económico y social. Como resultado de lo anterior, se propone el estudio de una presa con propósitos de irrigación sobre el Río San Nicolás, cuyo anteproyecto se presenta en la parte final de este trabajo.

Localización

El estudio abarca un área aproximada de 8,700 km^2 comprendida dentro de lo que se ha denominado "zonas áridas" localizada en la parte Centro-Sur del Estado de San Luis Potosí, entre los paralelos 21° 45' y 22° 30' de latitud Norte y los meridianos 100° 00' y 101° 00' al Oeste de Greenwich. La Ciudad de San Luis Potosí es la población de mayor importancia comprendida dentro de la zona.

Clima

De acuerdo a la Carta de Climas se distinguen tres tipos climáticos en el área de estudio, correspondientes al grupo de los secos según el Sistema Modificado de Koppen.

En la parte Oeste se tiene un clima BSo hw''(w) (e) g, con una precipitación media anual de 400 mm y una temperatura media anual de 17° C. En el centro del área rige un clima BS, hw''(w) (e) g, con una precipitación media anual de 500 mm y temperatura media anual de 19° C. En la porción Este se tiene un clima BSo (h') hw'' (e) con una precipitación media anual de 500 mm y una temperatura media anual de 20° C.

Topografía

En la zona quedan comprendidas las cabeceras municipales de Villa Hidalgo, Cerritos, Villa Juárez, Soledad Díez Gutiérrez, Cerro de San Pedro, Armadillo, San Nicolás Tolentino, Zaragoza, Villa de Reyes y Santa María del Río, que están intercomunicadas entre sí y con la Ciudad de San Luis Potosí a través de las carreteras pavimentadas San Luis Potosí-Tampico, la cual atraviesa en el sentido Este-Oeste la zona en estudio y la Querétaro-San Luis Potosí-Matehuala, además de caminos revestidos y brechas.

En materia de ferrocarriles, quedan comprendidos en la zona los tramos Río Verde-Entronque; Cárdenas-San Luis Potosí; Querétaro-Aguascalientes y San Luis Potosí-Cárdenas.

La Ciudad de San Luis Potosí cuenta con un aeropuerto de corto alcance.

Respecto a la orografía del lugar se observan las Sierras de San Antonio y del Tapanco, al Noreste; El Rincón, las Paradas y el Tablón, al Norte; la Sierra Trejo que abarca el Centro y el Sur y la Noria, al Este, en donde predominan las pendientes fuertes mayores del 20%.

Existen varias zonas planas, destacando entre ellas, al Oeste, el Valle donde está asentada la Ciudad de San Luis Potosí; al Este, la parte alta del Valle de Río Verde, además de otros pequeños valles intermontanos en el resto del área. Todos los datos anteriores han sido obtenidos del estudio de las cartas topográficas.

Hidrografía

De acuerdo con la Carta Topográfica se observa que dentro de las principales corrientes de agua superficial comprendidas en el área de estudio se encuentran el Río San Nicolás, el cual nace en el Arroyo los Amoles localizado en la parte Centro-Norte de la zona, y el Río Santa Catarina que nace en los Arroyos Los Resumideros y Charco Obscuro, localizados en la parte Centro-Sur. Ambos ríos confluyen a 12 km aguas abajo de la población Santa Catarina para formar el Río Verde, afluente del Río Pánuco.

En la parte Sur se encuentra el Río Santa María, que para nuestro estudio queda fuera de la zona de interés.

Respecto a los almacenamientos existentes, en general son menores de un millón de m^3, destacando por su tamaño las presas San Isidro y el Refugio al Suroeste; Tanque la Lagunilla al Noroeste; San José Canoas y San Diego al Sureste.

Geología superficial

De acuerdo a la información presentada en la Carta Geológica, se obtuvieron las áreas indicadas en la tabla 1. En ella se observa que en el 32% del área en estudio se localizan rocas de origen ígneo, entre las que destacan las extrusivas ácidas, con un fracturamiento que va de moderado a escaso. Las rocas de origen sedimentario se encuentran en un 29% del área, predominando las calizas y los conglomerados, encontrándose en menor porcentaje yesos, areniscas y lutitas, entre otras.

Respecto a los suelos, de la Carta Geológica se cuantificó que el 38% del área total se encuentra cubierto por aluvio-

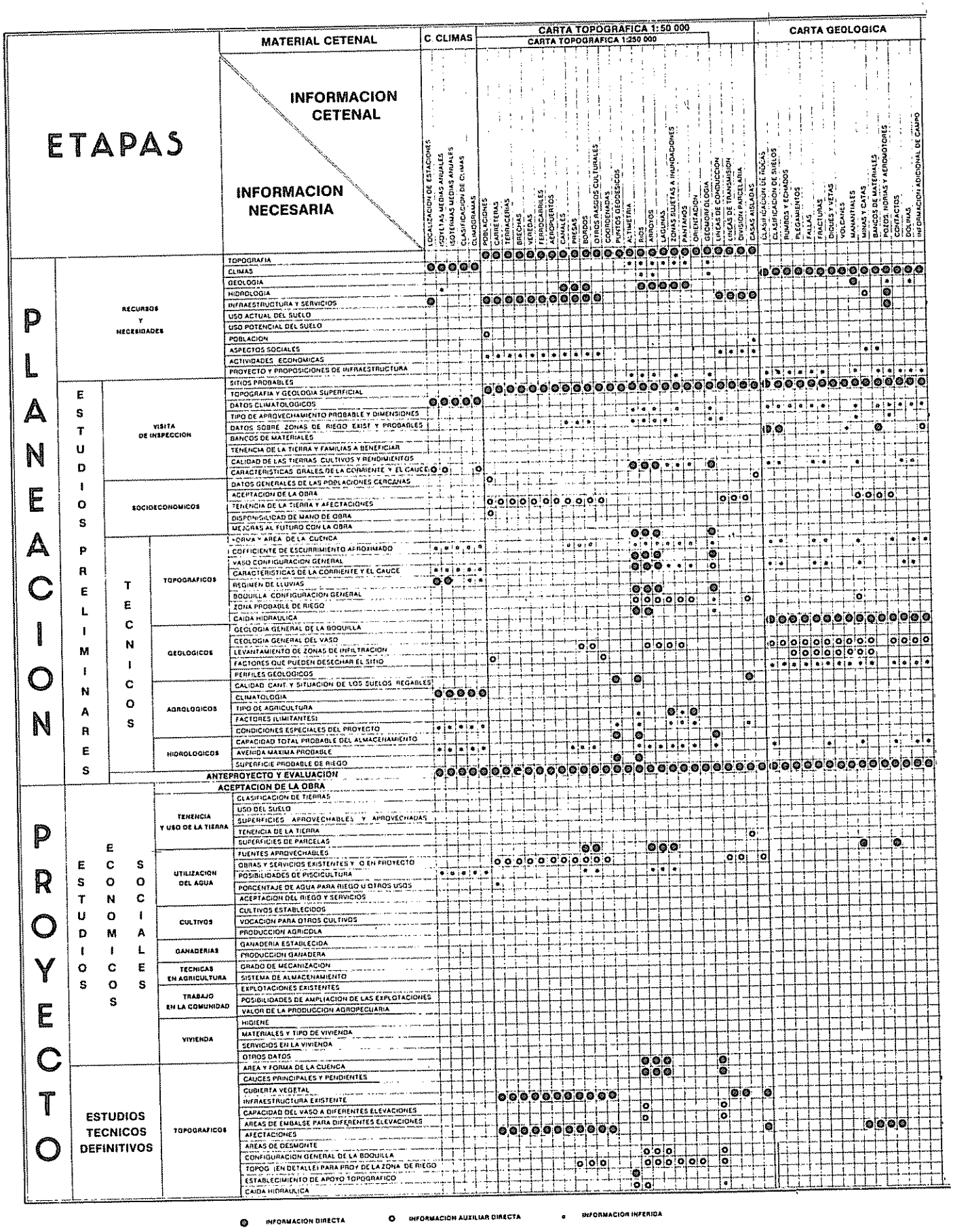


Figura 92. México: tabla de la información requerida para planeación, proyecto y construcción de presas y bordos

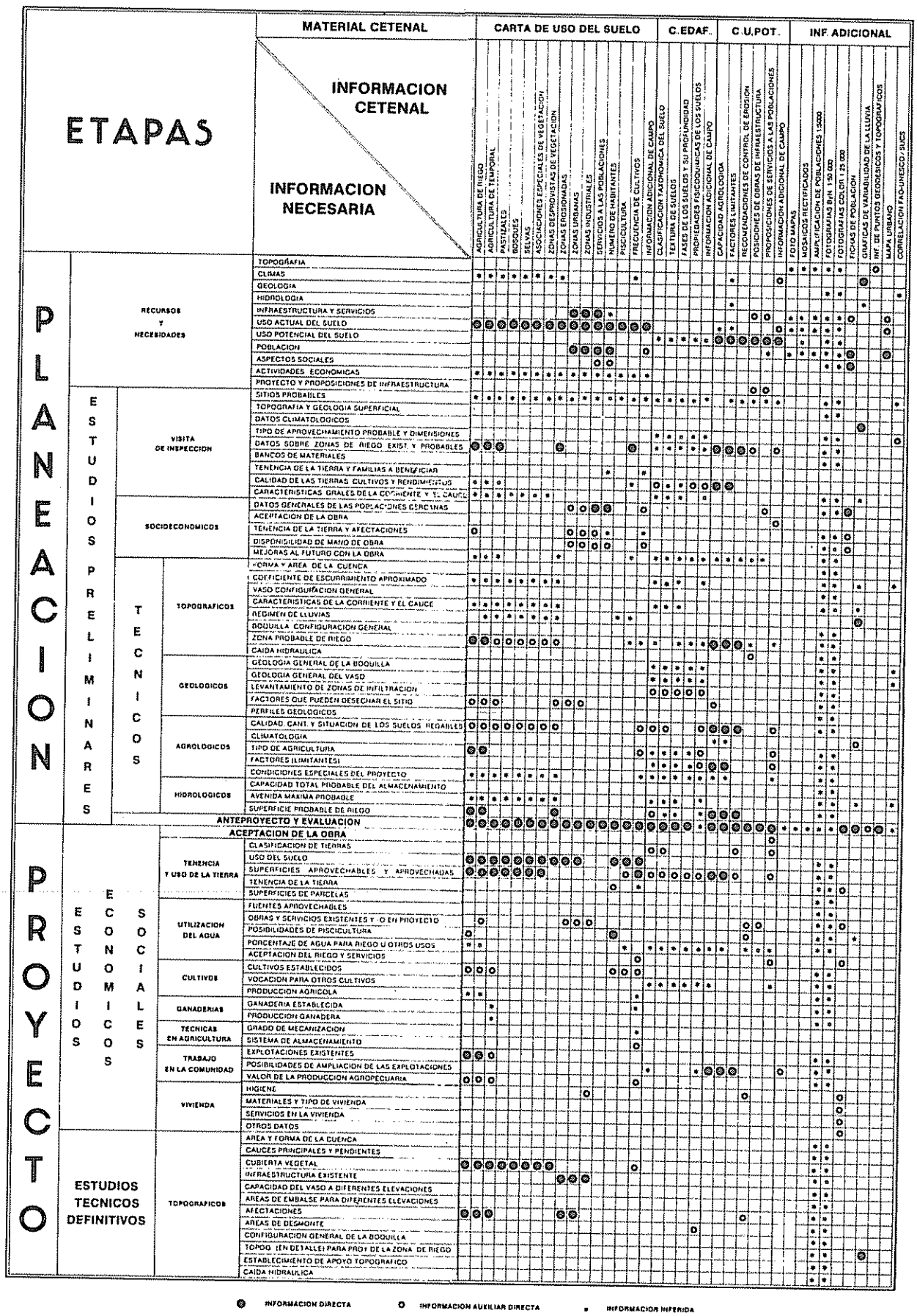


Figura 92 (continuación)

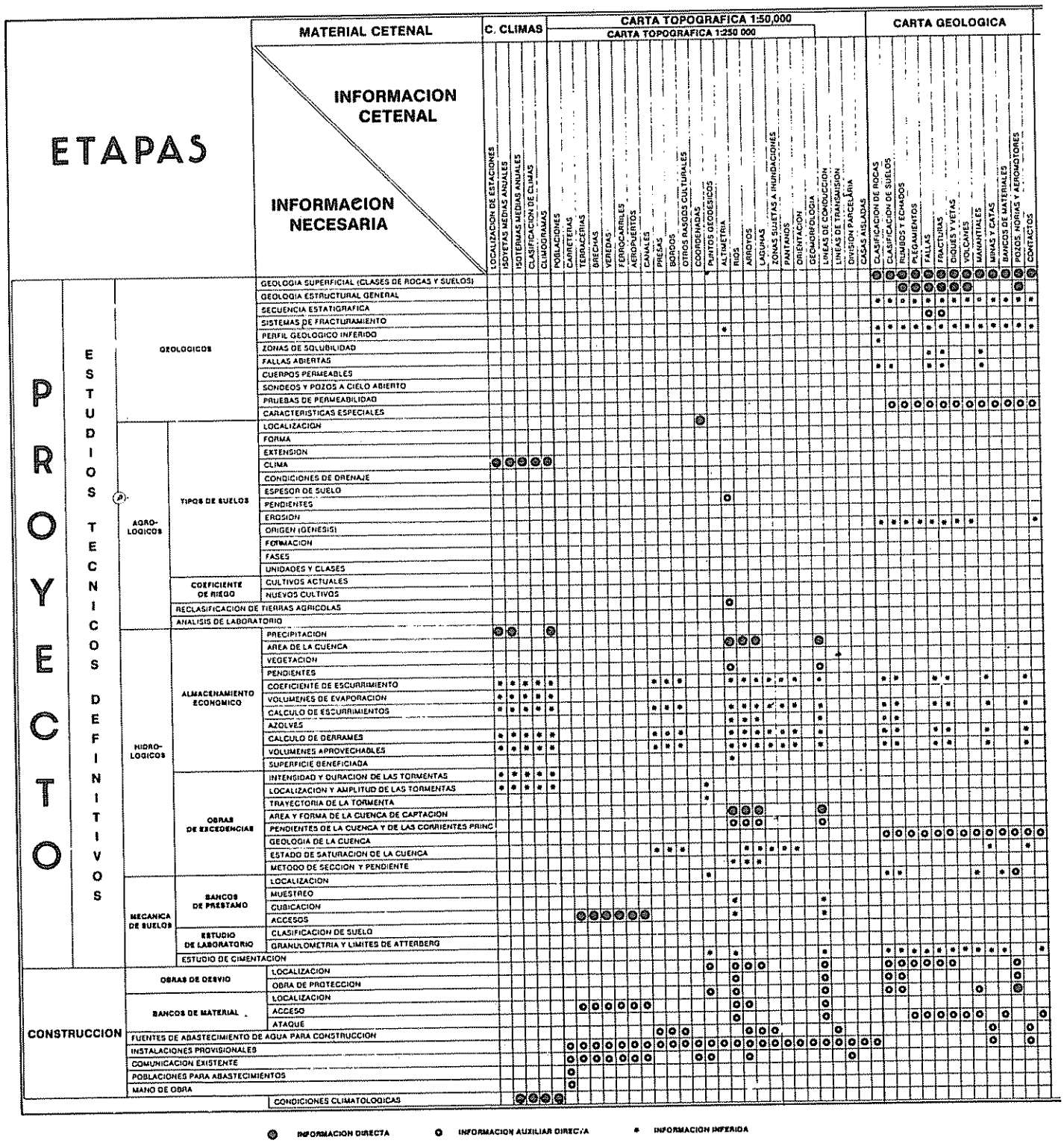


Figura 93. México: continuación de la tabla de la información requerida para planeación, proyecto y construcción de presas y bordos

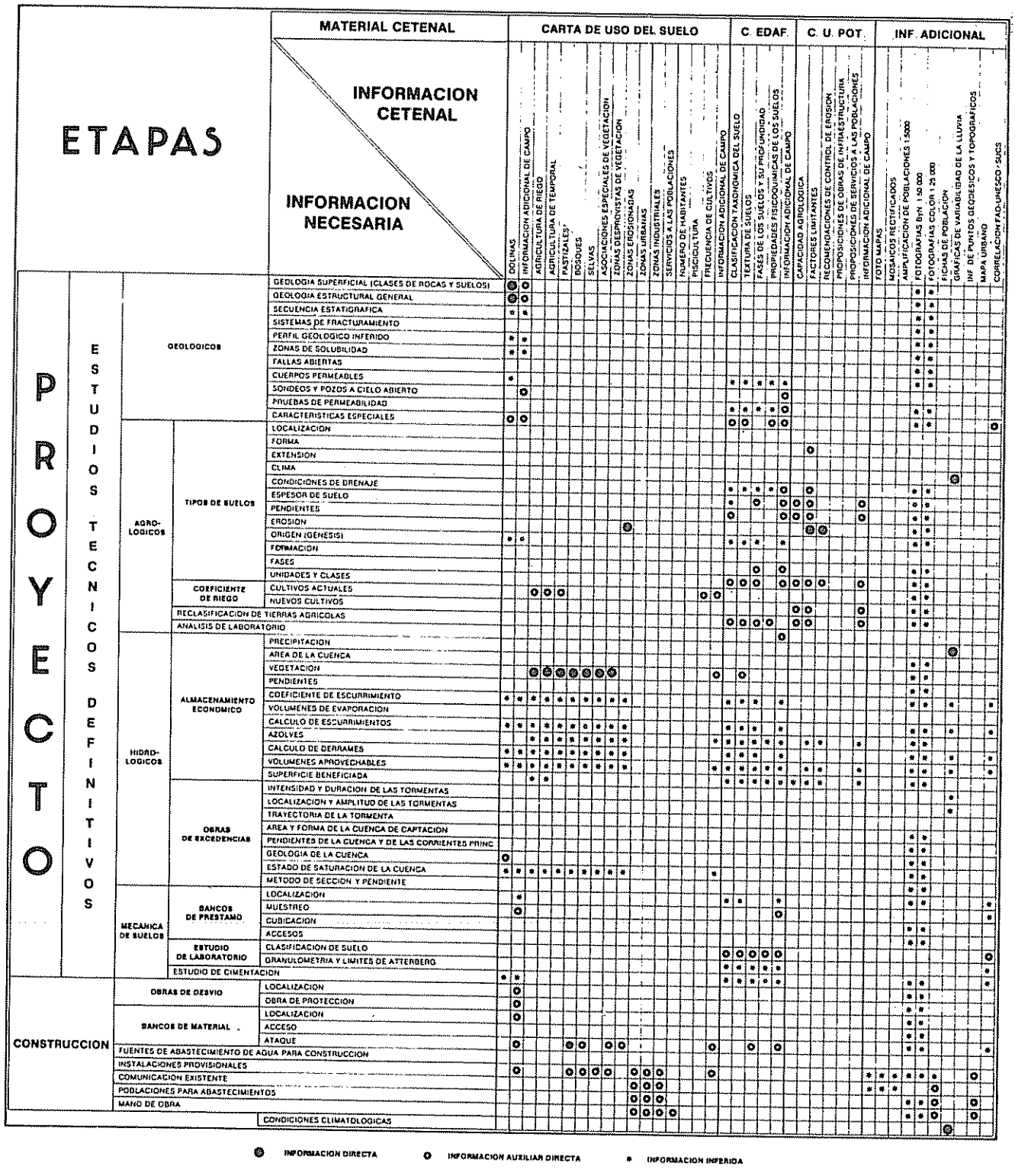


Figura 93 (continuación)

altura de anteproyecto de la cortina, la cual se tomó donde el estrechamiento de la garganta tiene una longitud económica. En seguida se transportaron los puntos que definen el eje de la cortina a la Carta Topográfica, ajustándolos, para facilidad de las estimaciones del vaso, a la curva de nivel 1.200. Con ello se procedió a trazar en las cartas restantes la configuración del vaso, para determinar su capacidad, áreas de inundación y materiales comprendidos en él. Las cifras correspondientes a estos datos se presentan en la tabla 8.

Geología

De la interpretación conjunta de la Carta Geológica, pares estereoscópicos e informes de campo, se observó la existencia en la margen derecha del vaso de rocas ígneas extrusivas ácidas con diferentes grados de alteración superficial, siendo las áreas bajas con secciones cóncavas hacia arriba, las más alteradas, formando aparentemente un basamento impermeable. Las partes superiores de estas concavidades terminan en acantilados discontinuos, donde comienza a aflorar la roca sana.

La zona del cauce está ocupada por aluviones que contienen lentes y capas de arena y grava interdigitalizados.

Hacia la parte central de la margen izquierda del vaso aflora una serranía constituida por yesos, los cuales, a pesar de su solubilidad, no presentan características geomorfológicas que indiquen cavernosidad. Hacia la parte baja izquierda del vaso se encuentran calizas que por lo reducido de su afloramiento no permiten detectar si son o no cavernosas.

Las áreas en que se localizan las rocas descritas, y los suelos según la clasificación FAO-UNESCO, dentro del vaso, se indican en la tabla 8.

La boquilla presenta una asimetría geológica notable. En la margen izquierda aparecen calizas que presentan dos sistemas de fracturamiento, que afectan fundamentalmente la parte superior del extremo izquierdo.

En la parte central del cauce donde escurre el agua, limitada hacia ambos lados por dos pequeñas terrazas aluviales abiertas al cultivo, se notan gravas y arenas limpias.

La margen derecha está constituida por aglomerados y brechas volcánicas que presentan escurrideros normales a la corriente principal y muy cercanos entre sí, lo cual manifiesta una condición favorable de impermeabilidad y desfavorable en cuanto a su cohesión superficialmente baja respecto a la roca de la margen izquierda

Hidrología

Para los estudios hidrológicos de anteproyecto, se tomó como base los datos de la estación climatológica lozalizada en la población Paso de San Antonio con clave 24-020, cuyas características son: clima seco, BShw'' (w) (e) según la clasificación de Koppen; precipitación media anual de 537,4 mm y temperatura media anual de 20,8° C. El diagrama correspondiente presenta una distribución de lluvia asimétrica, parcialmente concentrada en el período de junio a octubre.

El volumen medio anual escurrido se determinó empleando la fórmula:

$$VE = A \times C \times Pm$$

Donde el valor de los factores que intervienen se obtuvo como sigue:

A) Area de la cuenca, se obtuvo directamente en la Carta Topográfica;

B) Coeficiente de escurrimiento; se empleó el método de comparación expuesto en el *Manual de Pequeños Almacenamientos* de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, bajo los siguientes criterios:

a) Se tomaron valores de C correspondientes a una cuenca de 707 km^2 y una precipitación media anual de 500 mm;

b) Con el fin de tomar en cuenta los diferentes tipos de vegetación en la cuenca, se obtuvieron los promedios pesados de C, en función de las áreas de la cubierta vegetal indicadas en la tabla 7;

c) Teniendo en cuenta que en la cuenca dominan las pendientes fuertes y que de acuerdo a la Carta Edafológica los suelos son de textura media y gruesa, se tomó 12,7% como valor del coeficiente de escurrimiento, que corresponde al promedio de los valores determinados en los puntos *a* y *b*.

Sustituyendo estos valores en la expresión anterior tenemos:

$$VE = 707 \times 10^6 \times 0{,}127 \times 0{,}500$$
$$= 44{,}9 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Empleando valores promedio de la eficiencia del vaso, e = 80%; de la capacidad de azolves, z = 0,037 (VE); y del volumen aprovechable, VA = 0,70 (VE), se estimaron en forma aproximada la capacidad útil (CU) y la capacidad total (CT)

$$CU = \frac{0{,}70\ (VE)}{0{,}80}$$
$$= 0{,}875\ (VE)$$
$$= 39{,}3 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$CT = CU + Z$$
$$= 39 \times 3 \times 10^6 + 0{,}037\ (44{,}9) \times 10^6$$
$$= 40{,}95 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Los datos anteriores se resumen en la tabla 9.

Superficie probable de riego

En función del tipo de cultivos de la región, se consideró un coeficiente de riego promedio de 7.500 m^3 / ha en base al cual se estimó la superficie a regar con la capacidad útil antes determinada:

$$\text{Superficie a regar} = \frac{39{,}3 \times 10^6}{7{,}5 \times 10^3}$$
$$= 5.240 \text{ ha}$$

Por otro lado, se delimitó la probable zona de riego considerando:

Los desniveles entre la boquilla y las superficies planas aguas abajo, según la Carta Topográfica;

La clasificación de suelos de las Cartas Edafológica, Uso del Suelo y Uso Potencial.

Finalmente, se obtuvieron las áreas de las diferentes clases de suelos, que marca la Carta de Uso Potencial, las cuales se indican en la tabla 10, donde además se consigna un resumen de la información de campo correspondiente a la posible zona de riego.

Conclusiones y recomendaciones

De los resultados obtenidos, se desprenden las siguientes conclusiones:

a) En general, las características de la cuenca, volumen medio anual escurrido, capacidad de embalse y zona probable de riego reúnen condiciones favorables para el establecimiento de la presa;

b) La geología del vaso y de la boquilla presentan ciertas condiciones desfavorables para la permeabilidad y estabilidad de la presa que pueden hacer incosteable la construcción de la misma o desechar definitivamente el lugar propuesto.

Por lo anterior se recomienda llevar a cabo las siguientes investigaciones preliminares a los estudios definitivos:

a) Analizar metódicamente el agua que escurre de la zona resífera, ya que los aportes de sales solubles al almacenamiento pueden resultar importantes para la calidad del agua;

b) Investigar en detalle las características geológicas estructurales del manantial que aparece en el vaso, ya que puede ser susceptible de pérdidas de agua del almacenamiento por invertirse el flujo;

c) Investigar los pozos localizados dentro del vaso y en sus cercanías, para estimar las características geológicas de lo que aparentemente es un acuífero, localizado en la zona de contacto roca ígneo-sedimentaria, hasta aguas abajo, en el poblado de Ocampo donde existen depósitos de travertino que indican salidas de aguas subterráneas. Por otro lado el diseño del cauce del Río Santa Catarina presenta estrangulamientos topográficos indicadores de pérdidas de agua por infiltración;

d) Recorrer la zona de calizas de la boquilla y parte inferior del vaso con el objeto de buscar evidencias directas de cavernosidad; ya que esa misma unidad de roca presenta, hacia la planicie de Santo Domingo, evidencias de disolución;

e) Si los resultados de los puntos anteriores son favorables para el proyecto de la presa, realizar los estudios de factibilidad económica, ya que desde el punto de vista social es recomendable.

Conclusiones finales

Durante el desarrollo del tema pretendimos hacer notar la importancia que tiene el manejo integral de la información CETENAL dentro del campo de las obras hidráulicas, ya que con esta información estaremos en condiciones de detectar la necesidad de una obra y analizar la factibilidad de la misma.

Cabe aclarar que el conocimiento de la información CETENAL no proporciona todos los elementos para proyectar la obra, sino que únicamente obtenemos elementos de juicio para analizar la conveniencia de la obra y plantear una posible solución, la cual será analizada detalladamente en sus estudios correspondientes.

El criterio descrito en esta ponencia puede hacerse extensivo a todas las obras de infraestructura que se fundamenten en el conocimiento de los recursos naturales y necesidades de nuestro país.

Nota: Se puede obtener una muestra de los tipos de mapas examinados en este documento mediante solicitud dirigida al Director de CETENAL.

Tabla 1. Geología superficial de la zona

Clasificación	*Area (km²)*
Rocas ígneas 32%	
Extrusiva ácida	2 132,325
Riolita (R)	553,675
Basalto (B)	95,675
Rocas sedimentarias 29%	
Caliza (Cz)	1 485,775
Conglomerado (cg)	497,325
Yeso (y)	152,575
Caliza-Lutita (cz-lu)	148,125
Brecha (bs)	96,675
Arenisca (ar)	52,175
Lutita-arenisca (lu-ar)	32,100
Travertino (Tr)	16,425
Arenisca-conglomerado (ar-cg)	11,250
Suelos 39%	
Aluvial (al)	3.344,450
Piamonte (pi)	28,450
Lacustre (la)	27,750
Residual (re)	18,325

Tabla 2. Número de poblaciones según el rango de habitantes

No. de poblaciones	*Intervalo del No. de hab*	*No. de hab.*	*Porcentaje del No total de hab*
422	0-300	36 936	19%
56	301-500	21 671	11%
49	501-1 000	34 771	17%
40	1 001-10 000	105 542	53%
567		198 920	100%

Tabla 3. Servicios en las poblaciones

Servicio y tipo	*No. de población*	*No. de habitantes*	*Porcentaje de la población total*
Abastecimiento de agua			
Entubada	52	61 406	31%
Sin servicio	515	137 514	69%
Educación			
6° o mayor	62	69 590	35%
Hasta 5° o menos	196	104 600	53%
Sin escuela	309	24 730	12%
Caminos			
Carr. pavimentada	48	50 433	25%
Terracerías	16	25 322	13%
Brechas y veredas	503	123 165	65%
Telecomunicación			
Teléfono, telégrafo o radio	14	39 252	20%
Sin servicio	553	159 668	80%
Drenaje			
Emisor	3	11 784	6%
Fosa	9	34 408	17%
Sin servicio	555	152 728	77%

Tabla 3 *(continuación)*

Servicio y tipo	*No. de población*	*No. de habitantes*	*Porcentaje de la población total*
Asistencial			
Hospital	6	26 436	13%
Clínica o centro de salud	7	16 840	9%
Sin servicio	554	155 644	78%
Electrificación			
Con servicio	88	114 410	58%
Sin servicio	479	84 510	42%

Tabla 4. Uso actual del suelo

Agricultura de riego	173,100 km²
Agricultura de temporal	1 216,875 km²
Pastizal natural	641,050 km²
Bosque natural	1 083,000 km²
Asociaciones especiales de vegetación	5 579,050 km²

Tabla 5. Grupos de suelos

Unidad	*Subgrupo*	*Area (km²)*
Litosol (I)		4 536,675
Feozem (H)	Haplico (Hn)	1 080,350
	Lúvico (Hl)	278,775
	Calcáreo (Hc)	134,525
Xerosol (X)	Haplico (Xh)	698,975
	Gypsico (Xg)	308,150
	Cálcico (Xk)	124,875
	Lúvico (Xl)	12,300
Vertisol (V)	Pélico (Vp)	465,825
	Crómico (Vc)	41,175
Renzina (E)		334,225
Solonchak (Z)	Ortico (Zo)	151,875
	Glévico (Zg)	26,650
	Mólico (Zm)	26,625
Castañozem (K)	Haplico (Kh)	142,775
	Lúvico (Kl)	37,025
	Cálcico (Kk)	20,425
Fluvisol (J)	Fútrico (Je)	94,450
	Calcárico (JC)	93,300
	Glévico (Jg)	7,000
Luvisol (L)	Ortico (Lo)	47,775
	Haplico (Lh)	4,125
Regosol (R)	Eutrico (Re)	16,700
	Vertico (Bv)	7,325
	Eutrico (Be)	0,600
Chernozem (C)	Cálcico (Ck)	0,575

Tabla 6. Clasificación agrológica de los suelos

Clase	*Uso recomendable*	*Area (km²)*
I	Agricultura muy intensa	138,200
II	Agricultura intensa	90,775
III	Agricultura moderada	439,725
IV	Agricultura limitada	880,225
V	Praticultura y / o silvicultura intensa	1 059,800
VI	Praticultura y / o silvicultura moderada	594,975
VII	Praticultura y / o silvicultura limitada	1 146,300
VIII	Vida silvestre	4 343,075
	Area en proceso de erosión	451,250

Tabla 7. Características de la cuenca

Nombre de la Corr. principal: Río S. Nicolás, afluente del Río Verde	
Area	707,00 (km²)
Precipitación media anual	500 mm
Geología	
Tipo de Roca	*Area (km²)*
Ignea extrusiva ácida	68,650
Caliza	345,750
Conglomerado	124,525
Caliza-lutita	69,500
Brecha	47,000
Arenisca	17,925
Lutita-Arenisca	8,700
Yeso	4,250
Suelo aluvial	20,725
Cubierta vegetal	
Cultivos	62,225
Pastizales	34,250
Bosques	117,425
Asociaciones especiales	493,100
Clasificación de suelos FAO-UNESCO	
Litosol	470,100
Feozem luvico	108,325
Feozem haplico	36,650
Rendzina	53,775
Luvisol órtico	19,825
Vertisoles	12,400
Fluvisol éutrico	3,125
Cambisol vertico	2,800

Tabla 8. Características del vaso y la boquilla

Nombre de la corriente:	Río San Nicolás
Coordenadas de la Boquilla	Latitud norte 22° 09'. Longitud Oeste 100° 23'. Altura sobre el nivel del mar 1144 m
Población más cercana	Laguna de Santo Domingo municipio de San Nicolás Tolentino, S.L.P.
Altura aproximada de la cortina a la curva de nivel 1 200: hc = 56 m	
Longitud aproximada de la cortina (corona)	Lc = 225 m
Geología de la Boquilla	Margen izquierda: roca caliza fracturada. Margen derecha: aglomerados y brechas volcánicas. Lecho de río: gravas y arenas limpias.
Capacidad hasta la curva de nivel 1 200	48.625 × 10⁶m³
Afectaciones	15 casas y una escuela, así como la inundación de 38 Ha. de agricultura de temporal.

Geología del vaso

Material	*Area (km²)*
Caliza	0,475
Ignea extrusiva ácida	2,900
Yeso	0,100
Aluvial	1,275

Clasificación FAO-UNESCO de suelos en el vaso

Clase	*Area (km²)*
Litosol	3,325
Fluvisol éutrico	1,275
Vertisol pelico	0,100
Feozem haplico	0,050

Tabla 9. Datos hidrológicos de anteproyecto

Estación climatológica base: (24–020), Paso de San Antonio Precip media a: 547 4mm Temp media a: 20 80 C Coords lat Norte: 22° 01' Long Oeste: 100° 22'

Coeficiente de escurrimiento	C = 12,7%
Volumen medio anual escurrido	VE = 44,9 × $10^6 m^3$
Eficiencia media del vaso	e = 80%

Tabla 9 ***(continuación)***

Capacidad de azolves	Z = 1,65 × $10^6 m^3$
Volumen aprovechable	VA = 31,43 × $10^6 m^3$
Capacidad útil	CU = 39,3 × 10^6,m^3
Capacidad total	CT = 41 × $10^6 m^3$
Coeficiente de riego promedio	Cr = 7 500
Capacidad de riego	CR = 5 240 ha

Tabla 10. Características de la probable zona de riego

Uso del suelo

Punto	*Uso*	*Tipo de cultivo*	*Características del factor agua*	*Producto principal*	*Producción estimada*	*Procedimiento de cultivo*	*Propiedad tierra*
13	Agrícola	Anual	Temporal (lluvia)	Maíz	1000-2000 kg/ha	Tracción A	Particular
20	Agrícola	Anual	Riego por gravedad	Maíz	1200-1500 kg/ha		
25	Agrícola	Anual	Temporal (lluvia)	Maíz	800-1500 kg/ha	Tractor	Particular
28	Agrícola	Anual	Temporal (lluvia)	Maíz	800-100 kg/ha		
37	Agrícola	Anual	Riego por gravedad	Maíz	1800-2000 kg/ha		

Edafología

									Texturas			
Pozo	*Clase*	*Geoforma*	*Modo de formación*	*Clase*	*Erosión grado*	*Area*	*Factores nocivos*	*Prof(an)*	*Porcentaje arcilla*	*Porcentaje limo*	*Porcentaje arena*	*Clasificación*
13	Vp 3a	Intermontano	Aluvial	Hídrica Lamin	Leve	100%	Sequedad	0-100	43	29	28	Migajón arcilloso
32	Je 2a	Intermontano	Aluvial	Hídrica Lamin	Leve	100%	Sequedad	0-125	15	21	64	Migajón arenoso
34	Je 2a	Llanura	Aluvial	Eólica	Leve	10%	Inundac	0-100	16	12	72	Migajón abono arcilloso

Uso potencial

	Clase									
Punto	*Actual*	*C/riego*	*Factores limitantes*	*Prof. de suelo*	*Drenaje interno*	*Pedregosidad*	*Pendiente*	*Erosión*	*Observaciones*	*Area ha*
13	IV/c	I	Clima	100 cm	Bueno	No hay	1% uniforme	No se observa	Hay heladas	380
20	II/c	I	Clima	100 cm	Bueno	No hay	1% uniforme	No se observa	Hay heladas	520
25	II/c	I	Clima	100 cm	Bueno	No hay	1% uniforme	No se observa	Hay heladas	150
26	IV/c	II/S	Clima y suelo	70	Bueno	No hay	1% uniforme	No se observa	Hay heladas	360
29	II/c	I	Clima	100	Bueno	No hay	1% uniforme	No se observa	Hay heladas	270
34	II/c	II/S	Clima y suelo	60	Bueno	No hay	1% uniforme	No se observa	Hay heladas	380
									TOTAL	2 060

La información cartográfica en la planeación del desarrollo de un país*

Documento presentado por México

SUMMARY

The National Land Survey Commission was established as part of the Office of the President in 1968, its basic task being to inventory the country's available resources. To this end, the Commission carries out geographic surveys relating to human resources, infrastructural work and installations, natural resources, both renewable and non-renewable, and topographic mapping, with a view to accumulating basic information for sectoral and regional planning and, subsequently, for over-all national planning.

The specifications regarding scales and level of research have been set in such a way that the results of the work can be used by the public bodies responsible for planning, study or construction, with the aim of accelerating the formulation of works projects and in order to facilitate the initiation of economic activities. They also enable duplication of costs to be avoided in technical research and topographic surveying.

The results of the Commission's work are available to all government departments, to private business and to the public at low cost, so that any companies or private individuals can use them to their own advantage.

The information obtained is of great educational value, since through geographic maps and field reports children and young people can be shown the features of their immediate environment and the kind of natural resources available in each region. Where science is concerned, geographic information provides a firm footing for research in many scientific fields.

The information is presented graphically in the form of maps with suitable symbolology, supplemented by field reports. The basic maps are the topographic map, the geological map, the land use map, the pedology map, the potential use map, the urban map, the climatic map and the cultural and recreational resources map; these contain most of the information needed for planning. From them are derived other thematic maps of sectoral interest.

The first five maps are prepared on the scale 1:50,000 on the basis of aerial photographs and cover approximately 1,000 square kilometres each.

The information produced is being systematically stored in a computer memory, to form a Geographic Data Bank.

From the information in the Bank, one can quickly ascertain the area available in a given zone for agricultural

RÉSUMÉ

La Commission d'étude du territoire national du Secrétariat de la présidence a été créée en 1968; elle a pour tâche fondamentale de dresser l'inventaire des ressources dont dispose le pays. Elle effectue à cette fin des études géographiques relatives aux ressources humaines, à l'infrastructure et aux installations et aux ressources naturelles renouvelables et non renouvelables ainsi que des levés topographiques, en vue de constituer une documentation de base pour la planification sectorielle et régionale, et, à plus longue échéance, pour une planification globale à l'échelon national.

Les recherches sont toujours effectuées à une échelle et à un niveau tels que les organismes du secteur public chargés de poursuivre des activités dans les domaines de la planification, de l'établissement d'études ou de la construction puissent tirer parti des résultats obtenus afin d'accélérer l'élaboration de certains travaux et de faciliter l'implantation d'activités économiques. Des dispositions sont prises pour éviter que les dépenses effectuées dans le cadre des recherches techniques et des levés topographiques ne fassent double emploi.

Les services gouvernementaux, les entreprises privées et les particuliers peuvent se procurer les résultats des travaux de la Commission à peu de frais; toute société ou tout particulier est ainsi en mesure d'en tirer parti.

L'information obtenue présente un intérêt didactique certain, dans la mesure où les cartes géographiques et les renseignements recueillis sur le terrain permettent de sensibiliser la jeunesse aux caractéristiques du milieu qui l'entoure ainsi qu'aux particularités que présentent les ressources naturelles de chaque région. La documentation géographique constitue pour les chercheurs une solide base de travail dans de nombreux domaines scientifiques.

Les renseignements recueillis sont présentés sous forme graphique au moyen de cartes pour lesquelles un système de symbole approprié a été mis au point et que complètent des descriptifs établis sur le terrain. Les cartes topographiques, géologiques, d'utilisation des sols, pédologiques, d'exploitation potentielle, urbaines, climatiques et des ressources culturelles et récréatives sont les cartes de base. La plupart des renseignements nécessaires à la planification figurent sur ces cartes, dont sont dérivées des cartes thématiques d'intérêt sectoriel.

Les cinq premières séries de cartes sont établies à l'échelle de 1/50 000 à partir de photographies aériennes; elles couvrent chacune environ 1 000 kilomètres carrés de territoire.

Les renseignements, une fois élaborés, sont conservés dans une mémoire électronique et constituent une banque de données géographiques.

Les éléments d'information ainsi enregistrés permettent d'identifier rapidement les surfaces qui peuvent être consacrées à des activités agricoles ou exploitées sous forme de

* El texto original de esta monografía, preparado por Juan B Puig de la Parra, se publicó como documento E/CONF.67/L.32/Add.1

purposes or summer grazing, wooded areas and their characteristics, mines and their productivity, and the combined values of these.

As a result of the Commission's surveys, Mexico now has the geographic maps on convenient scales which are essential for regulating basic community activities.

The availability of surveys covering the entire country will provide an incentive for positive change with a view to the more rapid attainment of the goals of economic growth and social development which the country requires.

pâturages, les régions boisées et leurs caractéristiques, les mines et leur productivité, de même que le potentiel général d'une zone donnée.

Grâce aux recherches effectuées par la Commission, on dispose au Mexique de cartes géographiques à une échelle appropriée qui sont indispensables pour organiser les activités fondamentales de la collectivité.

Il conviendra de s'efforcer, lorsque l'on disposera des résultats de ces études pour l'ensemble du territoire national, de procéder à une réforme positive permettant aux pays d'atteindre plus rapidement ses objectifs de croissance économique et de développement social.

Introducción

La cartografía obtenida a través de levantamientos y estudios integrados constituye un importante factor de desarrollo, ya que permite a los gobiernos la adecuada planeación de las actividades productivas, el mejor ordenamiento de su espacio geográfico y una más eficiente organización administrativa.

La producción cartográfica que contenga el inventario de los recursos naturales y humanos es necesariamente una labor de carácter interdisciplinario, con la intervención de diferentes grupos de profesionales en diversas ramas de la ciencia y la técnica.

Para que sea posible aprovechar al máximo la información cartográfica, es requisito que ésta cumpla con cuatro condiciones básicas: que cubra todo el territorio, que haya sido tomada con un mismo nivel de detalle, que sea integral, es decir, que comprenda todos los elementos requeridos para la planeación, y que sea reciente.

El extraordinario valor de una buena cartografía manejada adecuadamente queda demostrado por su aplicación a prácticamente todas las actividades fundamentales del hombre, independientemente del sector o clase a que pertenezca. Por su gran utilidad, esta información debe estar a la disposición de todos los ciudadanos.

Como ejemplo se citan algunas de las aplicaciones del trabajo que realiza en México la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), cuyos documentos completos fueron presentados en la IV Convención CETENAL y se encuentran publicados para su consulta.

La educación

Dentro de las enseñanzas que deben darse al estudiante, pocos temas son tan importantes como el conocimiento de su propio país; pero no de una manera general, sino proporcionándole el conocimiento de su región, de sus recursos y necesidades, para que pueda aprovechar los primeros en beneficio personal y colectivo, y cooperar, en la medida de sus posibilidades, para satisfacer las segundas.

Al analizar la información geográfica de CETENAL en cuanto a la localización física de las escuelas, se encuentra que una reordenación permitiría mejorar el suministro de la enseñanza, tanto en el medio urbano como rural, y disminuir los gastos por administración.

Más importante que la forma es el fondo mismo de la educación, claramente expuesto en las políticas señaladas por la Secretaría de Educación Pública; sin embargo, a la luz de los nuevos conocimientos que los profesionales especializados están obteniendo de las características físicas y de las condiciones socioeconómicas de cada región, es necesario introducir cambios para que la enseñanza de las ciencias naturales sea más objetiva y, sobre todo, que tenga una aplicación práctica inmediata; que las ciencias sociales permitan entender mejor los problemas humanos en el medio ambiente del alumno, y que la información sistemática dada a todos constituya un lenguaje técnico común para los habitantes del país. Uno de los problemas difíciles de resolver es la transferencia de tecnología; se encuentran campos experimentales o desarrollos "piloto" que tienen éxito, pero cuyas metodologías no se propagan y, por lo tanto no se aprovechan debidamente en la productividad general. La infraestructura tecnológica, representada en la información disponible, constituye un medio inmejorable para propiciar la aplicación de los logros alcanzados en algún lugar del país que pueden ser apropiados para otras regiones de condiciones análogas.

Los países del Tercer Mundo dependen, en gran parte, de sus materias primas. Es imperativo enseñar al futuro ciudadano la existencia, el valor y las posibilidades reales de su aprovechamiento.

La comunicación del maestro con el alumno y del alumno con otras personas, será más clara y objetiva si se cuenta con una referencia común que ayude a la transmisión de estos conocimientos.

Los recursos geológicos

México es por su geología un país con gran potencialidad minera. Sin embargo, la explotación de los yacimientos minerales no se ha incrementado en la forma debida porque la exploración es costosa y porque los mercados internacionales son inestables.

Es muy difícil que el pequeño minero, y menos aún el gambusino, puedan realizar estudios geológicos para apoyar sus exploraciones; sin embargo, al existir cartografía básica realizada por geólogos, se está propiciando la realización de investigaciones que de otra manera probablemente no se habrían podido hacer.

El inventario de las minas existentes y de su importancia, de los pozos de agua y de petróleo, de los bancos de materiales de construcción, de los manantiales fríos y termales, constituyen el conocimiento de la realidad actual. La información geológica, complementada con las fotografías aé-

reas y con el resto de la información, permite buscar nuevos recursos de la tierra con mayores probabilidades de éxito.

Se ha analizado y se ha diseñado una metodología para que, partiendo de la información disponible, geólogos y mineros de otras dependencias del gobierno o de compañías particulares, puedan realizar estudios más profundos para la localización de yacimientos minerales, que habrán de fomentar el desarrollo de esta importante rama de la actividad económica.

El agua subterránea

El uso racional de las aguas subterráneas requiere de un adecuado conocimiento de las condiciones físicas de los acuíferos en que se encuentran, así como de su reabastecimiento y flujo.

La explotación del agua subterránea requiere cada vez de un control más estricto, en virtud de que a medida que se incrementan las necesidades de la población y el número de habitantes, se hace indispensable usarla más eficientemente.

La información cartográfica, complementada con los informes de campo, permite planear con seguridad el mejor manejo de este recurso. Para evaluar los caudales de agua subterránea y su funcionamiento, esa información constituye el conocimiento básico que se requiere para apoyar estudios más detallados. Entre las ponencias que se presentan en el evento, se da un ejemplo de utilización de los documentos en forma integral, como una valiosa herramienta para el mayor aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

Las actividades agropecuarias y forestales

El bajo nivel tecnológico de los agricultores y de los ganaderos hace que sea indispensable realizar un mayor extensionismo. La información obtenida de cada región por profesionales especializados, y que ha sido vertida a las Cartas de Uso del Suelo, de Edafología y de Uso Potencial, constituye un magnífico elemento para llevar a cabo ese extensionismo en el medio rural.

En general, la agricultura de riego cuenta con mejores elementos para su desarrollo que la de temporal; no obstante, también en esa actividad se hace necesario incrementar la asesoría tecnológica.

La vocación o la potencialidad de los terrenos para uso pecuario, agrícola o silvícola es un factor que debe tomarse en cuenta en la orientación del campesino para lograr el óptimo rendimiento de la tierra.

La cría de especies menores, la piscicultura y la apicultura son actividades complementarias, frecuentemente de gran valor, que también pueden ser planeadas y ejecutadas con el apoyo de la información disponible.

El análisis del mejor uso de los datos se ejemplifica a través de un estudio concreto acerca del manejo de la información para un caso real.

Los recursos turísticos

Incrementar el turismo nacional y atraer al visitante extranjero, facilitándole su estancia en el país, es uno de los objetivos de elaborar una carta turística. El señalamiento de los monumentos arqueológicos y coloniales de interés para el turista, así como los sitios de belleza natural dignos de ser visitados, son los elementos principales de la información que se encuentra conjuntada con la infraestructura, los servicios de hotelería, restaurantes, gasolina y otros.

Los planes para desarrollar algunas zonas, desde el punto de vista turístico, tienen en la información disponible los elementos necesarios para que su realización pueda hacerse con mayor seguridad.

Se cuenta con ejemplos concretos como el de la Bahía de Matanchén que han resultados sumamente interesantes y que se pondrán a la consideración de los participantes.

Las vías de comunicación terrestre

La planeación de los caminos debe ser necesariamente parte de los planes integrales de desarrollo regional. Para conseguir esa integración, la información completa que a ese nivel se proporciona permite cumplir con este objetivo.

Una vez tomada la decisión de construir una obra vial, debe continuarse con el proyecto de la misma. Para esto, tanto en lo que se refiere a su localización como especificaciones, la cartografía disponible constituye un elemento de apreciable valor.

Durante la etapa de construcción, los documentos gráficos y los informes de campo siguen siendo de gran utilidad para los profesionales que realizan los trabajos.

De una manera similar, los proyectos de aeropistas, de tendido de líneas de energía eléctrica, telefónica o telegráfica, encuentran en los estudios del territorio nacional una plataforma de apoyo para que su localización pueda realizarse en forma expedita y económica.

Este tema de gran interés para el desarrollo regional se trata con toda amplitud para buscar el intercambio con los especialistas.

Almacenamientos superficiales

La localización y la magnitud de las presas y de los bordos ya construidos, así como el conocimiento de las superficies de las cuencas hidrográficas de captación para cualquier corriente fluvial, son datos que complementados con la información de climas, geología, vegetación y de la actividad humana permiten planear el adecuado desarrollo de esas cuencas para un empleo más apropiado del agua. El manejo de las cuencas desde el punto de vista de los fenómenos de la erosión también puede ser debidamente analizado con la utilización de la cartografía disponible.

El proyecto de las presas y de los bordos, para ubicarlos correctamente y para diseñar sus dimensiones, de acuerdo con las condiciones físicas del lugar y con las necesidades por satisfacer, se presenta en un ejemplo metodológico que muestra la forma de utilizar al máximo el trabajo previamente realizado por los grupos de profesionales de CETENAL que estudian el terreno.

La logística militar y desastres

Las campañas militares tienen en las fotografías aéreas y en la cartografía un auxiliar de enorme valor táctico y estratégico.

Entre las importantes misiones que lleva a cabo el Ejército Mexicano destaca, por su valor humanitario, el auxilio a la población en casos de desastre.

Las fotografías aéreas, que son tomadas después de un siniestro, el estudio que de ellas se hace, así como la cartografía, son elementos indispensables, tanto para el salvamento de vidas humanas, proporcionando auxilio inmediato con agua y alimentos, como para localizar sitios de resguardo y, posteriormente, con el concurso de otras dependencias del gobierno y de los particulares, para la reconstrucción de las zonas dañadas.

Se cuenta con varios ejemplos de uso real en casos como: la inundación de Irapuato y las causadas por los Ríos Lerma y Santiago; los sismos que afectaron Veracruz y Puebla; la inundación de San Cristóbal; las provocadas por los Ríos Pánuco y Papaloapan y recientemente las catástrofes ocasionadas por los sismos que destruyeron en forma parcial la población de Chiapa de Corzo.

En los casos de desastre, la toma de decisiones y la coordinación acertada son de vital importancia; la información disponible permite el empleo de iguales datos para conseguir una efectiva colaboración entre todos los que participan: damnificados y elementos de auxilio.

El desarrollo urbano

Se habla mucho de la necesidad de ordenar el crecimiento de las ciudades, ya que el incremento de la población y su concentración en las zonas urbanas hace cada vez más crítico el problema del urbanismo. La atención prioritaria a este problema es imprescindible.

Las ciudades no son islas. Tienen entre ellas una interdependencia y son afectadas directamente por su área de influencia. Es indispensable que los planteamientos, que previenen el crecimiento de los núcleos de población, tomen en cuenta los factores físicos, económicos y sociales, tanto de la ciudad misma como del medio que lo rodea. En el estudio de los problemas específicos relacionados con el equipamiento urbano, las zonas industriales y comerciales, la vialidad y el transporte, los servicios municipales y la formulación de los programas que en su conjunto integran los planos directores, la cartografía urbana y los estudios del medio geográfico son básicos.

Se presenta un ejemplo de cómo utilizar esta información de manera sistemática, para llegar a programas concretos de acción que garanticen, con un adecuado grado de confiabilidad, que el desarrollo de nuestras ciudades se realice de tal forma que se tienda a evitar los problemas en vez de provocarlos, como hasta la fecha sucede.

Estudio de la población

La dinámica de nuestro crecimiento demográfico y la variación de las condiciones económico-sociales de los distintos estratos de la población, son factores que se consideran como requerimientos indispensables para la planeación regional o nacional.

Los censos generales de población y los censos industriales, que en períodos de 10 años lleva a cabo la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio, habrán de tener, gracias a una estrecha coordinación de esfuerzos, una localización geográfica que permita conocer el lugar donde se generan los fenómenos sociales, tales como las tasas de crecimiento, el ingreso per cápita, la desocupación, la pirámide de edades, la distribución por sexos y otros. De esta manera, además de conocerse los datos ubicados en el tiempo, se tendrá una referencia especial que permitirá un manejo más adecuado de lo recabado. A medida que estas informaciones fundamentales para el desarrollo del país sean mejor registradas para manejarse matemáticamente junto con los factores físicos, las decisiones para efectuar el gasto público y orientar la inversión privada permitirán un decisivo incremento en el producto nacional bruto.

La forma en que se propone emplear la información cartográfica disponible, para la adecuada elaboración de los censos, se mostrará en un trabajo preparado para este fin.

La planificación regional

La planeación del desarrollo socioeconómico se fundamenta sobre un análisis integral de las características físicas del medio, de las condiciones socioeconómicas de la población y del desarrollo histórico de una región, para estar en la posibilidad de prever los acontecimientos que pudieran presentarse en un futuro inmediato y mediato, con el objeto de que se puedan llevar a cabo acciones oportunas que, por un lado, eviten problemas y, por otro, propicien un progreso armónico y justo.

Los programas que son el resultado de la planeación deben tener objetivos bien determinados. Una adecuada comunicación entre los que son afectados por los planes de desarrollo y los planificadores podrá orientar los trabajos a realizar para alcanzar las metas de beneficio común. Si todos los hombres saben lo que deben hacer, es factible sumar sus esfuerzos; para lograrlo, la cartografía es de gran utilidad.

La subregión de Ocotlán, en Jalisco, fue escogida para ejecutar un plan de desarrollo en colaboración con el gobierno del Estado, y para ello se tomó como información básica la generada por los estudios interdisciplinarios que, sistemáticamente, realiza en todo el país la Secretaría de la Presidencia, a través de CETENAL. Su resultado es por demás interesante.

Una regionalización para un objetivo determinado puede hacerse con seguridad si se cuenta con la información cartográfica. La valorización de los recursos, en cuanto a la posibilidad de que sean económicamente explotables, también puede hacerse con esa información básica. Finalmente, las prioridades en la inversión pública, para obtener el máximo valor de la relación beneficio-costo, pueden afinarse gracias a los programas previamente establecidos.

La división política y el catastro

Los límites internacionales de nuestro país, en términos generales, están bien determinados. No puede decirse lo mismo, desafortunadamente, de las fronteras entre los estados y los municipios.

La información estadística se levanta de acuerdo con los límites políticos, municipales y estatales; pero si éstos no son correctos, difícilmente podrá tenerse la certeza de los datos consignados en estas estadísticas. Este problema es eminentemente político y requiere de una alta prioridad por

parte de la administración pública, en virtud de que, además de entorpecer frecuentemente la adecuada toma de decisiones, provoca conflictos económicos y humanos que en ocasiones llegan a convertirse en hechos de sangre. Este asunto era difícil de plantear y, más aún, de resolver cuando no se contaba con una cartografía adecuada. Sin embargo, a medida que los levantamientos cartográficos avanzan a lo largo y a lo ancho del extenso territorio mexicano, es posible contar con las bases técnicas necesarias para darle una adecuada solución.

El levantamiento de un adecuado catastro, tanto en el medio rural como en el urbano, permitirá que cada quien conozca la superficie y los límites de los terrenos de que dispone, y que los gobiernos estatales y municipales puedan cobrar justamente los impuestos que correspondan a los usuarios de la tierra. Esta es otra tarea de urgencia nacional, cuyo conocimiento habrá de traducirse en más tierras productivas y en más recursos del Estado para promover el desarrollo. Se ha trabajado en varios municipios del Estado de Zacatecas para encontrar las metodologías apropiadas en estas importantes labores.

Banco de Datos Geográficos

El Banco de Datos Geográficos es una valiosa herramienta para la toma de decisiones. Existen Bancos de Datos en varios países del mundo y también en algunas dependencias mexicanas. La diferencia con el Banco que se está estableciendo en CETENAL es que la información almacenada tiene una relación con el lugar geográfico en donde se generó. En los documentos gráficos que está produciendo la Comisión de Estudios del Territorio Nacional se encuentra ya toda la información que corresponde a los recursos de que se puede disponer en cada una de las regiones. Son estos documentos en sí, la más extensa y completa enciclopedia con que pueda contarse sobre el país.

El manejo de la información gráfica tiene ventajas y desventajas. Como ventaja principal se tiene el contar en las cartas con un número extraordinariamente elevado de conocimientos que prácticamente no pueden ser representados en ninguna otra forma. Sin embargo, la carencia de una cultura cartográfica, que no solamente existe en México sino en la mayoría de los países, hace que los técnicos y el público en general no puedan aprovechar con facilidad esta información.

El aprovechamiento de los datos en forma numérica por medio de una computadora permite que puedan ser manejados con gran facilidad para inquirir sobre ciertos tipos de información que interesen en un momento dado para resolver un problema o bien, la integración o desagregación de información, como dicen los economistas, respecto a temas específicos.

La cartografía automatizada es uno de los productos del Banco de Datos Geográficos que tiene un gran valor para la elaboración de cartas a diferentes escalas con rapidez y economía.

El tema se trata con ejemplos muy interesantes sobre qué hacer en una zona determinada, o bien, dónde conviene llevar a cabo una actividad específica, localizar un camino o un acueducto y la formulación de preguntas complejas para la toma de decisiones.

Conclusiones

El objeto de presentar este trabajo en la Primera Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para las Américas es el poder mostrar algunas de las aplicaciones que la cartografía elaborada en México ha tenido para acelerar el desarrollo.

La resolución de una serie de problemas específicos, la posibilidad de elaborar en forma rápida y segura anteproyectos para las obras de infraestructura y una mejor planificación regional, han hecho que los gastos realizados en la cartografía hayan constituido una sana inversión para la nación.

Es conveniente insistir en la necesidad, que será cada vez más imperiosa, de que todos los países de América cuenten con un mismo marco de referencia para la elaboración de su cartografía y de sus estudios para el inventario de recursos, por las grandes ventajas que proporcionaría el contar con un elemento común de planeación y con la posibilidad de transferir tecnologías de unos países a otros en forma prácticamente inmediata.

La colaboración internacional americana para alcanzar este objetivo es indispensable. Las Naciones Unidas podrán tener una acción definitiva para conseguirlo. México, a través de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional de la Secretaría de la Presidencia, ofrece su más amplia colaboración para alcanzar estos ideales.

La información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en caminos y líneas de transmisión eléctrica*

Documento presentado por México

SUMMARY

Question 1

This study shows the usefulness of information produced by the National Land Survey Commission (CETENAL) in

* El texto original de esta monografía, preparado por Jorge Francisco Vaca Hinojosa, Director de Operación y Servicios, se publicó como documentos E/CONF.67/L.31/Add.1 y 2.

RÉSUMÉ

Question 1

Le travail présenté démontre l'utilité des renseignements fournis par la Commission d'étude du territoire national (CETENAL) pour le choix des tracés, les études techniques, la construction et l'entretien du réseau routier.

route selection and the planning, construction and maintenance of roads.

Using the photogrammetric-electronic method, this study has determined the data lines necessary to carry out each of the activities entrusted to the Ministry of Public Works with regard to the Highways Project, and each of these constitutes a line in figures 95 and 96.

The individual basic data concepts contained in the CETENAL charts and the additional information provided in other forms make up the columns in figures 95 and 96. The figures show which of the various charts provide direct or inferred information for the different activities of the Highways Project.

An example is also given of route selection between the town of Jiménez del Teul and the Fresnillo-Valparaíso road, which was done in the laboratory using only information produced by CETENAL.

QUESTION 2

This study shows the usefulness of CETENAL data in siting, planning, erecting and maintaining electric transmission lines.

The data necessary to carry out the essential activities for each of the above-mentioned phases have been determined and a table (figure 97) drawn up showing whether the data base can be obtained from CETENAL documents, whether it has been obtained directly or by inference and whether it is complete or indicative. The table shows which charts or materials can provide the required data.

An example is also provided of siting a 115 kv line between San Luis Potosí and Santa María del Río, which was done in the laboratory using only data produced by CETENAL.

Pour chacune des activités dont s'occupe le Secrétariat des travaux publics dans le domaine du réseau routier, on a déterminé, par des procédés photogrammétriques-électroniques, les catégories de données nécessaires pour exécuter lesdites activités, chaque catégorie constituant une rubrique distincte dans les tableaux des figures 95 et 96.

Les colonnes verticales de ces tableaux indiquent les types de données de base contenues dans les cartes de la CETENAL et les renseignements complémentaires présentés sous d'autres formes. Les tableaux indiquent également la carte à consulter pour trouver des informations directes ou dérivées aux fins des différentes activités du Programme de construction routière.

On présente en outre un exemple de sélection de tracé entre l'agglomération de Jiménez del Teul et la route de terre Fresnillo-Valparaíso, opération réalisée entièrement en laboratoire à partir de renseignements fournis par la CETENAL.

QUESTION 2

Le travail présenté démontre l'utilité des renseignements fournis par la CETENAL pour l'implantation, les études techniques, la construction et l'entretien des lignes de transport d'électricité.

On a déterminé le type de données nécessaires aux principales étapes de chaque activité susmentionnée et indiqué dans un tableau (figure 97) si l'on peut trouver ces données dans la documentation de la CETENAL, s'il s'agit de données directes ou dérivées et si elles sont complètes ou auxiliaires. Le tableau indique en outre les cartes et les documents où l'on peut trouver les informations en question.

On présente également un exemple de sélection de tracé pour une ligne de 115 kV entre San Luis Potosí et Santa María del Río, opération réalisée entièrement en laboratoire à partir de renseignements fournis par la CETENAL.

INTRODUCCIÓN

La Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), en un afán de contribuir al desarrollo económico y social del país, está elaborando una serie de trabajos que presentan diferentes formas de aprovechar la información que produce para la planeación, proyecto y ejecución de las inversiones públicas.

Estos trabajos se presentan para que sean discutidos, modificados o aprobados como metodologías que podrán adoptarse en los diferentes sectores de la inversión pública.

Una parte importante de las inversiones públicas son las obras de infraestructura, que abarcan los siguientes aspectos:

Comunicaciones;

Trabajos de regulación de cursos de agua, irrigación y drenaje;

Producción y conducción de energía;

Ocupación y utilización del suelo;

Implantación industrial;

Impantación residencial.

Cada uno de estos aspectos puede subdividirse en varios renglones y dar un gran número de obras. Sin embargo, todas estas obras pueden considerarse en cualquiera de los dos tipos siguientes:

a) Obras que tienen un origen y un destino, y requieren de la selección de la mejor ruta entre estos dos puntos: caminos, ferrocarriles, canales, ductos, líneas de transmisión, etc.;

b) Obras que requieren la mejor selección del sitio en que deben construirse: presas, aeropuertos, instalaciones para generación de energía, industrias, etc.

El trabajo que se presenta es un ejemplo de la aplicación de obras que tienen un origen y un destino, y se desarrolla en dos partes: la primera trata de la aplicación de la información CETENAL en la selección de ruta, proyecto, construcción y conservación de caminos; la segunda expone la aplicación de la información CETENAL en la localización, proyecto, construcción, operación y conservación de líneas de transmisión eléctrica.

En ambos casos se presupone que la planeación regional ha determinado la conveniencia de la construcción de las obras.

La primera parte trata de la construcción de un camino, para lo cual se propone una metodología que se presenta en las figuras 95 y 96.

La segunda parte consiste en un análisis de la información CETENAL con base en los datos que suministra el Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico (POISE) y se divide en dos etapas: la primera, de proyecto, construcción, operación y conservación de líneas de transmisión eléctrica y, la segunda desarrolla un ejemplo de aplicación.

I. Metodología

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras

La Secretaría de Obras Públicas editó en el año de 1971 el *Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras*, en el cual se muestra la relación tan estrecha que tiene la información que produce CETENAL con algunas de las actividades que se realizan en el Proyecto de Carreteras.

A continuación se transcriben algunos párrafos de este Manual:

Página 33, párrafos 6 y 7:

"La topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y el uso de la tierra, tienen un efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras".

"El proyectista debe contar con cartas geográficas y geológicas, sobre las cuales se puedan ubicar esquemáticamente las diferentes rutas".

Página 36, párrafo 2:

"Al estudiar las cartas, el ingeniero puede formarse una idea de las características más importantes de la región, sobre todo en lo que respecta a su topografía, a su hidrología, y a la ubicación de las poblaciones. Auxiliado con las cartas geológicas existentes y con mapas que indiquen la potencialidad económica de la región, se dibujan sobre ella las rutas que pueden satisfacer el objetivo de comunicación deseado".

Página 36, párrafo 8:

"A) El primer reconocimiento aéreo se efectúa en avioneta y tiene por objeto determinar las rutas que se consideren viables y fijar el área que debe fotografiarse a escala 1:50.000 para que en ella queden incluidas con amplitud. Lo realizan técnicos especialistas en planeación, localización y geotecnia. Antes de iniciar el vuelo, los especialistas deben estudiar y memorizar las cartas geográficas y geológicas disponibles, a fin de que durante el vuelo observen las distintas rutas, estudiándolas dentro de su especialidad".

Página 38, párrafo 7:

"Al finalizar el segundo reconocimiento, se delimita la zona que deberá cubrirse con fotografías a escala 1:25.000".

Página 45, párrafo 4:

"En el mosaico índice de las fotografías a escala 1:50.000 se marcan las diferentes rutas estudiadas previamente, a fin de facilitar la selección de las aerofotos que cubren el área donde van a desarrollarse las distintas alternativas".

Página 47, párrafo 5:

"B) El estudio de las aerofotos desde el punto de vista geológico proporciona información sobre la morfología del terreno, la existencia de fallas y de zonas susceptibles de deslizamiento, la clasificación general de rocas y suelos, las cuencas de drenaje y los materiales de construcción que se tengan en el área en estudio".

Página 48, párrafo 3:

"C) El estudio socioeconómico de las fotografías fundamentalmente se encamina a la localización y estimación de la población, al uso actual y potencial de la tierra, a los recursos forestales y minerales en explotación y en potencia, y a todo aquello que represente facilidades de producción o recursos para el desarrollo económico y social de la zona".

Información necesaria para el Proyecto de Carreteras

La metodología empleada por la Secretaría de Obras Públicas para el Proyecto de Carreteras por el método fotogramétrico-electrónico está indicada de una manera general en la secuencia de actividades de la figura 94.

En el trabajo que se presenta, cada una de las actividades indicadas en la figura 94 se ha dividido en las operaciones más importantes que la constituyen y en cada una de ellas se ha determinado la información necesaria para realizarla. Por ejemplo, la actividad "Fotointerpretación socioeconómica de la selección de ruta" se ha dividido en las operaciones siguientes:

Población;
Capacidad agrológica;
Recursos;
Potencial turístico;
Otros productos;
Sitios de actividad económica;
Afectaciones.

Algunas operaciones complejas se han subdividido en renglones y cada uno de éstos indica la información necesaria para realizar la operación. Por ejemplo, la operación "Población" se ha subdividido en los renglones:

Localización;
Población urbana;
Población rural;
Población flotante;
Características de la población.

Cada uno de los renglones de información necesaria que se han determinado para cada una de las actividades de cada etapa constituye un renglón en las figuras 95 y 96.

Información que proporciona CETENAL

Las cartas y materiales que proporciona CETENAL son los siguientes:

Carta de Climas a escala 1:500.000;
Datos de lluvia y temperaturas medias mensuales de estaciones meteorológicas;
Gráficas de variabilidad de la lluvia;
Carta Topográfica a escala 1:50.000;

Carta Geológica a escala 1:50.000;
Carta de Uso del Suelo a escala 1:50.000;
Carta Edafológica a escala 1:50.000;
Carta de Uso Potencial a escala 1:50.000;
Información adicional de campo de las Cartas Geológica, de Uso del Suelo, Edafológica y de Uso Potencial;
Mapas urbanos a escala 1:5.000;
Amplificaciones de poblaciones a escala 1:5.000 (aproximada);
Fichas de población;
Fotografías en blanco y negro a escala 1:50.000;
Fotografías a color a escala 1:25.000;
Mosaicos índice;
Datos de vértices geodésicos;
Datos de bancos de nivel;
Datos de vértices de posición.

Información básica contenida en las cartas CETENAL

En cada una de las cartas se ha señalado la información básica que contiene, así por ejemplo, la Carta Topográfica proporciona la siguiente información básica:

Localización de poblaciones;
Localización de carreteras;
Localización de terracerías;
Localización de brechas;
Localización de veredas;
Localización de ferrocarriles;
Localización de aeropuertos;
Localización de líneas de conducción;
Localización de líneas de transmisión;
Localización de canales;
Localización de presas;
Localización de bordos;
Localización de puentes;
Localización de otros rasgos culturales;
Coordenadas geográficas y UTM;
Base planimétrica que permite medir distancias;
Localización de puntos geodésicos, bancos de nivel y vértices de posición;
Altimetría;
Hidrografía;
Localización de cuerpos de agua.

Cada uno de los renglones de información básica que contienen las cartas CETENAL y la información adicional presentada en otras formas, constituyen cada una de las columnas de las figuras 95 y 96.

Descripción de las figuras 95 y 96

Las figuras 95 y 96 muestran cuál de las diferentes cartas proporciona información directa o inferida para las diversas actividades del Proyecto de Carreteras.

Cuando una o varias de las cartas proporcionan información directa para una actividad determinada se usa el símbolo ●

Por ejemplo, el renglón de "Obras existentes en la determinación del área de influencia" queda cubierto en forma directa con las siguientes columnas correspondientes a la Carta Topográfica: carreteras, terracerías, brechas, veredas, ferrocarriles, aeropuertos, líneas de conducción, líneas de transmisión, canales, presas, bordos, puentes, otros rasgos culturales, coordenadas, base planimétrica y altimetría.

Cuando de la información básica CETENAL puede inferirse la información necesaria para una determinada actividad se usa el símbolo ■

Por ejemplo, la información necesaria para satisfacer el renglón de "Datos sobre tránsito generado en la determinación del área de influencia", puede ser inferida de las siguientes columnas: de la Carta Geológica: minas, catas, norias, pozos y aeromotores; de la Carta de Uso del Suelo: agricultura de temporal, pastizales, bosques, selvas, asociaciones especiales de vegetación, zonas desprovistas de vegetación, zonas industriales, número de habitantes y la información adicional de campo; de la Carta de Uso Potencial: capacidad agrológica e información adicional de campo.

Cuando no esté impresa todavía alguna de las cartas pero existan las fotografías a escala 1:50.000 ó 1:25.000 de la zona, la información necesaria puede obtenerse haciendo una fotointerpretación de las mismas, lo que se indica en los cuadros con el símbolo ❖

Cuando la información necesaria no se satisface completamente con la información CETENAL, esto se indica marcando el símbolo ★ en la columna "Es necesario complementar la información CETENAL con otras fuentes".

Por ejemplo, la información necesaria para el renglón "Otras obras planeadas, en la determinación del área de influencia" queda satisfecha parcialmente con las siguientes columnas de la Carta de Uso Potencial; proposiciones de obras de infraestructura y proposiciones de servicios a las poblaciones.

Como se observa en las figuras 95 y 96, los materiales que produce CETENAL tienen una utilidad mayor en las etapas iniciales del Proyecto de Carreteras, sin embargo, las cartas contienen bastante información útil para etapas posteriores, como las etapas de construcción y conservación.

Ejemplo: camino Fresnillo-Jiménez del Teul

Para ilustrar la metodología propuesta, se ha escogido como ejemplo la selección de ruta entre la terracería Fresnillo-Valparaíso y la población de Jiménez del Teul.

Este camino a analizar está considerado entre los caminos de "Función Social" y de "Penetración Económica", de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Obras Públicas.

El estudio de la selección de ruta del camino propuesto se ha dividido en tres partes:

1. Análisis general de la zona;
2. Características de la ruta seleccionada y zona de influencia;
3. Evaluación del camino.

Análisis general de la zona

Localización

La zona en estudio se localiza al noroeste de la ciudad de Zacatecas. Está limitada por los meridianos 103° 00' y

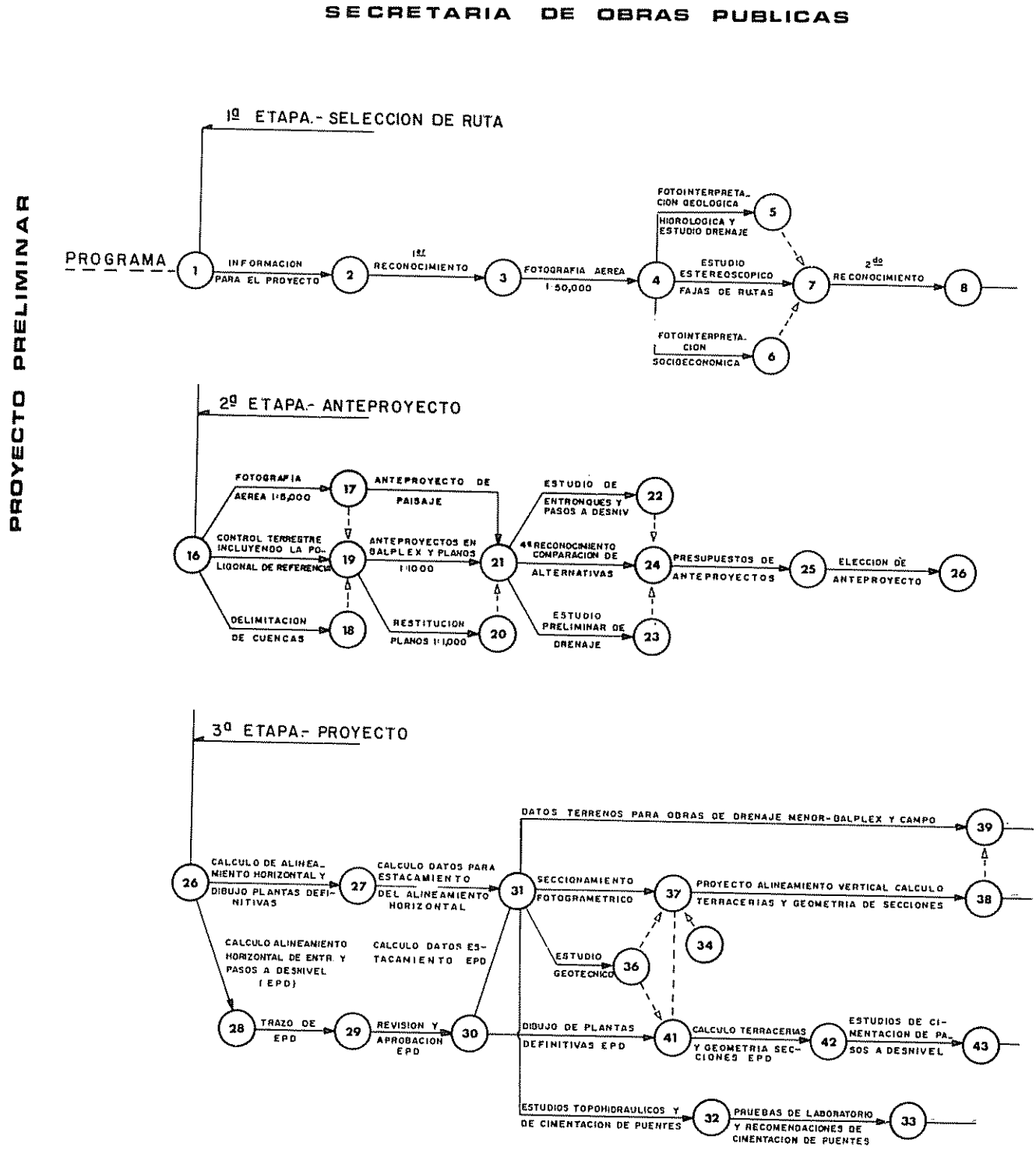
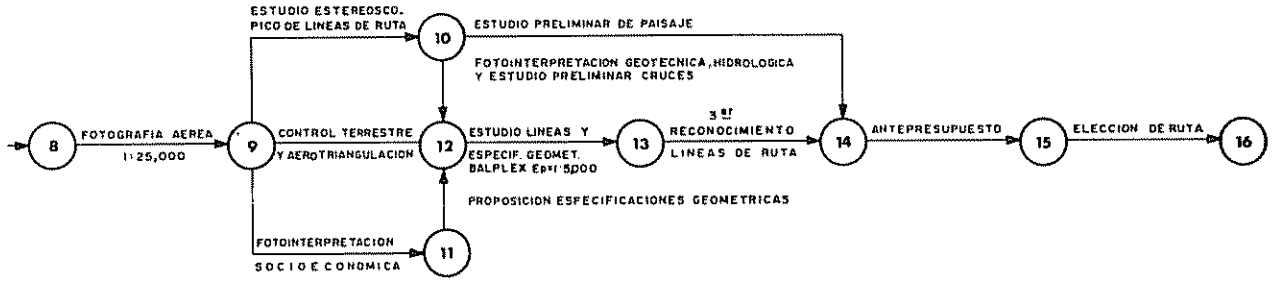
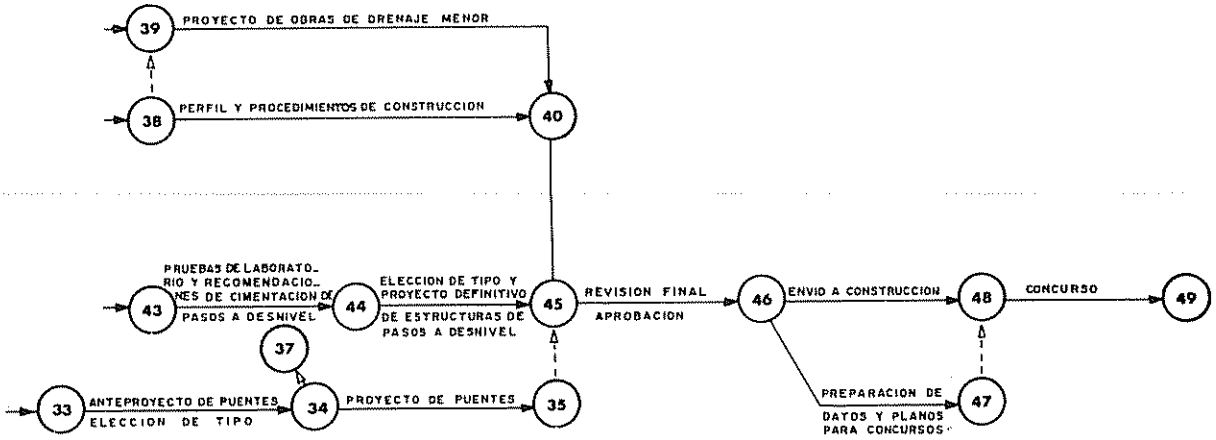


Figura 94. México: red del proyecto de carreteras: método fotogramétrico-electrónico





RED DEL PROYECTO DE CARRETERAS. METODO FOTOGRAMETRICO-ELECTRONICO

Figura Nº 1

Figura 94 (continuación)

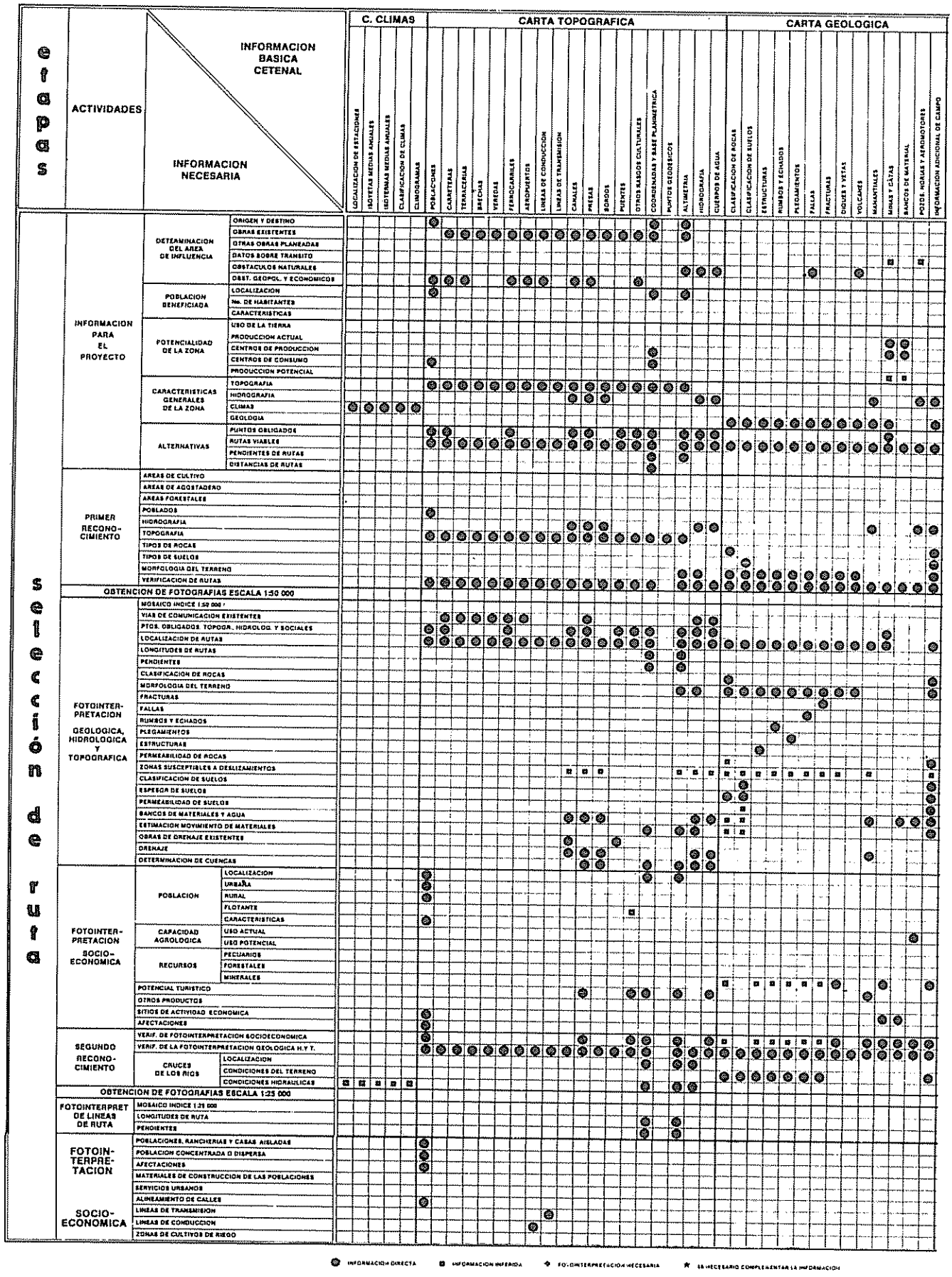


Figura 95. México: cuadro de la información necesaria para la construcción de un camino

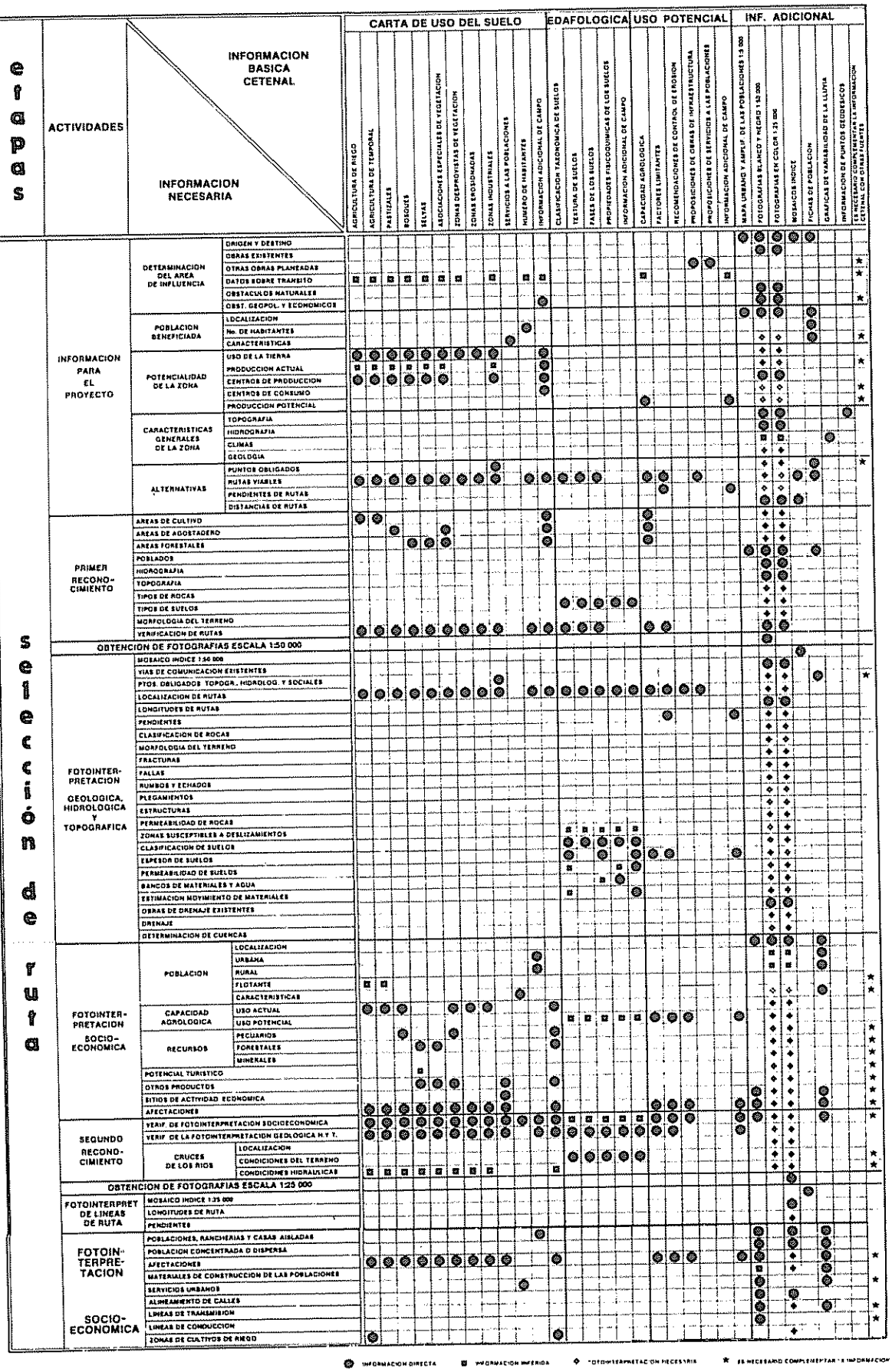


Figura 95 (continuación)

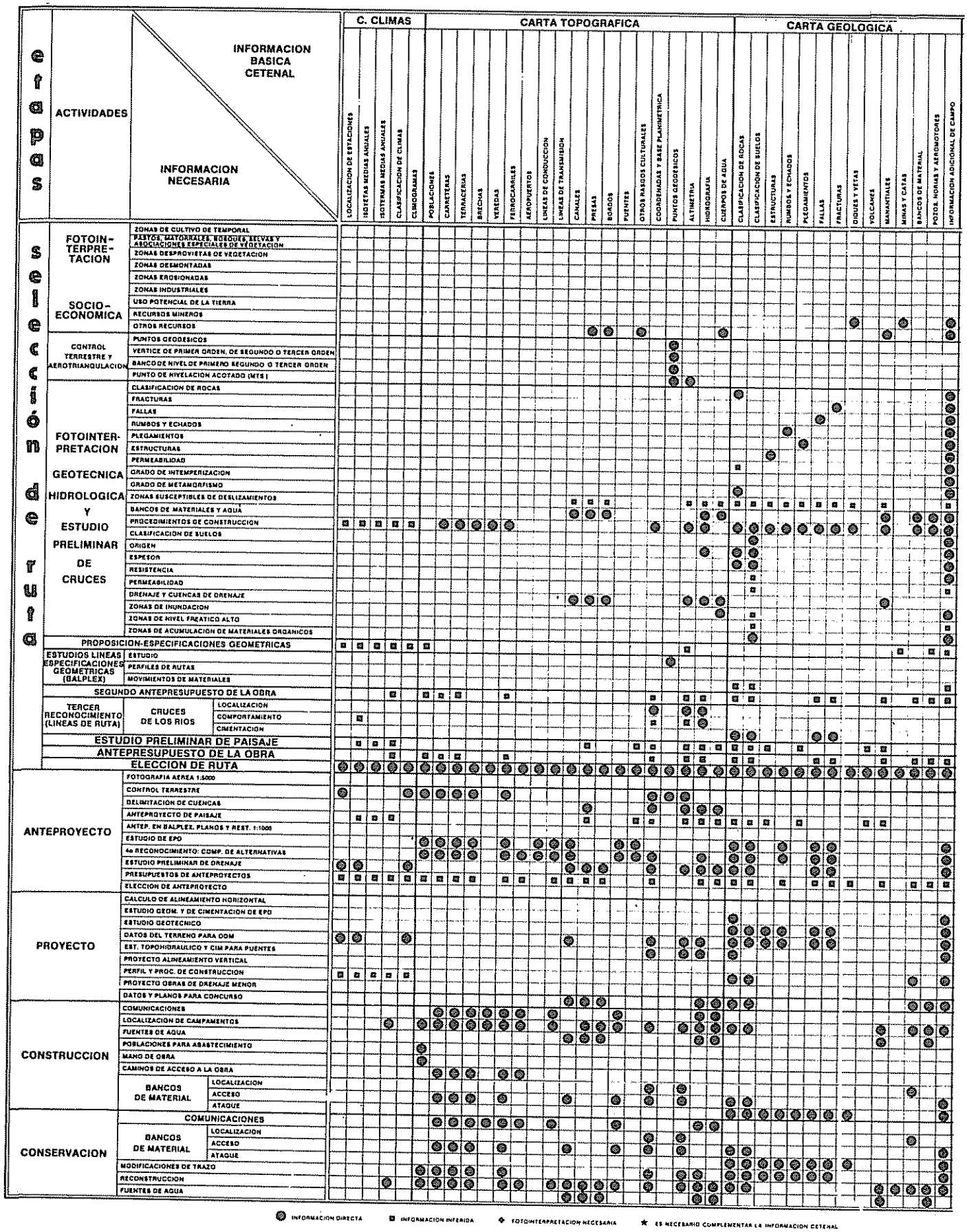


Figura 96. México: continuación del cuadro de la información necesaria para la construcción de un camino

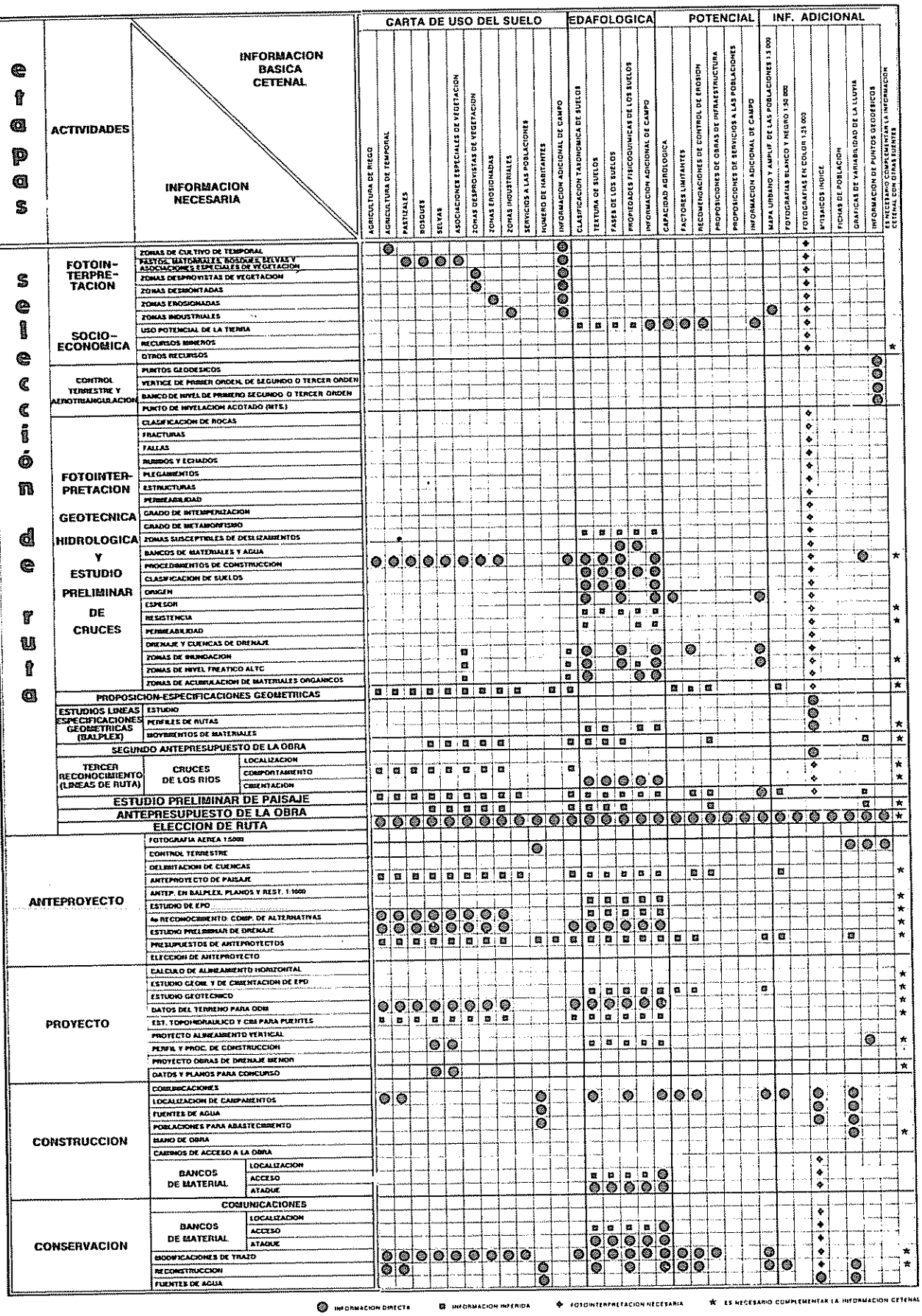


Figura 96 (continuación)

104° 00' long. Oeste y los paralelos 22° 45' y 23° 15' lat. Norte.

Al norte de la zona de estudio se encuentra la carretera Fresnillo-Durango, al oeste la Jiménez del Teul-Sombrerete y al suroeste la terracería Valparaíso-Fresnillo.

Clima

En la zona hay dos climas predominantes. En la porción oeste domina un clima templado subhúmedo con una precipitación media anual de 700 mm, parcialmente distribuida en los meses de junio a octubre y una temperatura media anual de 17° C. La porción este se encuentra regida por un clima templado semiárido con una precipitación media anual de 500 mm, parcialmente distribuida en los meses de junio a octubre y a una temperatura media anual de 16° C.

Aspectos sociales y económicos

Para facilitar el estudio de la zona se fijó la posible área de influencia, atendiendo a las poblaciones con mayor número de habitantes y las áreas productivas que el camino debería comunicar, así como los obstáculos físicos naturales.

Dentro de esta zona quedan comprendidas 83 poblaciones con un total de 14,481 habitantes, distribuidos en una franja de 1,200 km^2: 19 de las poblaciones tienen más de 300 habitantes.

Los servicios a las poblaciones, se obtuvieron de la Carta de Uso del Suelo y se presentan en la tabla 1.

En el aspecto económico la población se sustenta en la agricultura de temporal y en menor escala en la ganadería.

Topografía e hidrografía

Dentro de la zona se localizan dos áreas planas: una que corresponde a una pequeña cuenca endorreica y la otra que es parte de un valle intermontano abierto en la parte este; en estas áreas se encuentra asentada casi el 95% de la población. En las áreas restantes predominan los lomeríos con pendientes del 8 al 20% y los terrenos montuosos con pendientes fuertes mayores del 20%.

En términos generales no hay presencia de áreas inundables, exceptuando la porción baja de la cuenca endorreica.

Dadas las características generales de la zona, en las partes bajas las posibilidades de agua subterránea son grandes.

En materia de almacenamientos de agua superficial quedan incluidas cinco presas, de las cuales la más importante es la presa Gobernador Leobardo Reynoso, que riega un área aproximada de 1,100 ha dedicadas a la agricultura intensiva, lo que la hace la zona de mayor potencial económico.

Geología de la zona

En la zona predominan las rocas ígneas extrusivas ácidas y básicas con un fracturamiento que va de moderado a escaso. De las sedimentarias se localizan grandes áreas de areniscas y conglomerados. Los suelos de la zona son de origen aluvial y lacustre.

Características de la ruta seleccionada y zona de influencia

Localización de ruta

Dadas las funciones del camino, se tomaron como puntos obligados aquellas poblaciones mayores de 500 habitantes, las áreas productivas y las de posible explotación. Además se localizaron los lugares que determinan la ruta más económica (puertos orográficos, fallas, fracturas, áreas susceptibles a deslizamientos, cruces de ríos y arroyos, etc.).

Las características topográficas, geológicas y profundidad de las fases del terreno en el cual se aloja el camino, se midieron directamente en las cartas respectivas y se presentan en la tabla 2.

Zona de influencia

Esta zona se determinó tomando en cuenta la influencia de poblaciones importantes, caminos construidos, caminos propuestos y obstáculos naturales. En aquellas partes en que la zona de influencia se extendía demasiado por no existir algún límite físico, se optó por tomar como tal los puntos localizados a una distancia del camino igual a la recorrida por una persona en una jornada.

El uso del suelo en esta zona se presenta en las tablas 3 y 4 y la clasificación FAO de los suelos se indica en la tabla 5.

Características del camino

Las características del camino en los aspectos de afectaciones, longitud de brecha aprovechable y número de cruces de ríos se muestran en la tabla 5.

Evaluación del camino

Elección del tipo de camino

De acuerdo con las características indicadas en los párrafos anteriores se determinó que el tipo de camino conveniente debía ser de bajas especificaciones, por lo que se tomó como camino tipo el clasificado por la S.O.P. como RA, cuyas características geométricas se presentan en la tabla 6.

Producción actual y potencial

Para formular índices comparativos que nos permitan fijar prioridades entre los diferentes proyectos a construir, se determinó el valor de la producción actual y la producción agregada. Para esto se midieron las áreas según su utilización en la Carta de Uso del Suelo, y las de posible explotación en un período de tiempo de cinco años en la Carta de Uso Potencial. En ambos casos se utilizó el rendimiento medio del producto principal de la zona, según la clase de terreno que los puntos de verificación de uso del suelo marcan.

El producto seleccionado para la estimación del valor de las cosechas fue el maíz, y en el caso de pastizales se tomó un índice de agostadero promedio referido a una cabeza de ganado bovino; los precios unitarios en todos los casos son actuales y obtenidos de diferentes fuentes. En las tablas 7 y

8 se presentan en forma resumida las operaciones para llegar a los valores mencionados.

Costo de la obra

En la determinación del costo de la obra se emplearon los costos unitarios promedio correspondientes a un clima árido, formulados por la Secretaría de Obras Públicas.

De la tabla 3 se tomaron las longitudes del camino de acuerdo con la topografía del terreno, las que multiplicadas por los costos mencionados en el párrafo anterior dieron los valores presentados en la tabla 9.

Indice de productividad y costo por habitante

La evaluación de los caminos de función social y penetración económica se lleva a cabo mediante la determinación del costo por habitante servido, obtenido al dividir el costo del camino entre el número de habitantes de la zona de influencia del mismo, y el índice de productividad, que está dado por la siguiente expresión:

$$IP = \frac{\epsilon \; X_i^a \; P_i}{C} \qquad i = 1 \text{ a } n$$

donde:

IP = índice de productividad.

X_i^a = volumen de la producción del bien i, en el año a, en la zona servida por la obra vial.

P_i = precio del bien i.

C = costo de construcción de la obra vial.

Para el camino estudiado se obtuvieron los siguientes valores:

Costo por habitante: $1 038,75

Indice de productividad: 0,51

Tabla 1. Servicios en las poblaciones

Servicio y tipo	*No. de pob.*	*Porcentaje de la pob. total*
Abastec. de agua		
Entubada	1	3
Pozos	43	65
Norias y bordos	19	32
Educación		
Hasta 6° grado	14	51
Escs. primarias		
Hasta 4° grado o menos	19	43
Sin escuela	50	6
Comunicación		
Brecha	55	88
Vereda	28	12
Servicio municipal		
Cementerio	9	38
Drenaje	0	0
Asistencia social		
Clín. o cent. de salud	0	0
Electrificación		
Línea o planta	0	0

Tabla 2. Características del terreno en donde se aloja el camino

Características topográficas	
Tipo de terreno	*Longitud (km)*
Plano	19,5
Lomerío	64,4
Montañoso	52,0
TOTAL	135,9
Características geológicas	
Clasificación de rocas	*Longitud (km)*
Igneas extrusivas ácidas	33,5
Basaltos	26,0
Areniscas	5,5
Conglomerados	1,0
Areniscas-conglomerados	37,4
Clasificación de suelos	
Aluvial	30,5
Lacustre	2,0
TOTAL	135,9

Profundidad y tipo de suelos		
Fase	*Profundidad promedio de lecho rocoso*	*Longitud (km)*
Lítica	15- 50 cm	59,2
Lítica prof.	50-100 cm	16,2
Dúrica prof.	50-100 cm	2,0
Lecho rocoso	25 cm	58,5
TOTAL		135,9

Tabla 3. Uso del suelo

Agricultura de temporal permanente anual	47 580 ha
Pastizal nat. y asociaciones especiales de vegetación	49 850 ha
Bosques	33.025 ha
TOTAL	130.455 ha

Tabla 4. Afectaciones

Número de parcelas	*AipA*	*Pn*	*Fb*
46	28,2 ha	28,0 ha	10,2 ha

Longitud de brecha aprovechable: 53,5 km

Número de cruces de ríos y arroyos: 65

Tabla 5. Clasificación FAO de los suelos*

Clasificación FAO	*Area (ha)*
Litosol éutrico	36 965,0
Feozem lúvico	25 327,5
Xerosol lúvico	17 707,5
Castañozem lúvico	12 520,0
Feozem haplico	10 165,0
Luvisol haplico	8 202,5
Cambisol éutrico	7 160,0
Vertisoles	4 315,0
Luvisol gléyico	2 625,0
Cambisol humico	2 445,0
Fluvisol gléyico	1 767,5
Vertisol pélico	755,0
Fluvisol éutrico	500,0
TOTAL	130 455.0

* En la zona de influencia

Tabla 6. Camino tipo "Ra"

Característica	Unidad	Clase de terreno: Plano	Lomerío suave	Lomerío fuerte	Montañoso
Velocidad de proyecto	km/h	60	50	40	30
Ancho de corona y calz.	m	4,00	4,00	4,00	4,00
Grado máx. de curvatura	0	11	17	30	62
Pendiente gobernadora	%	—	7	9	12
Pendiente máxima	%	6	9	11	15
Sobreelevación máxima	%	10	10	10	10
Bombeo hacia un lado	%	3	3	3	3
Vehículo de proyecto DE-450					

Tabla 7. Valor de la producción actual

Concepto	Agricultura	Agricultura de temporal	Pastizales y asociaciones de vegetación
Cantidad (ha)	967,5	46 612,5	49 850,0
Rendimiento	1,5 ton/ha	0,59 ton/ha	15 ha/cab
Producción (ton)	1 451,25	27 501,40	997,02*
Precio ($)	1 750,0	1 750,00	7 000,0
Valor de la prod. act.	2 539 687,50	48 127 450,00	6 979 140,00
	TOTAL: $57 646 277,50		

* Carne en canal

Tabla 8. Valor de la producción agregada

Clase de terreno	II	V VI VII
Mejor uso	Agricult. intensa	Pratic. int. a limitada
Cantidad (ha)	9 052,0	5 019,0
Porcentaje cosechable al 5° año	30	70
Cant. cosechable al 5° año (ha)	2 715,60	3 513,00
Rendimiento	1,5 ton/ha	15 ha/cab
Producción (ton)	4 073,40	70,26*
Precio ($)	1 750,00	7 000,00
Valor de la prod. agreg. al 5° año	7 128 450,00	491 820,00
	TOTAL: $7 620 270,00	

* Carne en canal

Tabla 9. Costo de la obra

Tipo de terreno	Plano	Lomerío	Montaña	Total
Costo por km (miles)	70	90	150	
Longitud del camino (km)	19,5	64,4	52	135,9
Costo del camino (miles)	1 365	5 796	7 800	14 961

CONCLUSIONES

1a. Los materiales que produce CETENAL proporcionan un gran volumen de información que puede ser aprovechado en los aspectos de selección de ruta, anteproyecto, construcción y conservación de caminos;

2a. Contando con los materiales de CETENAL se pueden simplificar las metodologías que se siguen actualmente en los estudios de caminos;

3a. El uso de la información CETENAL en los estudios de caminos disminuye los costos y tiempos de ejecución de los proyectos específicos.

II. METODOLOGÍA

Objetivo

Este trabajo pretende mostrar, a quienes laboran en el sector eléctrico, la información que proporcionan los dodumentos y materiales que produce CETENAL para la localización, proyecto, construcción, operación y conservación de líneas de transmisión eléctrica, con el fin de que la utilicen, economizando esfuerzos y abatiendo costos y tiempos de ejecución.

Información necesaria

Las etapas de trabajo de líneas de transmisión se llevan a cabo mediante una serie de actividades que a su vez requieren de información; a esta última se ha denominado "información necesaria".

La parte medular del trabajo consiste en determinar de una manera precisa, cualitativa y cuantitativa esa información necesaria, mostrando en el cuadro metodológico en qué medida puede obtenerse dicha información de los documentos y materiales CETENAL. El punto de partida es la secuencia de actividades que lleva a cabo la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.). Como se pretende que este trabajo sea eminentemente práctico, el listado se obtuvo de diversos manuales, y directamente con la cooperación de la Subgerencia de Estudios Civiles, la Dirección de Proyectos y la Oficina de Topografía de la citada institución.

Posteriormente se determinó la información necesaria para la realización de las actividades listadas, agrupándolas convenientemente para no hacer una presentación demasiado extensa. Como la información CETENAL va decreciendo en aplicabilidad, desde la etapa de localización hasta la de conservación, en las actividades finales se consignaron aspectos más generales.

A manera de ejemplo, puede observarse que la etapa de localización tiene como primera actividad la de recopilación de información; ésta se ha subdividido en las operaciones más importantes que son: determinación de la zona de estudio, características generales de la zona, rutas preliminares.

Para cada una de ellas se ha determinado la información necesaria. Así, para obtener las características generales de la zona se requiere: topografía, geología, hidrografía, vegetación, clima, rasgos culturales.

Estos conceptos están en la columna izquierda del cuadro metodológico, y para cada elemento de información necesaria corresponde un renglón.

Información CETENAL

Los documentos y materiales que CETENAL pone a disposición de los usuarios son los siguientes:

Carta de Climas, a escala 1:500.000;
Carta Topográfica, a escala 1:50.000;
Carta Geológica, a escala 1:50.000;
Carta de Uso del Suelo, a escala 1:50.000;
Carta Edafológica, a escala 1:50.000;
Carta de Uso Potencial, a escala 1:50.000;

Precipitación y probabilidad de la lluvia en la República Mexicana y su evaluación (publicación por entidades federativas);
Datos de vértices de posicionamiento, topográficos y geodésicos;
Datos de bancos de nivel topográfico y de precisión;
Información adicional de campo de las Cartas Geológica, de Uso del Suelo, Edafológica y de Uso Potencial;
Mapas urbanos, a escala 1:5 000;
Ortofotomapas, a escala 1:10 000;
Amplificaciones de poblaciones, a escala 1:5 000;
Fichas de población;
Fotografías en blanco y negro, a escala 1:50 000;
Fotografías en color, a escala 1:25 000;
Mosaicos índice.

De cada una de las cartas se ha desglosado la información básica, así por ejemplo, la Carta de Climas proporciona la siguiente información:

Localización de estaciones meteorológicas;
Isoyetas medias anuales;
Isotermas medias anuales;
Clasificación de climas;
Gráficas de la marcha anual de la temperatura y la precipitación.

Estos conceptos constituyen el renglón superior del cuadro metodológico y cada columna corresponde a un elemento de información básica CETENAL.

Descripción del cuadro metodológico

En los renglones se ha representado la información necesaria, y en las columnas la información básica CETENAL. Al hacer la correlación, la simbología empleada proporciona los siguientes datos.

No hay símbolo		no existe información CETENAL utilizable.
Hay símbolo		existe información CETENAL utilizable.
Símbolo	●	la información necesaria se obtiene directamente de los documentos y materiales CETENAL, en forma completa.
Símbolo	◎	se obtiene información auxiliar directamente de los documentos y materiales CETENAL.
Símbolo	■	la información necesaria puede inferirse de los documentos y materiales CETENAL, en forma completa.
Símbolo	❖	se puede inferir información auxiliar de los documentos y materiales CETENAL.

A manera de ejemplo se toma de las columnas de la izquierda del cuadro la etapa "localización"; de ésta, la actividad "reconocimiento del terreno"; y de la información necesaria "características de las obras existentes", el renglón "poblaciones". En el mismo renglón se observa que la información CETENAL es directa y completa en las columnas: poblaciones, coordenadas y base planimétrica, altimetría, toponimia, servicios a las poblaciones, número de habitantes, mapas urbanos, ortofotomapas y fichas de población. Se obtiene información en forma directa, pero auxiliar, en las columnas: proposiciones de obras de infraestructura, y proposiciones de servicios a las poblaciones. Por último, se infiere información auxiliar de las columnas: fotografías 1:50 000, fotografías 1:25 000 y mosaicos índice.

Así como la información CETENAL debe usarse en forma integral, ya que mucha de ella se complementa con el análisis de varios documentos, también el cuadro metodológico consigna, en muchos casos, información básica CETENAL completa, con la suma de varias columnas.

De un somero análisis del cuadro se obtienen los siguientes resultados:

La abundancia de símbolos muestra el gran volumen de información útil que proporcionan los documentos y materiales CETENAL;

La cantidad de los diferentes símbolos permite apreciar cuánta información es completa y cuánta es auxiliar;

La distribución de los símbolos indica qué documentos y materiales son más útiles y en qué etapas tiene más aplicación la información CETENAL;

Los renglones indican las actividades que cuentan con información y la posibilidad de aplicar en ellas menos recursos;

Las columnas permiten apreciar la variedad de actividades en las que es aplicable la información CETENAL y la conveniencia de incorporar su utilización a los métodos de trabajo.

Considerando que mucha de la información necesaria puede obtenerse de los documentos y materiales que produce CETENAL y su utilidad como auxiliares en otras de las actividades, corresponde a los lectores de este trabajo analizar y evaluar adecuadamente lo expuesto, para adoptarlo si lo juzgan conveniente.

Ejemplo: Línea San Luis Potosí-Santa María del Río

Para ilustrar la proposición metodológica, se desarrolla como ejemplo la localización de una línea de transmisión.

El estudio se llevó a cabo en gabinete, solamente con las cartas y materiales que produce CETENAL. El ejemplo cubre la etapa de localización con las siguientes actividades fundamentales:

Recopilación de información;
Trazo preliminar;
Reconocimiento del terreno;
Estudios de gabinete;
Trazo definitivo.

Selección del ejemplo

Para seleccionar el ejemplo se hicieron las siguientes consideraciones:

Debe ser un ejemplo real, tomado del Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico (POISE);

De preferencia, no estudiado aún por la C.F.E.;

Con una extensión, entre 30 y 50 km;

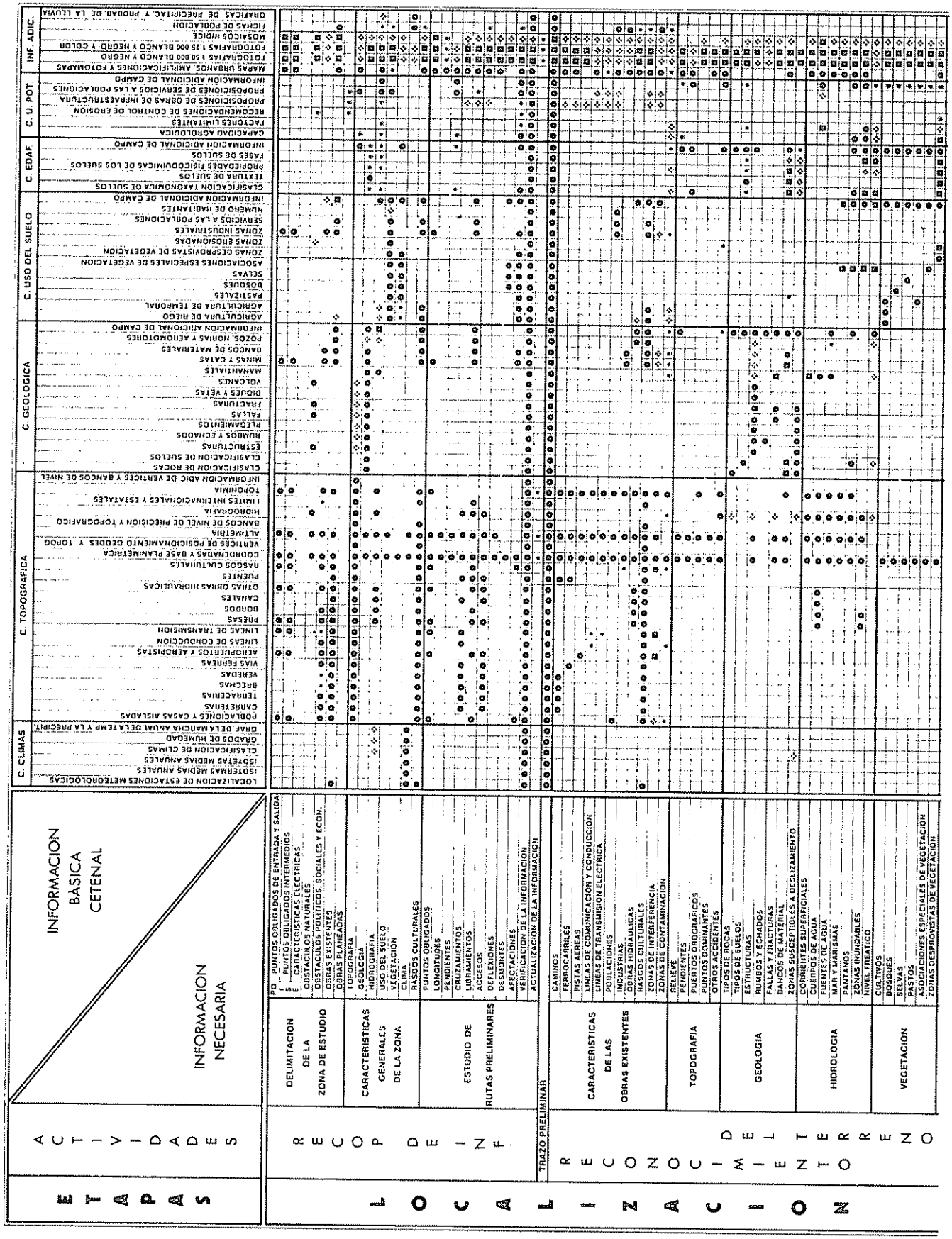


Figura 97 México: cuadro de la información necesaria para la construcción de líneas de transmisión eléctrica

Figura 97 (continuación)

La zona de la trayectoria deberá estar cubierta por la información CETENAL en su totalidad;

La ruta probable deberá cruzar un área que contenga en forma equilibrada: obstáculos naturales, obras humanas y diversas condiciones de suelo y vegetación, con el fin de que sea ilustrativo.

Con base en lo anterior, se tomaron del POISE las obras que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 10. Selección del ejemplo

Puntos terminales	*Desarr km*	*Información CETENAL*	*Caract. del terreno*	*Obras humanas*
Salamanca Irapuato 115,0 kw	25,00	Completa	Plano muy homogéneo	Mucha variedad
San Luis Potosí-Sta María del Río 115,0 kw	36,00	Completa	Variado	Mucha variedad
León-Salamanca 230,0 kw	45,00	Incompleta	Plano muy homogéneo	Mucha variedad
Dolores Hidalgo-San Felipe 115,0 kw	46,00	Incompleta	Variado	Poca variedad
San Luis Potosí-La Ventilla 115,0 kw	49,00	Completa	Montañoso	Poca variedad

La selección recayó en la obra San Luis Potosí-Santa María del Río, que cumple todos los requisitos.

El POISE proporciona para esta línea los siguientes datos:

Nombre de la obra: San Luis Potosí-Santa María del Río;

Características: 115,0 kw- I Circuito - 36,0 km - 60 c/s;

Fecha de entrada a operación: 18 de septiembre de 1977.

Recopilación de información

Se tomaron los datos del POISE y se vio que el desarrollo queda cubierto por las hojas topográficas y de recursos F-14-A-84 y F-14-C-14 y por las de climas 14Q-1 y 14Q-III, recopilándose los siguientes documentos y materiales CETENAL:

Cartas de Climas;
Cartas Topográficas;
Cartas Geológicas;
Cartas de Uso del Suelo;
Cartas Edafológicas;
Cartas de Uso Potencial;
Información de campo;
Fotografías en blanco y negro a escala 1:50.000;
Fotografías en blanco y negro a escala 1:25.000;
Precipitación y probabilidad de la lluvia en el Estado de San Luis Potosí.

Se localizaron como puntos terminales las subestaciones al SE de San Luis Potosí y al NE de Santa María del Río, uniéndolas por una línea recta que representaría la localización ideal, marcándola en cada una de las cartas.

A continuación se hizo un análisis de la topografía, geología, hidrografía, uso del suelo, vegetación, climas y rasgos culturales en las diversas cartas, marcando con colores los obstáculos naturales, obras humanas, líneas de comunicación, líneas de transmisión eléctrica, zonas por evitarse, etc. De acuerdo con los lineamientos de los instructivos de la C.F.E., se trazaron las alternativas de ruta factibles. Los trazos más alejados al este y oeste del trazo ideal determinaron una zona de estudio que se marcó 500 m atrás de las subestaciones y 1 km hacia afuera, paralela a ellas.

Esta zona de estudio fue analizada con detalle en cuanto a sus características y observada estereoscópicamente en fotografías escala 1:50.000 para su mejor conocimiento.

La zona de estudio es una faja de terreno por la que discurren las alternativas de ruta factibles, de ancho variable (entre 7 y 4 km), y una longitud aproximada de 45 km. Se desarrolla al suroeste de San Luis Potosí, hacia Santa María del Río. Está comprendida entre los paralelos 21° 45' y 22° 10' de Lat. Norte y los meridianos 100° 40' y 101° 00' de Long. Oeste.

Clima

El clima predominante en la zona corresponde al tipo B So h w'' (i') g del sistema de clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García. Es un clima semiárido, semicálido, el más seco de los esteparios con un cociente P/t menor de 22. La temperatura media anual varía entre 18° y 22° C y la del mes más frío es menor de 18° C, con poca oscilación entre 5° y 7° C. Con régimen de lluvias en verano y precipitación total anual de 343 mm, concentrados en los meses de junio a septiembre; sequía intraestrival en el mes de agosto. La estación meteorológica más próxima es la de Gogorrón, No. 24-011.

Topografía

La zona consta de un área plana que ocupa las tres cuartas partes hacia el norte, a 1.800 m sobre el nivel del mar, en la cual se encuentran ubicadas la mayoría de las obras existentes y las poblaciones. La otra cuarta parte, al sur, está formada por un área de lomerío y un pequeño macizo montañoso al arribar a Santa María del Río, con pendientes fuertes que exceden del 25% y alturas sobre el llano hasta 350 m.

Geología

La parte plana está constituida por suelos aluviales profundos, y la montañosa por rocas ígneas extrusivas ácidas, riolitas en su mayoría, que presentan un sistema moderado

de fracturamiento e intemperismo leve. Se encuentran también al suroeste un macizo de travertino y en el centro areniscas en poca cantidad. Algunos volcanes están distribuidos en la zona, pero son aparatos de poca consideración.

Hidrografía

En general no hay ninguna corriente importante, y todos los arroyos son intermitentes. No hay zonas inundables ni manantiales. Las obras hidráulicas en el área se reducen a un canal, un acueducto, algunos pozos y varios pequeños bordos, usados por lo general como abrevaderos.

Uso del suelo

Al norte se encuentran dos zonas industriales. El 20% del área está ocupada por agricultura de temporal con cultivos de maíz y frijol de bajo rendimiento, con excepción de unas pequeñas áreas de riego en las que se cultiva alfalfa. Al sur, hay una zona de pastos naturales que ocupa el 10% de la zona; el resto está cubierto de matorral y es usado como agostadero para pastoreo de cabras.

La tenencia de la tierra es, en su mayoría, ejidal; las zonas de riego son también, en su mayoría, pequeñas propiedades.

Vegetación

Fuera de las zonas de cultivo, la mayor parte del área está cubierta por asociaciones de matorral espinoso y nopalera, excepto la parte montañosa, en la que hay pasto natural asociado con matorral espinoso y cardonal.

Rasgos culturales

En la zona se encuentran alrededor de quince asentamientos humanos, la mayor parte de ellos menores de 100 habitantes, con excepción de tres poblaciones que tienen entre 1 000 y 2 500 habitantes.

La zona, está cruzada longitudinalmente por la carretera federal No. 57, y en forma transversal por dos terracerías, y algunas brechas y veredas.

La cruzan también varias líneas de transmisión eléctrica, de teléfono y telégrafo.

El estudio detallado de la zona, condujo a la ponderación de alternativas, encontrándose las rutas A y B como las más viables.

Estos trazos fueron analizados en la forma que se ilustra en la siguiente tabla, determinándose la ruta B como trazo preliminar.

Tabla 11. Trazo preliminar

Características	*Ruta A*	*Ruta B*
Longitud	48,15 km	43,95 km
Cruzamientos con:		
Brechas	3	2
Caminos	7	5
Líneas de transmisión eléctrica	8	5
Otras líneas	4	1
Canales	1	0
Arroyos	2	3
Libramientos	3	2

Tabla 11 *(continuación)*

Características	*Ruta A*	*Ruta B*
Deflexiones	6	4
Pendientes	Suaves	Suaves
Accesos	Buenos	Buenos
Desmontes	Ligeros	Ligeros
Afectaciones	Reducidas	Reducidas

Localización definitiva

Analizando las fotografías a escala 1:25 000, las cartas y la información de campo se revisó el trazo preliminar básicamente en dos aspectos: los cruzamientos y el acceso a Santa María del Río; sólo este último se modificó al localizar con precisión el paso por el lomerío hasta la subestación de Santa María del Río, pudiéndose eliminar una deflexión.

Esta experiencia puso de manifiesto que, si bien son inevitables el primer reconocimiento, para actualizar la información CETENAL, y el segundo, para estudiar con precisión algunos cruzamientos, así como las condiciones del suelo en el sitio de las torres y las afectaciones, los documentos y materiales que produce CETENAL, usados en forma integral, proporcionan una información muy valiosa (como se indica en el cuadro metodológico), que redunda en facilidad y economía para la localización de líneas de transmisión eléctrica.

Tabla 12. Características del terreno donde se localiza la línea de transmisión

Características geométricas de la línea

Est	*PV*	*Distancia*	*Deflexión*	*Rumbo*	*Pendiente*
0	1	11 250,00	—	S 48° 45' E	0 %
1	2	18 750,00	22° 45' D	S 26° 00' E	0 %
2	3	7 000,00	5° 30' I	S 31° 30' E	2 %
3	4	4 750,00	1° 15' D	A 30° 15' E	2 %
4	5	1 100,00	19° 30' D	S 10° 45' E	3 %
5	6	1 350,00	9° 00' D	S 1° 45' E	1 %
6	7	500,00	49° 15' D	S 47° 30' W	0 %

Topografía

Tipo de terreno	*Longitud (km)*
Plano	31.75
Lomerío	7,15
Montañoso	5,85

Geología

Clasificación de rocas	*Longitud (km)*
Aluvión	31,05
Riolita	1,20
Igneas extrusivas ácidas	10,05
Pie de monte	2,45

Suelos

Clasificación FAO	*Fase*	*Profundidad de la capa limitante*	*Textura*	*Long (km)*
Phaeozem + Xerosol	Dúrica	10 a 50 cm	Media	10,25
Phaeozem	Dúrica	15 a 50 cm	Media	9,80
Phaeozem	Dúr prof	50 a 100 cm	Media	4,05
Litosol	—	5 a 10 cm	Media	17,50
Fluvisol	—	Mayor de 100 cm	Media	3,15

Tabla 12 *(continuación)*

Uso del suelo y vegetación	
Clase de uso	*Longitud (km)*
Agricultura de temporal	10,20
Agricultura de riego	2,70
Matorral espinoso, nopalera	28,45
Pasto natural, matorral espinoso	3,40

Características de la línea	
Longitud	44.750,00
Deflexiones	6
Cruzamientos de carreteras	2
Cruzamientos de brechas	4
Cruzamientos de líneas telefónicas	3
Cruzamientos de líneas telegráficas	3
Cruzamientos de líneas de conducción eléctrica	5
Libramientos de poblaciones	2
Libramientos de pista aérea	1
Libramientos de zona industrial	2
Intersecciones con arroyos y barrancas	8
Ubicación de campamentos	Muy buena
Bancos de materiales	Hay grava arena y piedra
Fuentes de agua	Varios bordos, pozos y serv. en pob.
Centro de abastecimiento	San Luis Potosí

Conclusiones

I. Los documentos y materiales que produce CETENAL proporcionan un gran volumen de información que puede ser aprovechada en la localización, proyecto, construcción, operación y conservación de líneas de transmisión eléctrica;

II. Con el uso de la información CETENAL se pueden simplificar las metodologías que actualmente se siguen en los estudios de líneas de transmisión eléctrica.

III. El aprovechamiento de la información CETENAL en los estudios de líneas de transmisión eléctrica disminuye los costos y tiempos de ejecución.

IV. Estas conclusiones fueron totalmente confirmadas en la aplicación práctica que se hizo para desarrollar el ejemplo, en el que la experiencia puso de manifiesto lo siguiente: que si bien son inevitables los reconocimientos del terreno, los documentos y materiales que produce CETENAL, usados en forma integral, proporcionan una información muy valiosa que redunda en facilidad y economía para la localización de líneas de transmisión eléctrica.

Nota. Se puede obtener una muestra de los tipos de mapas examinados en este documento mediante solicitud dirigida al Director de CETENAL.

Bibliografía

Comisión Federal de Electricidad, *Instructivo para el Levantamiento Topográfico y Proyecto de Líneas de Distribución*

Cía. de Luz y Fuerza del Centro, S. A., *Manual de Diseño y Normalización de Líneas de Transmisión*, 1973.

Ing. Roque Dávila, *Líneas de Transmisión de Alta Tensión*, Actividades en el levantamiento topográfico, 1973.

Comisión Federal de Electricidad, *Levantamientos para Líneas de Transmisión*

Comisión Federal de Electricidad, *Instructivo para Efectuar Trabajos de Topografía para Proyectos de Líneas de Subtransmisión*

Comisión Federal de Electricidad, *Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico*.

Ing. Joaquín Carreón, *Programa de Flechas para Líneas de Transmisión*, Secuencia de actividades para la construcción de una línea de transmisión, desde la planeación hasta su puesta en servicio.

La información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la zonificación agropecuaria y forestal con fines de una mejor planificación y desarrollo de los recursos naturales*

Documento presentado por México

SUMMARY

The nation's prospects for exploiting its agricultural and forestry resources are not at all encouraging. Among the most striking and frequently observed circumstances are the disappearance of vegetation and animal life over large areas and the accelerated pace of erosion, which is rendering large tracts of land unsuitable for cultivation and also contributing to the loss of soils, flooding and silting up, with significant material damage to the country.

The bulk of the population engaged in agriculture practises subsistence farming owing to a great many factors, including the *minifundio* system, lack of water for irrigation

RÉSUMÉ

En ce qui concerne l'exploitation des ressources agricoles et forestières, la situation du pays est fort peu encourageante. Entre autres symptômes frappants, on y observe couramment : la disparition de la flore et de la faune sur de vastes superficies, la progression accélérée de l'érosion qui transforme de grandes étendues de terrain en friche et qui, outre la dégradation des sols qu'elle entraîne, provoque des inondations et des envasements au plus grand détriment du pays.

L'exiguïté des exploitations, le manque d'eau d'irrigation, de techniques, de crédits, d'assistance technique et d'engrais constituent certaines des raisons pour lesquelles la plus grande partie de la population agricole ne pratique qu'une agriculture de subsistance. Il est impossible, du fait du faible niveau de production qui en résulte, de répondre

* El texto original de esta monografía, preparado por Ramón Cardoza V., Jefe del Depto. de Uso del Suelo, se publicó como documentos E/CONF 67/L 26/Add. 1 y 2

and lack of technology, credit, technical assistance and fertilizers, with resultant low output. Such factors also give rise to shortages of food-stuffs and industrial and other products, and this has a serious effect on the balance of payments.

In the arid and semi-arid areas of the country, livestock production is constantly declining because the natural pasture lands in these areas are being exhausted, owing mainly to long-standing mismanagement. In that connexion, the major factor which must be taken into account is overgrazing.

Year by year, the area of forest land, especially in the jungles, is further reduced by clearing for agriculture or livestock production, causing not only a loss of productive potential of the forests but also the deterioration or loss of soils.

Although major efforts have been made in the areas of research and experimentation to solve the complex of problems mentioned above, in many cases we are still far from a solution. Because experimental and research centres do not exist in sufficient number, their findings are applied over large areas in which ecological conditions often differ from those at the centres, so that the validity of those findings is very much open to question.

Exploitation of the available natural resources must be carried out rationally. It is not enough for that purpose to have qualitative and quantitative information beforehand; it is also necessary to understand the interplay between elements of the physical and biological environments in order to analyse them as a unit and reach conclusions regarding the most appropriate use and management of resources without jeopardizing future productivity.

Objectives

This paper seeks to show how the information provided by the National Land Survey Commission (CETENAL) can be used to identify those areas in which the interplay between the elements of the physical and biological environments exhibits roughly the same characteristics, so that the areas in question can be assumed to be suitable for the same uses and consequently can be managed and exploited in similar fashion.

On the basis of such an identification it will be possible to:

(*a*) Determine which areas are best suited for agriculture, livestock raising, forestry, recreation, etc ;

(*b*) Lay down guidelines governing the choice of appropriate methods for the exploitation, conservation and protection of existing resources;

(*c*) Provide the groundwork for research and experimentation and for suitable applications of the results of such activities;

(*d*) Identify the areas which are ecologically most suitable for the establishment of new population centres and industrial areas.

In order to achieve these objectives, a methodology is being developed and applied by way of example in an area

aux besoins existants en matière de produits alimentaires, industriels et autres, ce qui a de graves répercussions sur la balance des paiements.

L'importance de l'élevage diminue régulièrement dans les régions arides et semi-arides du pays; la cause en est l'épuisement des pâturages naturels à la suite, essentiellement, de longues années de surexploitation.

Les régions forestières, et en particulier les zones de forêt vierge, reculent d'année en année, du fait des défrichements auxquels on procède au profit de l'agriculture et de l'élevage, ce qui provoque, outre la réduction du potentiel forestier, une dégradation partielle ou totale de ces sols.

En dépit d'efforts considérables de recherche et d'expérimentation, bon nombre des problèmes susmentionnés sont encore loin d'être résolus. Les centres de recherche et d'expérimentation étant rares, les résultats que l'on y obtient sont appliqués à des régions étendues dont les caractéristiques écologiques diffèrent souvent de celles des centres; la validité de ces résultats est donc sujette à caution.

Il convient que les ressources naturelles disponibles soient exploitées de façon rationnelle, ce qui suppose non seulement que l'on dispose de prévisions quantitatives et qualitatives, mais aussi que les interactions entre les éléments du milieu physique et biologique soient analysées dans leur ensemble. Seules ces précautions peuvent conduire à une exploitation des ressources naturelles qui ne compromette pas leur productivité future.

Objectifs

Le présent document a pour objet de démontrer qu'il est possible, grâce aux renseignements fournis par la Commission d'étude du territoire national (CETENAL), d'identifier des zones dans lesquelles l'interaction des éléments du milieu physique et biologique est à peu près homogène, et qui, présentant les mêmes possibilités de mise en valeur, devraient théoriquement être exploitées de façon similaire.

Cette identification permet :

a) De déterminer dans quelle mesure chacune de ces zones devrait être consacrée à l'agriculture, à l'élevage, à la sylviculture ou aux loisirs, etc ;

b) De définir les méthodes les plus appropriées d'exploitation, de préservation et de protection des ressources existantes;

c) De jeter les bases de travaux de recherche et d'expérimentation et de déterminer la meilleure manière d'appliquer les résultats obtenus;

d) De localiser les zones convenant le mieux, sur le plan écologique, à l'établissement de centres de population et de zones industrielles.

Une méthode permettant d'atteindre les objectifs précités est en cours d'élaboration; elle sera appliquée à une zone pilote correspondant à l'Etat de Zacatecas, au sujet duquel la CETENAL est en mesure de fournir des renseignements.

Facteurs déterminants pour le zonage

Les renseignements nécessaires pour effectuer ce type de zonage varient selon les objectifs visés et le degré de précision souhaité. De façon générale, les éléments suivants peuvent être considérés comme fondamentaux :

covering the State of Zacatecas, for which CETENAL information is available.

Criteria for zoning

The information required for this type of zoning can vary greatly depending on the purpose and degree of detail desired. Generally speaking, the following factors can be regarded as basic:

1. *Geographical situation*: In addition to the location of an area, its latitude and altitude are significant ecological parameters.

2. *Topography*: Such information makes it possible to establish the contour of the land, its slope and its exposure, factors which play a part in a great many ecological conditions.

3. *Climatology*: Knowledge of the climate of an area, especially temperature and precipitation, facilitates the zoning process because of the close relationship between climate and all natural resources, many of which depend directly on it.

4. *Hydrology*: In a zoning exercise of this kind, information concerning the water available for various uses is essential. As a start, attention can be given to bodies of water, their quality and the water table.

5. *Geology*: The lithology of a tract of land is one of the main geological factors which must be taken into account because of their relationship to soil formation and the distribution of natural vegetation.

6. *Soil*: Soil not only supports natural vegetation but is also put to many other uses by man; information concerning soil type, depth, susceptibility to erosion, sodium content and alkalinity, its capacity for use and other limiting factors is essential in the zoning process.

7. *Vegetation*: Since natural vegetation is a reflection of the ecological conditions prevailing in any area, knowledge of the type, structure and distribution of plant life, its uses and the degree of disturbance to which it is subject is essential to the maintenance of the ecological balance, in which man plays a pre-eminent role through his exploitation of natural resources.

8. *Agriculture*: The type of agriculture carried out in a given area, crops, agricultural methods and production are factors indicating the feasibility of developing agriculture in this or similar areas.

9. *Livestock*: An analysis of forage, both pasturage and browse plants, its condition, the type of livestock and dry-season pasture indices is of crucial importance in classifying areas according to their potential for livestock-raising.

10. *Forestry*: Information relating to such basic elements as type of forest or jungle, most commonly exploited species, degree of disturbance, distribution, production etc. is necessary in zoning forest resources in a given area.

1. *Situation géographique* : outre l'emplacement de la zone, la latitude et l'altitude jouent un rôle écologique primordial.

2. *Topographie* : la géomorphologie, la pente et l'exposition, qui constituent des facteurs déterminants sur le plan écologique, peuvent être précisées à ce titre.

3. *Climatologie* : la connaissance du climat d'une région, et en particulier de la température et des précipitations, est essentielle à toute opération de zonage dans la mesure où les ressources naturelles sont étroitement liées aux conditions climatiques dont elles sont souvent directement tributaires.

4. *Hydrologie* : toute opération de zonage de ce type suppose que l'on connaisse les ressources en eau. Les plans d'eau, leur qualité et le niveau phréatique revêtent à cet égard une importance primordiale.

5. *Géologie* : la lithologie d'un terrain constitue l'un des principaux facteurs géologiques qu'il convient de prendre en considération, dans la mesure où elle influe sur la formation des sols et la répartition de la végétation naturelle.

6. *Sols* : si l'on considère que le sol est le support non seulement de la végétation naturelle, mais aussi de nombre d'activités humaines, on comprendra que les renseignements relatifs au type, à l'épaisseur, au degré de résistance à l'érosion, à la teneur en soude et à l'alcalinité ainsi qu'à la productivité du sol et aux désavantages qu'il présente sont indispensables au zonage.

7. *Végétation* : dans la mesure où la végétation naturelle reflète les conditions écologiques régnant dans une région déterminée, il importe de connaître le type, la structure et la composition de la flore ainsi que l'utilisation qui en est faite et le degré de dégradation de la couverture végétale pour assurer l'équilibre écologique sur lequel l'activité humaine a des incidences considérables.

8. *Agriculture* : le type d'agriculture que l'on pratique dans une région donnée, les cultures, les techniques agricoles et la production permettent de déterminer si l'agriculture peut être développée dans cette zone ou dans des zones similaires.

9. *Elevage* : l'étude des cultures fourragères et des pâturages, ainsi que de la qualité et du type d'élevage pratiqué est essentielle à la délimitation de zones plus ou moins propices à l'élevage.

10. *Sylviculture* : il importe de connaître les ressources forestières d'une région et en particulier les types de bois ou de forêts qui y prospèrent, leur répartition et leur degré de dégradation, les espèces les plus exploitées et la production sylvicole pour procéder au zonage de cette ressource.

11. *Centres de population* : la répartition des centres de population est étroitement liée à l'existence de certaines ressources naturelles, et la cartographie permet d'évaluer la manière dont ces ressources sont utilisées ainsi que la nécessité de les exploiter de façon plus rationnelle.

12. *Infrastructure* : les voies d'accès à la zone étudiée et les services dont les agglomérations sont dotées revêtent une importance considérable pour le zonage, dans la mesure où ils facilitent l'exécution des divers programmes ou plans de développement.

11. *Population centres*: The distribution of population centres is directly related to the degree of use of natural resources, and it is possible to assess through cartography the prevailing trends in the use of resources and the requirements for better resource development.

12. *Infrastructure*: Access routes to an area under study and the services existing in settlements are highly important factors in zoning because they facilitate the implementation of the various development plans or programmes.

The requirements for this kind of information can be seen in figure 98.

Information supplied by CETENAL

The results of the studies undertaken by the Commission are presented in various forms, including maps, which are prepared on the basis of aerial photographs and supplemented with field and laboratory reports.

Aerial photographs: This basic material for carrying out the work of CETENAL is obtained by means of special equipment, the photographs being reproduced at scales of 1:50,000 and 1:25,000 in black and white or in colour. The first kind are utilized in the preparation of the topographic map, while those at 1:25,000 are used for photo-interpretation in the preparation of thematic maps that are produced at 1:50,000.

Topographic Map: This is prepared with aerial photographs at a scale of 1:50,000 by means of high-precision equipment and contains the graphic representation of the relief with 10-metre or 20-metre contour intervals, depending on the area; it also indicates hydrographic details, settlements and other man-made features, and so on.

Geological Map: This contains a lithological and soil classification in terms of origin, mineral composition, building materials, wells, waterwheels, pumps and springs. The supplementary information obtained from the field concerns socio-economic data as well as the possible existence of ground water.

Land-Use Map: This map contains information on vegetation cover, agriculture and livestock, areas devoid of vegetation, basic urban services, number of inhabitants, industrial and archaeological areas, and so on. It is supplemented by field information giving details of the specific characteristics of the vegetation with regard to the condition, structure and composition of the flora. As to the other uses shown, the map indicates the principal socio-economic aspects of the country.

Soil Map: This map, produced in the same manner as the previous ones, contains a systematic classification of the soils according to morphology and physical and chemical properties, using the FAO/UNESCO unified system, as modified by CETENAL. This information is supplemented with field and laboratory data, including the morphological characteristics of the soil profiles, physical and chemical attributes and certain individual properties.

Map of Potential Use: Like the previous maps, this one is prepared from aerial photographs; the information that it

La nécessité d'obtenir des renseignements de ce type ressort de la figure 98.

Renseignements fournis par la CETENAL

Les résultats des études réalisées par la Commission se présentent sous plusieurs formes, notamment des cartes, que l'on élabore à partir de photographies aériennes, pour les compléter ensuite par des travaux sur le terrain et en laboratoire.

Photographies aériennes : ces photographies, qui servent de base à l'exécution des travaux de la CETENAL, s'obtiennent au 1/50 000 et au 1/25 000 en blanc et noir ou en couleur au moyen d'un équipement approprié. Les photographies au 1/50 000 servent à établir la carte topographique, et celles au 1/25 000 à dresser, par photo-interprétation, des cartes thématiques au 1/50 000.

Carte topographique : on l'établit à partir de photographies aériennes au 1/50 000, grâce à un équipement et à du matériel de haute précision. Elle comporte la représentation graphique des divers accidents de terrain, avec courbes de niveau tous les 10 ou 20 mètres, suivant la zone, et indique en outre l'hydrographie, les agglomérations et autres ouvrages dus à l'homme, etc.

Carte géologique : elle comporte une classification des roches et des sols en fonction de leur origine, et signale les minerais, les matériaux de construction, les puits, les norias, les éoliennes et les sources. On la complète en recueillant sur le terrain des données socio-économiques, et des renseignements sur la possibilité de capter les eaux souterraines.

Carte d'occupation des sols : elle contient des renseignements relatifs à la végétation, à l'agriculture et à l'élevage, aux zones dépourvues de végétation, aux services fondamentaux dont disposent les villages, au nombre d'habitants, aux zones industrielles et archéologiques, etc.

On complète la carte en recueillant sur le terrain des renseignements sur les caractéristiques spécifiques de la végétation, quant aux conditions, à la structure et à la composition de la flore. Pour les autres types d'occupation des sols indiqués sur la carte, on mentionne les principaux aspects socio-économiques.

Carte pédologique : réalisée selon la même technique que les cartes précédentes, elle contient une classification taxonomique des sols selon le système unifié FAO/UNESCO, modifié par la CETENAL, conformément à leur morphologie et à leurs propriétés physiques et chimiques. Ces renseignements sont complétés par des données recueillies sur le terrain et en laboratoire, par exemple les caractéristiques morphologiques des profils du sol, ses caractéristiques physiques et chimiques ainsi que certaines de ses propriétés particulières.

Carte d'occupation potentielle : comme les précédentes, cette carte s'établit à partir de photographies aériennes; elle contient des renseignements relatifs aux possibilités agrologiques des sols, aux zones érodées et aux types de protection qu'elles exigent, ainsi que les services que l'on envisage de fournir aux agglomérations et les travaux d'infrastructure prévus. Ces renseignements sont complétés par des données recueillies sur le terrain relatives à certains facteurs qui peuvent limiter l'utilisation des sols et qui sont liées à

contains refers to the agrological capacity of soils, eroded areas and the type of control that they require, the provision of urban services and the building of infrastructure. This information is supplemented by field data referring to limiting factors concerning the depth, drainage and stone content of the soils, availability of water, salinity, sodium content, erosion, and so on.

Climatic Map: This is prepared jointly by the Instituto de Geografía of the Universidad Nacional Autónoma de México and CETENAL at a scale of 1:500,000 and contains the climatic zoning of the Republic in accordance with the Köeppen system, modified by Enriqueta García. It also presents the climographs of the stations which are situated within the area covered by the map and which served for its preparation. There are also separate rainfall graphs for those stations, based on recordings over many years.

Urban Map: This is produced for towns of 40,000 inhabitants or more at a scale of 1:5,000. It contains information on urban land use, division into blocks, street names, location of the principal buildings of public interest and industrial zones. For towns of between 5,000 and 40,000 inhabitants, a photographic map is prepared at the same scale and contains basically the same information as the Urban Map.

Population records: These contain detailed data on the location, socio-economic conditions and services available to all those towns the number of whose inhabitants ranges from 300 to 10,000.

Methodology

As already indicated, the main objective of zoning is to delimit homogeneous areas according to their constituent elements so as to obtain from them a similar level of productivity when subject to the same management system.

As an example of this methodology, an area was selected on which CETENAL had full information and which corresponded to the region of Fresnillo, Zacatecas State.

For that area, the "successive cartographic synthesis" system was followed, with an analysis firstly of climatic conditions, then of geomorphology and geology, and subsequently of vegetation and soil conditions in regard to the most influential factors in that region, such as depth and salinity. The zoning thus obtained was subdivided even further on the basis of human activities, with an indication of current land use and management systems; among the latter, only irrigation was considered.

The field information corresponding to the various maps was analysed in detail and finally a field check was carried out.

The most suitable use is indicated for each area, account being taken of the environmental conditions and the human activity carried out in each of them.

In order to describe each unit and facilitate definition of the best use, a numerical indicator was constructed in which each digit of the decimal scale represents a different characteristic.

l'épaisseur, au drainage des sols, à l'abondance des pierres, aux ressources en eau, à la salinité, à la teneur en soude, à l'érosion, etc.

Carte des climats : établie au 1/500 000, conjointement par l'Institut géographique de l'UNAM et par la CETENAL, elle contient un zonage par climats du pays conformément au système de Köeppen modifié par Enriqueta García. Elle comporte en outre les climogrammes des stations qui se trouvent dans la zone représentée par la carte et qui ont servi à son élaboration. Il existe aussi des graphiques distincts de la variation des précipitations enregistrées par ces stations sur un grand nombre d'années.

Carte urbaine : on l'établit au 1/5 000 pour les agglomérations possédant un nombre d'habitants supérieur ou égal à 40 000. Elle comporte des renseignements sur l'occupation des sols en milieu urbain, la division en pâtés de maisons, le nombre de rues et l'emplacement des principaux édifices d'utilité publique et des zones industrielles. Pour les bourgs possédant entre 5 000 et 40 000 habitants, on établit une photocarte à la même échelle qui contient pratiquement les mêmes renseignements que la carte urbaine.

Fiches d'agglomération : elles comportent des renseignements détaillés sur l'emplacement, les conditions socio-économiques et les services de l'ensemble des agglomérations dont le nombre d'habitants varie entre 300 et 10 000.

Méthode de travail

Comme il a été indiqué, l'objectif principal du zonage consiste à délimiter des zones qui soient homogènes par leurs éléments constitutifs, de telle sorte qu'exploitées de la même manière elles aient la même productivité.

En guise d'exemple et afin d'illustrer la méthode suivie, on a sélectionné une zone correspondant à la région de Fresnillo (Zacatecas), sur laquelle la CETENAL possède des renseignements complets.

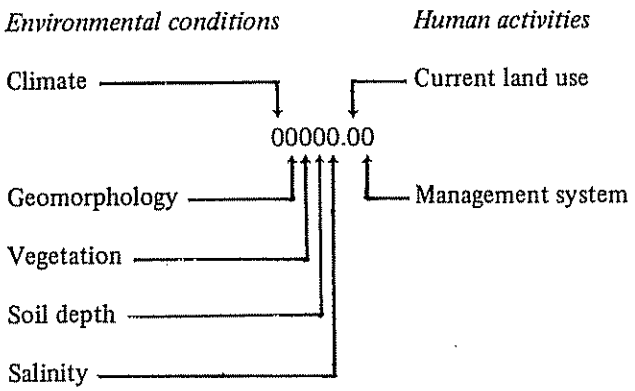
Pour cela, on a utilisé le système de la "synthèse cartographique successive", en analysant, en premier lieu, les conditions climatiques, puis la géomorphologie et la géologie, et, enfin, le type de végétation et les caractéristiques des sols en fonction des facteurs les plus importants pour cette région, par exemple leur épaisseur et leur salinité. Ce zonage obtenu, on l'a subdivisé à nouveau, en fonction de l'activité humaine, en indiquant l'utilisation actuelle du sol ainsi que les systèmes d'exploitation; pour ces derniers, on a tenu compte uniquement de l'irrigation.

On a analysé avec soin les renseignements recueillis sur le terrain et figurant sur les différentes cartes et l'on a effectué ensuite une vérification sur le terrain.

On a indiqué l'usage correspondant le mieux à chaque zone, en tenant compte des caractéristiques mésologiques et des activités humaines pour chacune d'entre elles.

Pour caractériser chaque unité et définir plus facilement quelle est l'utilisation la plus rationnelle, on a établi un code numérique sous forme d'un nombre décimal dans lequel chaque chiffre, selon sa position, représente une caractéristique différente.

MODEL UNIT INDICATOR



In accordance with the aforementioned criteria, the following characteristics were taken into account in the preparation of the key for the area covered by this study.

DESCRIPTION OF THE KEY

Environmental conditions

Climate

10,000—Subhumid temperate
20,000—Semiarid temperate

Land forms

1,000—Alluvial slopes and fans
2,000—Mesas, gentle gradients
3,000—Hilly
4,000—Mountain valley
5,000—Valley
6,000—Plain
7,000—Eminences on plain
8,000—Depressions on plain

Vegetation (type)

100—Pine forest
200—Oak-pine forest
300—Grassland
400—Microphyllous desert scrub
500—Thick-stemmed scrub
600—Halophilous plants
700—Chaparral
800—Mesquite

Soil depth

10—Deep soils (>100 cm)
20—Moderately deep soils (50-100 cm)
30—Thin soils (< 50 cm)

Salinity

1—Slightly saline soils (4-8 mmhos/cm²)
2—Moderately saline soils (8-15 mmhos/cm²)
3—Highly saline soils (> 16 mmhos/cm²)

Human activities

Current land use

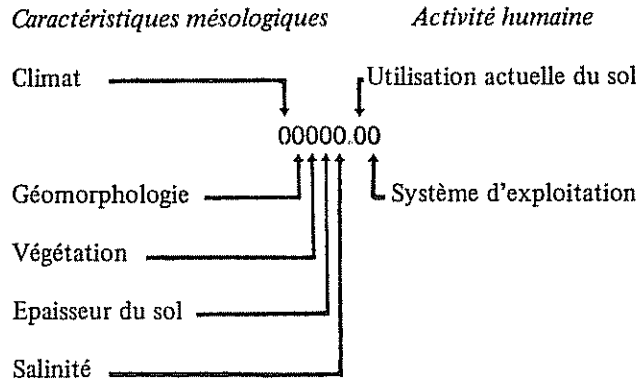
1—Agricultural
2—Forestry
3—Livestock

Management system

01—Irrigation works

Finally, a map was prepared on the scale 1:250,000 showing the results of the zoning (see figure 99).

MODÈLE DE CODE PAR UNITÉ DE ZONE



Conformément aux critères indiqués, on a étudié, pour l'élaboration de la légende de la zone servant d'exemple à la présente étude, les caractéristiques suivantes :

DESCRIPTION DE LA LÉGENDE

Caractéristiques mésologiques

Climat

10 000 — Tempéré subhumide
20 000 — Tempéré semi-aride

Géomorphologie

1 000 — Terres basses et dépôts alluviaux
2 000 — Plateaux, collines en pente douce
3 000 — Zone montagneuse
4 000 — Vallée de montagne
5 000 — Vallée
6 000 — Plaine
7 000 — Hauteur en plaine
8 000 — Dépression en plaine

Végétation (type)

100 — Forêt de pins
200 — Forêt de chênes verts et de pins
300 — Pâturage
400 — Maquis désertique microphylle
500 — Maquis crassicaule
600 — Végétation halophile
700 — Genévriers de Sabine
800 — Acacias

Epaisseur du sol

10 — Sol épais (supérieur à 100 cm)
20 — Sol d'épaisseur moyenne (de 50 a 100 cm)
30 — Sol mince (inférieur à 50 cm)

Salinité

1 — Sols à faible salinité (de 4 à 8 mmhos/cm²)
2 — Sols à salinité moyenne (de 8 à 15 mmhos/cm²)
3 — Sols à forte salinité (supérieure à 16 mmhos/cm²)

Activités humaines

Utilisation actuelle du sol

0,1 — Agriculture
0,2 — Forêts
0,3 — Elevage

Système d'exploitation

0,01 — Irrigation

On a élaboré enfin une carte au 1/250 000 (voir figure 99) où est exposé le résultat du zonage.

Conclusions

1. On the basis of the CETENAL information, it is possible to define, within specific limits, areas where there is a homogeneity of constituent elements, both physical and biological.

2. On the basis of the above, it is possible to:

(*a*) Determine the most appropriate use for agriculture, livestock farming, forestry, conservation, recreation etc. and to define a number of management systems designed to preserve the ecological balance;

(*b*) Improve planning for the development of natural resources;

(*c*) Determine the best locations for research and testing centres for proper extrapolation of findings.

3. In view of the wide variety of factors involved in defining areas, studies of this type must be carried out by interdisciplinary working groups.

Conclusions

1. En s'appuyant sur les renseignements fournis par la CETENAL, il est possible de définir, dans certaines limites, des zones homogènes selon leurs éléments constitutifs, physiques et biologiques.

2. En se fondant sur ce qui est exposé ci-dessus, il est possible :

a) De déterminer l'utilisation la plus appropriée pour l'agriculture, l'élevage, la sylviculture, la protection des ressources, les loisirs, etc., ainsi que de définir des systèmes d'exploitation qui ne modifient pas l'équilibre écologique.

b) D'effectuer une meilleure planification de l'utilisation des ressources naturelles.

c) D'installer aux endroits appropriés des centres de recherche et d'expérimentation pour extrapoler correctement les résultats obtenus.

3. Etant donné la diversité des facteurs qui interviennent dans la définition des zones, il est nécessaire que ce type d'étude soit effectué par des groupes de travail interdisciplinaires.

Introducción

El panorama nacional, por lo que respecta al aprovechamiento de los recursos naturales relativos a los campo agropecuario y forestal, es definitavamente poco halagador. Algunos de los hechos y fenómenos más espectaculares que con frecuencia se observan son: la desaparición de la vegetación y la fauna en grandes áreas, el acelerado avance de la erosión que convierte grandes extensiones de terrenos en eriales, y ocasiona además de la pérdida de los suelos, inundaciones y azolves, con grandes daños materiales para el país.

En lo que a agricultura se refiere, la mayoría de la población dedicada a esta actividad practica una agricultura de subsistencia por muy diversos factores: minifundio, carencias de agua para riego, tecnología, créditos, asistencia técnica, fertilizantes, etc., lo que trae como consecuencia una baja producción, derivando de ello una insuficiencia de satisfactores alimenticios, industriales y de otra índole, con serias repercusiones en la balanza de pagos.

La producción pecuaria, en las regiones áridas y semiáridas del país, se ve cada vez más restringida debido al agotamiento de los pastizales naturales propios de esas zonas, ocasionado básicamente por el sobrepastoreo al que han sido sometidos por largo tiempo.

Las regiones forestales, muy especialmente las de selvas, año con año se ven disminuidas a causa de los desmontes, con el fin de aprovechar los suelos para la agricultura o la ganadería, ocasionando no sólo la disminución del potencial forestal, sino la degradación o pérdida de esos suelos.

Aun cuando se han realizado esfuerzos considerables en la investigación y experimentación tendientes a resolver una serie de problemas de los ya enumerados, en muchos casos todavía estamos lejos de la solución. Debido a la insuficiencia de centros experimentales y de investigación, los resultados obtenidos en ellos se generalizan para grandes áreas, donde muchas veces las condiciones ecológicas son diferentes a las de estos centros, con lo cual, la validez de dichos resultados implica un alto grado de incertidumbre.

El aprovechamiento de los recursos naturales disponibles debe hacerse en forma racional y para ello no basta con el conocimiento previo en forma cualitativa y cuantitativa, sino que es necesario conocer las interacciones entre los elementos del medio físico y biótico, para analizarlos como un todo, y de ello derivará como efecto resultante el uso y manejo más adecuado, sin que se vea comprometida su productividad futura.

Objetivos

El presente trabajo pretende ilustrar cómo, por medio de la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), es posible definir áreas en las cuales la interacción de los elementos del medio físico y biótico se presenta sensiblemente de manera homogénea, de forma tal que es de suponer que dichas áreas tendrán el mismo potencial de uso y, por ende, el manejo y aprovechamiento deberán ser semejantes. Con base en esta delimitación podremos:

a) Determinar el uso más adecuado de cada área para la agricultura, ganadería, explotación forestal, recreación, etc.;

b) Establecer lineamientos para elegir prácticas adecuadas para la explotación, conservación y protección de los recursos existentes;

c) Fundamentar las bases para realizar trabajos de investigación y experimentación, así como poder aplicar adecuadamente los resultados obtenidos;

d) Localizar las áreas ecológicamente más adecuadas para la creación de nuevos centros de población y zonas industriales.

A fin de lograr los objetivos citados se desarrolla una metodología aplicada, a manera de ejemplo, en una zona

correspondiente al Estado de Zacatecas, donde existe información de CETENAL.

Antecedentes

En relación con este trabajo de "Zonificación", se han realizado en México y otros países una serie de trabajos tendientes a definir zonas donde los factores del medio físico-biótico se comporten sensiblemente igual, para ser aprovechados con fines diversos.

En 1964, el Servicio de la Carta de la Vegetación de Francia, en Tolosa, llevó a cabo un estudio del medio físico y biótico, en la cuenca alta del río Adour, departamento Altos Pirineos, con la finalidad de definir zonas equipotenciales, empleando el Método de Síntesis Cartográfica Sucesiva.

En el año de 1972, León, R. realizó un trabajo sobre el levantamiento fisiográfico, como una alternativa para recomendaciones regionales del uso de la tierra.

Apoyado, en parte, en el trabajo de León, R. en 1974, Peña O., B. et al. presentaron un trabajo que incluye las conclusiones acerca del levantamiento fisiográfico y su valor para las recomendaciones de productividad de suelos.

En 1974, durante la III Convención CETENAL, se planteó la posibilidad de llevar a cabo un levantamiento de tipo fisiográfico a nivel experimental, cuyos objetivos principales serían analizar la factibilidad y conveniencia de su aplicación en México, así como el de poder definir una metodología de trabajo para este tipo de levantamientos.

En otros países como Uganda, Nueva Guinea, Inglaterra y Canadá, se han realizado varios trabajos y estudios relacionados con la cartografía fisiográfica.

Factores que determinan la zonificación

La información que se requiere para este tipo de zonificación puede ser muy variada, según los fines y el nivel de detalle con que se desee realizar. De una manera general se pueden considerar como básicos los siquientes conceptos.

1. *Situación geográfica*

Además de la ubicación del área, la latitud y la altitud juegan un papel ecológico primordial.

2. *Topografía*

Con base en esta información, se pueden precisar la geoforma, la pendiente y la exposición, que son factores que determinan muy variadas condiciones ecológicas.

3. *Climatología*

El conocimiento del clima de una región, sobre todo la temperatura y precipitación, facilitará cualquier zonificación, ya que está íntimamente relacionado con todos los recursos naturales, muchos de los cuales dependen directamente de él.

4. *Hidrología*

En una zonificación de esta índole, el conocimiento del agua disponible para diferentes usos es básico. En primera instancia se pueden considerar los cuerpos de agua, su calidad y el nivel freático.

5. *Geología*

La litología de un terreno es uno de los principales factores geológicos que se deben considerar, por estar relacionados con la formación de los suelos y con la distribución de la vegetación natural.

6. *Suelo*

Siendo este factor el que sustenta no sólo a la vegetación natural, sino a todos los usos que el hombre le ha dado; la información referente al tipo de suelo, profundidad, susceptibilidad de erosión, sodicidad y alcalinidad, su capacidad de uso, así como otros factores limitantes del mismo, se hacen indispensables en la zonificación.

7. *Vegetación*

Considerando que la vegetación natural es el reflejo de las condiciones ecológicas que rigen en una región determinada, el conocimiento del tipo, estructura, composición florística, usos y grado de perturbación es indispensable en la correlación ecológica, donde el hombre desempeña un papel destacado, en cuanto a su aprovechamiento.

8. *Agricultura*

El tipo de agricultura que se lleva a cabo en una zona determinada, los cultivos, las técnicas agrícolas y su producción son indicadores del grado de factibilidad de su desarrollo en esa o en otras áreas similares.

9. *Ganadería*

El análisis de la vegetación forrajera, tanto pastizales como vegetación de ramoneo, su condición, tipo de ganado y los índices de agostaderos son de primordial importancia para delimitar zonas con diverso grado de potencial pecuario.

10. *Silvicultura*

El conocimiento de los recursos forestales de una región que concierne al tipo de bosque o selva, las especies de mayor explotación, el grado de disturbio, su distribución, producción, etc., son elementos fundamentales para la zonificación de este recurso.

11. *Centros de población*

La distribución de los núcleos de población, está relacionada directamente con el grado de afectación de los recursos naturales, y se puede apreciar en la cartografía cuál es la tendencia de uso de esos recursos, así como las necesidades de un mejor aprovechamiento.

12. *Infraestructura*

Las vías de acceso al área de estudio y los servicios que existen en las poblaciones son factores de suma importancia en la zonificación, ya que facilitan que se lleven a cabo los diversos programas o planes de desarrollo.

Las necesidades de este tipo de información pueden observarse en la figura 98.

Información que proporciona CETENAL

Los resultados de los estudios que realiza la Comisión se representan en diferentes formas; una de ellas es la de cartas, las que se elaboran con base en fotografías aéreas y se complementan con informes de campo y laboratorio.

Fotografías aéreas

Este material básico para la ejecución de los trabajos de CETENAL se obtiene con equipo propio a escalas 1:50.000 y 1:25.000 en blanco y negro o color. Las primeras son utilizadas en la elaboración de la Carta Topográfica y en las de 1:25.000 se realiza la fotointerpretación para elaborar las cartas temáticas, las cuales se editan a la escala de 1:50.000.

Carta Topográfica

Es elaborada con fotografías aéreas a escala 1:50.000, mediante equipo y apoyo de alta precisión y contiene la representación gráfica de los diferentes accidentes del terreno, con curvas de nivel, cuya equidistancia vertical es de 10 ó 20 m., dependiendo de la zona; incluye también la hidrografía, poblaciones y demás obras debidas al hombre, etc.

Carta Geológica

Contiene la clasificación litológica y de suelos con respecto a su origen, minería, materiales para construcción, pozos, norias, aeromotores y manantiales. La información de campo complementaria se refiere a datos socioeconómicos, así como a la posibilidad de obtener agua subterránea.

Carta de Uso del Suelo

Contiene información referente a la cubierta vegetal, a la agricultura y ganadería, áreas desprovistas de vegetación, servicios fundamentales con los que cuentan las poblaciones, número de habitantes, zonas industriales y arqueológicas, etc.

La carta se complementa con información de campo, donde se detallan las características específicas de la vegetación que se refieren a condición, estructura y composición florística. Con respecto a los demás usos que se señalan en la carta, se indican los principales aspectos socioeconómicos.

Carta Edafológica

Realizada de la misma manera que las anteriores, contiene la clasificación taxonómica de los suelos según el sistema unificado FAO-UNESCO, modificado por CETENAL, de acuerdo a su morfología y propiedades físicas y químicas. Esta información se complementa con datos de campo y laboratorio, tales como características morfológicas de los perfiles del suelo, determinaciones físicas y químicas, y algunas propiedades particulares.

Carta de Uso Potencial

Como las anteriores, se elabora con fotografías aéreas; la información que contiene se refiere a la capacidad agrológica de los suelos, áreas erosionadas y tipo de control que requieren; proposición de servicios a poblaciones y de obras de infraestructura. Esta información se complementa con datos de campo referentes a factores limitantes relacionados con la profundidad, drenaje y pedregosidad de los suelos, disponibilidad de agua, salinidad, sodicidad, erosión, etc.

Carta de Climas

Elaborada en forma conjunta por el Instituto de Geografía de la UNAM y CETENAL a escala 1:500.000, contiene la zonificación climática de la República de acuerdo al sistema de Koeppen modificado por Enriqueta García. Presenta además los climogramas de las estaciones que se encuentran dentro de la zona que comprende la carta y que han servido para la elaboración de la misma. También se dispone, por separado, de gráficas de variabilidad de la lluvia para aquellas estaciones con un gran número de años de registro.

Carta Urbana

Se realiza para poblaciones de 40.000 habitantes o más, a escala 1:5.000. Contiene información referente a uso del suelo urbano, división por manzanas, nombre de calles, ubicación de los principales edificios de interés púbico y zonas industriales. Para poblaciones entre 5.000 a 40.000 habitantes se hace un fotomapa a la misma escala, el cual contiene básicamente la misma información que la Carta Urbana.

Fichas de Población

Contienen información detallada sobre datos de ubicación, condiciones socioeconómicas y servicios de que disponen todas aquellas poblaciones cuyo número de habitantes fluctúa entre 300 y 10.000.

Zonificación agropecuaria y forestal de la región de Fresnillo, Zacatecas

Para efectuar la zonificación se ha desarrollado una metodología aplicada a la región de Fresnillo, Zacatecas, a manera de ejemplo. La zona está comprendida en las Cartas Topográfica, Geológica, Uso del Suelo, Edafológica y de Uso Potencial, siguientes:

F13-B35: Mesillas;
F13-B36: Baluarte;
F13-B37: Rancho Grande;
F13-B45: Corrales;
F13-B46: Presa Gobernador Leobardo Reynoso;
F13-B47: Fresnillo;

todas a escala 1:50.000, así como en una sección de la Carta de Climas 14Q-II (Zacatecas), a escala 1:500.000.

Descripción de la zona

Generalidades

La zona de estudio se encuentra ubicada entre los 23°00' y 23° 30' de latitud Norte y entre los 102° 40' y 103° 40' de longitud Oeste, hacia la parte central del Estado de Zacatecas. La altitud sobre el nivel del mar varía de los 2.040 m en sus partes más bajas en la llanura y los 2.945 m en la cima del cerro Chapultepec, situado en el norte del área de estudio.

La porción oriental cuenta con mayores facilidades de comunicación ya que la atraviesan, de sureste a noroeste y norte, las carreteras nacionales 45 a Durango y 49 a Torreón. La carretera estatal de terracería Fresnillo-Valparaíso pasa por el extremo sureste de la región, y existen además

en el resto del área varios caminos de mano de obra de difícil acceso en época de lluvias. La zona de estudio cuenta además con el servicio del ferrocarril México-Cd. Juárez.

El área comprende una de las partes más pobladas del Estado. Fresnillo, con sus 43.416 habitantes, es la segunda ciudad importante de Zacatecas. Existen además alrededor de doce poblaciones que tienen entre 1.000 y 3.000 habitantes.

Es interesante hacer mención de la existencia de varias colonias de menonitas en el valle de la Batea, al poniente de la región estudiada.

Las principales actividades son la agricultura, la ganadería y, en menor grado, la explotación forestal, principalmente de recolección de piñón. La industria minera de cierta importancia está concentrada en Fresnillo y Plateros, donde se explota principalmente plomo, zinc y, en baja escala, plata.

Geomorfología

El área de estudio se localiza en los límites de la Meseta Central de México (o Altiplano Mexicano) y la Sierra Madre Occidental[1], por lo que presenta una porción más o menos plana hacia el oriente y otra montañosa al poniente.

Se pueden diferenciar las siguientes geoformas: sierras con abundancia de barrancas, bajadas y abanicos aluviales, así como valles intermontanos al occidente; hacia la Meseta Central se localiza una llanura aluvial con pequeñas eminencias y algunas depresiones; en la parte mediana próxima a la sierra, se encuentra un amplio valle que se abre a la llanura.

Clima

Por situación geográfica, el área en cuestión se localiza en la zona semidesértica del país, donde el régimen climático es de tipo extremoso; la precipitación y las bajas temperaturas invernales juegan un papel muy importante sobre los recursos naturales.

La precipitación media anual hacia el este de la zona es de aproximadamente 420 mm, los que se concentran en los cuatro meses más cálidos, de junio a septiembre. La temperatura media del mes más caliente es superior a los 18° C. Los meses más secos coinciden con las temperaturas más bajas del invierno, comprendidas entre -3° C y 18° C.

En la parte montañosa, al oeste, el clima es ligeramente más húmedo y más fresco, aunque de igual manera extremoso, con una oscilación térmica anual entre 7° C y 14° C.

En general se puede decir que existe un gradiente de humedad que se incrementa de oriente a poniente, a medida que aumenta la altitud, lo cual puede comprobarse con la distribución de las comunidades vegetales del área.

Las fórmulas climáticas para estas dos porciones de la zona son las siguientes: BS1kw(w)(e) o sea seco estepario, templado con verano cálido y lluvioso, oscilación térmica extremosa; y el C(w) (w) b (e) que es el más seco de los climas templados subhúmedos con verano fresco y lluvioso, y oscilación térmica extremosa.

[1] Raisz, E. 1964, *Landforms of Mexico*, Cambridge, Mass. E.U.A., 1964

Geología

Hacia el este de la zona dominan los aluviones con afloramientos de rocas ígneas extrusivas ácidas, principalmente riolitas e ignimbritas, así como basaltos. Se localizan también algunas áreas sedimentarias donde se mezclan calizas y lutitas por un lado, y areniscas y lutitas por otro.

En la porción occidental, en la zona montañosa, dominan las rocas extrusivas ácidas (riolitas e ignimbritas), y existen también rocas básicas (basalto principalmente). En algunos lugares afloran areniscas y conglomerados.

Hidrología

En el área no se encuentran corrientes de agua de gran consideración, pero las existentes son de importancia ya que son aprovechadas principalmente en la agricultura.

La parte montañosa da origen a escurrimientos que van a formar una serie de ríos, de los cuales el Aguanaval es el más importante de la zona. Atraviesa el valle central, en dirección suroeste noreste para terminar en la región lagunera. Su cuenca es la que ocupa mayor superficie en el área y, al inicio del valle, sus aguas son retenidas por la presa Gobernador Leobardo Reynoso, de la cual parten una serie de canales para riego.

Otras corrientes menores forman parte de las cuencas de los ríos Mezquital, Atengo y Valparaíso, los que drenan hacia el Océano Pacífico.

Al suroeste existen tres presas pequeñas: San José, Valle y el Saucillo, las que sirven para regar una pequeña superficie de terreno. En el resto del área irrigada, el agua proviene de pozos profundos.

Hacia la parte oriental, sobre todo al este y norte de Fresnillo, existen pequeñas depresiones donde se forma una serie de lagunas de agua salada.

Suelos

Las características y distribución de los suelos en la zona de estudio guardan una estrecha relación con la geomorfología y climatología fundamentalmente.

En las bajadas y abanicos aluviales donde el clima es templado subhúmedo, los suelos son de mediana profundidad, ricos en materia orgánica y nutrientes, y muy susceptibles a la erosión; su clasificación en el sistema FAO/UNESCO (1968) es de Castañozem y Phaeozem. En las mismas geoformas, pero en clima templado semiárido, siguen presentándose suelos de mediana a poca profundidad, también muy susceptibles a la erosión pero con menor contenido en materia orgánica y nutrientes, ya que naturalmente soportan una cubierta vegetal menos densa que los anteriores, debido precisamente al clima; clasificados como Fluvisol y Xerosol principalmente y, al igual que los situados en la otra variante climática, en fases dúricas (Tepetate), petrocálcicas (caliche) o líticas (roca).

En las mesas y lomeríos con pendiente suave, se encuentran suelos de mediana y poca profundidad, los que dependen también del clima y la cubierta vegetal, son más o menos ricos en materia orgánica y nutrientes; clasificados como Phaeozem en las áreas en las que la vegetación arbórea se intercala con pastizales (climas secos), Luvisol y Cambisol en donde predomina la vegetación forestal arbó-

rea (climas más húmedos); en ambos casos se presenta generalmente una fase lítica a diferentes profundidades, pero casi siempre a menos de un metro.

En las geoformas montañosas, el clima pierde un poco de significado en lo que a suelos se refiere, ya que en cualquier condición climática, los suelos son muy delgados, sobre fase lítica presente a menos de 25 cm de profundidad; generalmente por la topografía muy accidentada son propensos a la erosión si se destruye la cubierta forestal que sustenta; su clasificación es de Litosol con algunas inclusiones de Cambisol, Litosol y Phaeozem.

En los valles intermontañosos se presentan suelos profundos, de textura fina (arcillosa) y generalmente con problemas ocasionados por drenaje deficiente; su clasificación es de Fluvisol gléyico y Luvisol principalmente.

En el valle del río Aguanaval, en las áreas más cercanas a las sierras, se encuentran suelos medianamente profundos, los que por tener cierta susceptibilidad a la erosión requieren de control para evitar el demérito de este recurso; se clasifican como Cambisol, Luvisol, Xerosol y Phaeozem principalmente, con fases lítica y dúrica entre 50 y 100 cm de profundidad. En la parte central de este valle, los suelos son profundos, ricos en materia orgánica y nutrientes en el caso de Castañozem y Planosol, y sólo en nutrientes en el caso del Fluvisol; las características físicas del Planosol, particularmente la presencia de un estrato profundo de lenta permeabilidad, condicionan situaciones de mal drenaje, son erosionables y tienden a demeritarse por retener sales y sodio que los pueden tornar improductivos en cultivos agrícolas si son regados con aguas de mala calidad.

Los suelos de la llanura son delgados a medianamente profundos, limitados por la presencia de fases petrocálcicas y dúricas, con bajo contenido en materia orgánica y nutrientes, y susceptibles a la erosión; se clasifican como Xerosol y Yermosol; este último es particularmente pobre en materia orgánica.

En las eminencias en la llanura, se encuentran suelos muy delgados en fase lítica y afloramientos rocosos, que se clasifican fundamentalmente como Litosoles.

Las depresiones en la llanura condicionan suelos que se ven afectados de manera progresiva por la presencia de sales y sodio, conforme se aproximan al centro de dichas depresiones; por esta ubicación geomorfológica, son prácticamente irrecuperables. Se clasifican como Xerosol, Phaeozem y Solonchak principalmente, con las mencionadas fases salinas y sódicas.

Vegetación y uso actual del suelo

Los tipos de vegetación existentes se caracterizan por estar estrechamente relacionados con el clima y los suelos. Se les puede reconocer por su fisonomía, composición florística y características ecológicas. En las partes más secas de la llanura dominan comunidades de matorrales inermes y espinosos; en la transición hacia condiciones más húmedas, dominan los pastizales naturales, y en las sierras, los bosques. En las depresiones de la llanura, la vegetación halófila es preponderante, y en las áreas montañosas que han sufrido desmontes y fuegos es frecuente observar chaparrales.

Los principales tipos de vegetación encontrados en la zona de estudio se señalan a continuación.

a) *Matorral desértico micrófilo*. Se derarrolla principalmente en las condiciones más secas en el oriente de la zona y se prensenta bajo la forma de matorrales inermes y espinosos mezclados en proporciones variables. En ellos se pueden distinguir tres estratos, y es el estrato medio el que domina y le da fisonomía.

Los principales componentes son la gobernadora *(Larrea tridentata)*, hojasén *(Flourensia cernua)*, cardenche *(Opuntia imbricata)*, huizachillo *(Acacia constricta)*, uña de gato *(Mimosa biuncifera)*, sangregrado *(Jatropha dioica)*, parreleño *(Dissodia acerosa)*, zacate borreguero *(Erioneuron pulchellus)*, mezquite *(Prosopis laevigata)*, palma china *Yucca decipiens)*, etc.

b) *Matorral crasicaule*. Se distribuye principalmente bajo la forma de nopalera, sobre litosoles (suelos muy delgados) o en lugares con afloramientos de rocas, principalmente ígneas extrusivas. Los elementos constitutivos de este tipo de vegetación son principalmente el nopal duraznillo *(Opuntia leucotricha)* y nopal cardón *(Opuntia streptacantha)*. Otras especies son: mezquite *(Prosopis laevigata)*, palma china *(Yucca decipiens)*, engordacabras *(Dalea tuberculata)*, anillo *(Calliandra eriophylla)*, tatalencho *(Gymnosperma glutinosum)*, mariola *(Parthenim incanum)*, zacate navajita *(Bouteloua gracilis)*, banderilla *(Bouteloua curtipendula)*, oreja de ratón *(Dichondra argentea)*, etc.

Por la presencia de bastantes especies forrajeras, este tipo de vegetación se encuentra muy afectado por la ganadería.

c) *Pastizales*. En los declives de la sierra, entre los matorrales áridos de la llanura y los bosques de la parte alta, se distribuye en extenso pastizal de navajita (Bouteloua gracilis), que por lo general se encuentra sobrepastoreado.

Esta área a su vez ha sido una de las más afectadas por la agricultura tanto de temporal como de riego, por lo que a veces solamente se observan manchones de este zacate en las partes más protegidas.

Los principales elementos que componen este pastizal son los siguientes: zacate navajita *(Bouteloua gracilis)*, zacate banderilla *(Bouteloua curtipendula)*, zacate lobero *(Lycurus phleoides)*, zacate borreguero *(Erioneuron pelchellum)*, varias especies de Muhlenbergia, Sporobolus, etc., por lo que se refiere a los pastos. Pueden existir especies arbustivas, pero con baja cobertura, debido a lo aislado con que suelen encontrarse. Dentro de estos últimos destacan los nopales como el duraznillo y el cardón, así como el huizachillo *(Acacia constricta)*, uña de gato *(Mimosa biuncifera)*, mezquite *(Prosopis laevigata)* y huizache *(Acacia farnesiana, A. shaffneri)*; entre las herbáceas, no gramíneas, son frecuentes *Dichondra, Plantago, Oxalis, Tagetes, Stevia, Commelina,* etc.

En las pequeñas cuencas cerradas de la llanura se desarrollan especies características de terrenos salinos como: zacate salado *(Distichlis spicata), Sporobolus spp., Flaveria sp., Lycium carolinianum*, etc.

d) *Chaparral*. En la parte montañosa, arriba de la zona de pastizales y mezclándose con el bosque, es frecuente observar comunidades arbustivas a veces bastante densas, formadas principalmente por manzanita *(Arctostaphylos pungens)* y encinos *(Quercus spp.)*. En áreas escarpadas dentro del bosque de pino-encino, suelen encontrarse asociaciones dominadas por manzanita, muchas de las cuales quizás sean producto de fuegos periódicos.

e) *Bosques*. Los bosques que se encuentran en esta región se distribuyen en la parte montañosa, generalmente por encima de la cota de los 2.200 m. Se distinguen cuatro condiciones de masa forestal de acuerdo con sus características ecológicas y su composición florística.

Bosque de pino piñonero. Se presenta en las condiciones más secas del clima templado-subhúmedo y en altitudes similares a las del bosque de encinos. Es una comunidad de árboles menores de 10 m en las partes menos húmedas del área de su distribución, con coberturas generalmente bajas.

La composición florística es relativamente pobre, con *Pinus cembroides* (pino piñonero) como dominante en el estrato arbóreo. Suelen acompañarse con las siguientes especies: encinillo *(Quercus sp.)*, manzanita *(Arctostaphylos pungens)*, sotol *(Dasylirion cedrosanum)*, palma *(Yucca sp.)* y jarilla *(Bacharis aff. conferta)*. Su explotación está basada en la recolección del piñón y en la explotación de madera para uso doméstico.

Bosque de encino. Ocupa áreas intermedias entre los pastizales y los bosques mixtos de encino y pino. Con el primero, forma una franja ecotonal con fisonomía de "parque". La especie dominante en el área de estudio es *Quercus grisea*, el que se distingue por sus copas redondeadas. Otras especies conspicuas son: piñonero *(Pinus cembroides)*, encinillo *(Quercus emory)*, nopal duraznillo *Opuntia leucotricha)*, engordacabra *(Dalea sp.)*. El aprovechamiento de este bosque es de tipo doméstico y para ganadería.

Bosque de pino-encino. Ocupa la mayor parte de la superficie boscosa del área. La distribución está relacionada con condiciones intermedias de humedad entre los bosques de pino y los de pino-encino.

Es una de las comunidades arbóreas más ricas en especies; está dominada por el pino piñonero asociado a encinos *Quercus spp.)*, pino chino *(Pinus leiophylla)*, táscate *(Juniperus spp.)*, madroño *(Arbutus xalapensis)*, manzanita *(Arctostaphylos pungens)*, tepame *(Acacia pennatula)*, jarilla *(Baccharis conferta)*, sotol *(Dasylirion sp.)*, zacate navajita *(Bouteloua gracilis)*, zacate garañón *(Aristida adsencionis)*, etc. Su aprovechamiento es principalmente para uso doméstico, recolección de piñón y ganadería.

Bosque de encino-pino. Se desarrolla en el clima templado-subhúmedo, principalmente en la porción montañosa en el SW del área y se continúa hacia la Sierra de Valparaíso. En esta comunidad se encuentran otras especies de pinos de mayor valor económico desde el punto de vista maderable, por lo que ha sufrido fuertes desmontes en el pasado, siendo esto una de las causas del predominio aparente de los encinos.

Esta masa forestal con alturas cercanas a los 15 m está caracterizada por la presencia de las mismas especies de encinos *(Quercus grisea, Q. emory y Q. rugosa)* que se desarrollan en el bosque de pino-encino. En menos proporción se encuentran el pino trompillo *(Pinus oocarpa)*, pino real *(Pinus engelmannii)* y pino piñonero *(Pinus cembroides)*. Los estratos arbustivos y herbáceos son similares a los del bosque de pino-encino.

El aprovechamiento de este bosque ha sido básicamente la obtención de maderas para construcción y en menor grado para uso doméstico, recolección de semillas y ganadería.

Otras comunidades vegetales. Existen a lo largo de pequeñas escorrentías y en suelos profundos, algunos mezquitales, y a la orilla de las corrientes más importantes, galerías de sabinos *(Taxodium mucronatum)*.

Las áreas ocupadas por mezquitales han sido utilizadas por la agricultura, por lo que en la actualidad su superficie ha sido disminuida. Las galería sabinos son aprovechadas como lugares de esparcimiento.

Agricultura

El tipo de agricultura dominante es la de temporal, con cultivos anuales, sobre suelos de origen aluvial en zonas que anteriormente fueron ocupadas por matorrales crasicaules y pastizales. Se distinguen dos condiciones de esta agricultura.

Zona semiárida. La precipitación promedio anual, que varía de 400 a 500 mm, trae como consecuencia una baja productividad, excepto en partes donde se desarrolla a lo largo de ríos y arroyos con una mayor humedad edáfica. Los principales cultivos en esta zona son el maíz y el frijol y sus rendimientos son los siguientes:

Maíz: 200 a 800 kg/ha;
Frijol: 200 a 1.000 kg/ha.

En pequeñas áreas, favorables por la humedad y el suelo, se reportan para el maíz de 800 a 1.500 kg/ha, y para el frijol de 500 a 1.000 kg/ha.

Zona templada-subhúmeda. Area de poca extensión comprendida en la zona montañosa, con una precipitación anual entre 600 y 700 mm. La agricultura se ve favorecida por una mayor humedad edáfica debido a que el área no cuenta con un drenaje natural. Los cultivos en esta zona son la avena, el trigo y la cebada; sus rendimientos son los siguientes:

Trigo: 700 kg/ha;
Avena: 700 kg/ha;
Cebada: 700 kg/ha.

Son las comunidades de menonitas quienes se encuentran explotando estos terrenos.

Existen dos áreas de agricultura de riego, una por bombeo al este de Fresnillo y otra por gravedad hacia el centro de la zona, en las márgenes del río Aguanaval. En la primera, los principales cultivos y sus rendimientos son como sigue:

Maíz: 1.500 a 2.000 kg/ha; frijol mateado: 1.000 kg/ha; frijol: 3.000 kg/ha; trigo: 2.500 kg/ha; chile (seco): 1.500 kg/ha.

En la segunda zona los cultivos y sus rendimientos son:

Maíz: 1.000 a 3.000 kg/ha; frijol: 1.500 a 4.000 kg/ha; chile (verde): 5.000 kg/ha; chile (seco): 1 000 a 1.500 kg/ha; trigo: 1.000 a 4.000 kg/ha.

Se encuentran también, en menor proporción, durazno, alfalfa, manzano, chícharo y jitomate.

Ganadería

Las áreas de explotación de ganado son las superficies ocupadas por pastizales naturales, matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo y chaparral principalmente; sin embargo, también existe este tipo de actividad en las áreas

boscosas ya que, por lo general, los bosques de esta zona son abiertos, con una capa herbácea formada por zacates.

Los principales tipos de ganado en la zona son, en orden de importancia: caprino, bovino, ovino y equino. El principal problema para el desarrollo de esta actividad es el intenso sobrepastoreo a que las comunidades vegetales señaladas han sido sometidas durante mucho tiempo.

En el valle de los menonitas, una de las principales actividades es la fabricación de quesos.

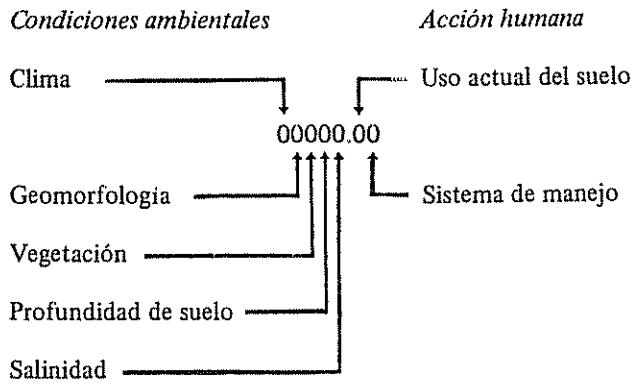
Metodología de trabajo

Como se ha señalado, el objetivo principal de la zonificación es delimitar áreas homogéneas en sus elementos constitutivos, de tal manera que se obtenga de ellas similar respuesta en productividad al ser tratadas bajo un mismo sistema de manejo.

Se señala para estas áreas su uso más adecuado, tomando en cuenta las condiciones ambientales y la actividad humana que se realiza en cada una de ellas.

Con el fin de caracterizar cada unidad y facilitar la definición del uso más adecuado, se ha estructurado una leyenda numérica en donde cada posición del orden decimal representa una característica diferente.

Modelo de clave de unidades



De acuerdo con los criterios indicados, se han considerado para la elaboración de la leyenda del área que ejemplifica este estudio, las características siguientes:

Descripción de la leyenda

Condiciones ambientales

Clima

10 000 — Templado subhúmedo
20 000 — Templado semiárido

Geomorfología

1 000 — Bajadas y abanicos aluviales
2 000 — Mesas, lomeríos con pendiente suave
3 000 — Montuoso
4 000 — Valle intermontano
5 000 — Valle
6 000 — Llanura
7 000 — Eminencias en la llanura
8 000 — Depresiones en la llanura

Vegetación (tipo)

100 — Bosque de pino
200 — Bosque de encino-pino
300 — Pastizal
400 — Matorral desértico micrófilo
500 — Matorral crasicaule
600 — Vegetación halófila
700 — Chaparral
800 — Mezquital

Profundidad de suelo

10 — Suelos profundos (> cm)
20 — Suelos de mediana profundidad (50-100 cm)
30 — Suelos delgados (< 50 cm)

Salinidad

1 — Suelos ligeramente salinos (4-8 mmhos/cm^2)
2 — Suelos moderadamente salinos (8-15 mmhos/cm^2)
3 — Suelos fuertemente salinos (> 16 mmhos/cm^2)

Acción humana

Uso actual del suelo

1 — Agricultura
2 — Forestal
3 — Pecuario

Sistema de manejo

01 — Obras de riego.

Para la delimitación de cada unidad se ha seguido, en forma sucesiva, el orden planteado en la descripción de la leyenda; esto es, se ha separado en primer lugar las condiciones climáticas, en seguida y en orden sucesivo: geomorfología, tipo de vegetación, profundidad de suelos y condiciones de salinidad. La zonificación así obtenida se subdividió aún más atendiendo a actividad humana: uso actual del suelo y sistema de manejo (en este caso únicamente riego).

Finalmente se elaboró un mapa a escala 1:250 000, donde se muestran los resultados de la zonificación (véase la figura 99).

Descripción y discusión de las unidades

A continuación se describe cada una de las unidades definidas para el área de estudio.

Uso agrícola intensivo

25310.11. Debido a la profundidad de suelos y a que cuentan estas unidades con riego, es factible practicar en ellas agricultura durante todo el año, tanto de cultivos anuales, debiendo considerar su viabilidad en atención al clima, como de cultivos permanentes. El riego es proporcionado por la presa Gobernador Leobardo Reynoso. Explotaciones de la vegetación natural no son factibles debido a que ésta prácticamente ha desaparecido.

26320.11. Estas áreas han sido desprovistas de la vegetación primaria para abrirse al cultivo. Por la profundidad de sus suelos, restringen un poco el establecimiento de cultivos de raíces profundas, sin embargo, debido a que disponen de agua para riego, de la misma fuente que las anteriores, se consideran de uso agrícola intensivo.

26410.11. Areas cuyos suelos permiten el establecimiento prácticamente de todos los cultivos de la región, pudiendo desarrollarse éstos durante todo el año, ya que se dispone de riego por bombeo.

Uso agrícola

14310.1. En el área existe aún parte de la vegetación primaria, pastizal, sin embargo, por sus características climáticas y por ser una zona recolectora de humedad, las explotaciones agrícolas son muy favorables — de hecho la mejor agricultura de temporal de la zona de estudio — ; por lo que se considera que este uso es el más adecuado para el área.

25310.1. Son áreas favorables para la agricultura, por sus características de suelo y relieve; están desprovistas de la vegetación natural, sin embargo, dependen de las condiciones de temporal, lo cual las hace adecuadas para esta actividad con restricciones.

25320.1. Análogamente a la unidad descrita en el párrafo anterior, el mejor uso a que pueden dedicarse estas áreas es el agrícola, por sus condiciones de relieve y suelos. Presentan restricciones por depender de la precipitación anual y además excluyen la explotación de cultivos de raíces profundas, debido a la profundidad del suelo.

26410.1. Favorables para agricultura, prácticamente la única restricción que tienen es la baja precipitación anual, la que es aún más baja que en el valle. La vegetación primaria prácticamente ha desaparecido.

Uso pecuario

11320.1. Los suelos de estas áreas, por su topografía y poca profundidad, muestran alta susceptibilidad a la erosión, haciéndolos poco aprovechables desde el punto de vista agrícola. Las condiciones del clima favorecen el buen desarrollo del pastizal aun cuando se deben realizar prácticas cuidadosas para su manejo. Por ello se considera que su uso más adecuado es el pecuario. El uso agrícola que se practica en el área obedece a la necesidad de subsistencia de las poblaciones aledañas, sin embargo propicia la erosión existente.

12320.3. Son áreas análogas a la anteriormente descrita, con excepción de la topografía, la que es más accidentada, la cual propicia la erosión. Por lo anterior se considera adecuada para uso pecuario incluso cuando las práticas de manejo deben ser más cuidadosas que en el caso anterior.

21320.1. Estas áreas, también ubicadas en bajadas aluviales, se ven restringidas para labores agrícolas por ser erosionables, tanto por su topografía como por las condiciones de clima, que al ser más desfavorables reducen la cubierta vegetal que las protege. Las áreas que están bajo cultivo muestran procesos avanzados de erosión. En atención a ello se considera que su uso debe ser pecuario, aun cuando las condiciones favorables de clima disminuyen, con relación a las anteriores; el número de cabezas de ganado por unidad de superficie que pueden sostener debe ser menor.

22520.3. Por su topografía, condiciones edáficas y vegetación existente en el área, se consideran unidades favorables para el uso pecuario, aunque la condición actual de la vegetación (matorral crasicaule) no permite sostener un número alto de cabezas por unidad de superficie.

23320.3 Terreno bastante accidentado y de suelos poco profundos, por lo que es muy fácil que se erosione; se considera de uso pecuario con bastantes restricciones.

23520.3. Como en el caso anterior, la profundidad de los suelos restringe todavía más el uso pecuario, por tener además una vegetación menos aprovechable que el área arriba descrita.

27530.3. Son áreas de topografía accidentada y de suelos delgados; la vegetación que sustentan puede ser aprovechada por el ganado; sin embargo, deben extremarse las prácticas de conservación y manejo del recurso a fin de no propiciar la erosión.

28611.2. Las concentraciones de sales existentes en estas unidades las hacen inapropiadas para agricultura. La vegetación que sustentan es aprovechable en cierto grado por el ganado, por lo cual se considera que el uso pecuario es el indicado para ellas.

Uso forèstal

13230.2. Las condiciones de topografía hacen difícil cualquier tipo de explotación; sin embargo, debido a las condiciones de clima y a la presencia de especies valiosas de pino, que han sido sobreexplotadas, esta área puede considerarse de uso forestal.

Uso agrícola y pecuario

26320.1. Son áreas en las cuales la baja precipitación y la profundidad de suelos restringen parcialmente los aprovechamientos agrícolas; existe vegetación natural que puede servir como alimento del ganado. Por las restricciones indicadas se considera que el uso de estas áreas debe ser mixto en el orden señalado.

Uso pecuario y agrícola

26430.3. Las condiciones de clima y de profundidad de suelos hacen estas áreas inapropiadas para agricultura, aun cuando ésta se practica en baja proporción; la vegetación natural puede aprovecharse para alimentación de ganado con prácticas cuidadosas de manejo, ya que son áreas que pueden erosionarse fácilmente.

Uso forestal y pecuario

22130.2. Estas unidades son inaprovechables desde el punto de vista agrícola; lo más adecuado es el aprovechamiento de la vegetación, la cual

consiste en masas de pino piñonero y áreas de pastizales, por lo cual se recomienda el uso arriba indicado con la aclaración que el aprovechamiento forestal debería limitarse a la recolección de frutos.

Forestal de protección

23130.2. En el área dominan masas de pino piñonero que se pueden explotar aprovechando los frutos; también pueden desarrollarse como áreas recreativas. Por lo accidentado de la topografía y lo delgado de los suelos, no es conveniente practicar ningún tipo de explotación, dado que pudiera tener repercusiones serias en el equilibrio ecológico de toda la zona.

28730.2. Son áreas análogas a las anteriores, con la diferencia de la vegetación que sustentan (chaparral), por lo cual se considera que debieran conservarse como áreas de protección.

Conclusiones

1. Es factible, partiendo de la información CETENAL como base, definir áreas homogéneas en sus elementos constitutivos, y por lo tanto susceptibles de ser tratadas bajo el mismo sistema de manejo.

2. De estas áreas, apoyados en la información señalada, es posible definir dentro de ciertos límites el uso más adecuado al que deben destinarse.

3. La información aportada por la zonificación, nos permite, entre otras cosas:

Una mejor planificación del aprovechamiento de los recursos naturales;

Ubicación de centros de investigación y experimentación;

Extrapolación de los resultados de investigación y experimentación en áreas análogas.

4. Para tipos de zonificación general como el expuesto en este trabajo, CETENAL proporciona la información necesaria. Para trabajos de mayor detalle, es preciso realizar estudios complementarios y recurrir a información de otras fuentes.

5. Dada la diversidad de factores que intervienen en la definición de estas zonas, es necesario que este tipo de estudios sean realizados por grupos interdisciplinarios de trabajo.

Nota: Se puede obtener una muestra de los tipos de mapas examinados en este documento mediante solicitud dirigida al Director de CETENAL.

Referencias bibliográficas

Delorme, R., *Les zones équipotentielles de la Haute Vallée de l'Adour*, les bases biogéographiques de l'aménagement de la Haute Vallée de l'Adour, Toulouse, France, 1964.

León, R., *El levantamiento fisiográfico como alternativa para hacer recomendaciones regionales de uso de la tierra*, tesis profesional, E.N.A., Chapingo, México, 1972.

Peña, O., B., Cuanalo de la C., H., Turrente, F.A., *El levantamiento fisiográfico y su valor para la generación de recomendaciones de productividad de suelos*, Memorias del I Congreso Panamericano y III Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia, México, D.F., 1974.

Raisz, E., *Landforms of Mexico*, Cambridge, Mass. E.U.A., 1964.

Información CETENAL utilizada

Cartas Topográfica, Geológica, Uso del Suelo, Edafológica y de Uso Potencial, escala 1:50.000:

F13-B35: Mesillas;
F13-B36: El Baluarte;
F13-B37: Rancho Grande;
F13-B45: Corrales;
F13-B46: Presa Gobernador Leobardo Reynoso;
F13-B47: Fresnillo;

Carta de climas 14Q-II, Zacatecas, escala 1:500.000;
Información de campo y laboratorio;
Fotografías aéreas.

ANEXO

Composición florística de las principales comunidades vegetales de la región de Fresnillo, Zacatecas

Matorral desértico micrófilo

Estrato superior

Prosopis laevigata	Mezquite
Acacia farnesiana	Huizache
Yucca decipiens	Palma china

Estrato medio

Larrea tridentata	Gobernadora
Fluorensia cernua	Hojasén
Acacia constricta	Huisachillo
Mimosa biuncifera	Uña de gato
Opuntia imbricata	Cardenche
Opuntia spp.	Nopales
Condalia mexicana	
Koeberlinia spinosa	Junco
Citharexylum brachy antum	Pata de pájaro
Mortonia sp.	
Calliandra eriophylla	Anillo
Salvia spp.	Salvia
Dalea tuberculata	Engordacabra
Gymnosperma glutinosum	Tatalencho
Jatropha dioica	Sangregado
Parthenium incanum	Mariola
Croton sp.	
Celtis pallida	Granjeno
Rhus microphylla	
Buddleia scordioides	

Estrato inferior

Zinnia acerosa	Parraleño
Dyssodia setifolia	Parraleño
Bouteloua curtipendula	Banderilla
Bouteloua gracilis	Navajita
Erioneuron pulchellum	Zacate borreguero
Echinocereus pectinatus	
Stipa eminens	

Matorral crasicaule

Estrato superior

Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo
Opuntia streptacantha	Nopal cardón
Prosopis laevigata	Mezquite
Yucca decipiens	Palma china
Acacia farnesiana	Huizache

Acacia schaffneri	Huizache
Dalea tuberculata	Engordacabra
Opuntia robusta	Nopal tapón
Bouvardia scabrida	
Brickellia veronicaefolia	

Estrato medio

Acacia constricta	Huizachillo
Mimosa monancista	Uña de gato
Opuntia imbricata	Cardenche
Opuntia sp	Nopal chaveño
Jatropha dioica	Sangregado
Larrea tridentata	Gobernadora
Calliandra eriophylla	Anillo
Sphaeralcea angustifolia	
Gymnosperma glutinosum	Tatalencho
Parthenium incanum	Mariola
Solanum eleagnifolium	
Zaluzania triloba	
Mentzelia hispida	

Estrato inferior

Aristida adscencionis	Zacate garañón
Microchloa kunthii	
Cyclostachya polystachya	
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla
Bouteloua gracilis	Zacate navajita
Dichondra argentea	Oreja de ratón
Erioneuron grandiflorum	
Erioneuron pulchellum	Zacate borreguero
Muhlenbergia spp	
Leptochloa dubia	
Zinnia peruviana	Mal de ojo
Sanvitalia procumbens	
Mammillaria sp.	Biznaga
Tagetes micrantha	Limoncillo
Lycurus phleoides	Zacate lobero
Sida sp	

PASTIZAL DE NAVAJITA
(Bouteloua gracilis)

Estrato herbáceo

Bouteloua gracilis	Zacate navajita
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla
Bouteloua hirsuta	
Buchloe dactyloides	Zacate chino
Aristida adscencionis	Zacate garañón
Erioneuron pulchellum	Zacate lobero
Muhlenbergia spp	
Sporobolus sp	
Stipa eminens	
Heteropogon contortus	
Lycurus phleoides	Zacate lobero
Microchloa kunthii	
Setaria sp	
Tradescantia sp	
Mammillaria sp.	
Tagetes micrantha	Limoncillo
Commelina sp	
Allium sp	
Eryngium sp	
Dichondra argentea	Oreja de ratón
Oxalis sp	
Euphorbia sp	Hierba de la golondrina
Zornia diphylla	
Sida procumbens	
Plantago sp	
Stevia serrata	
Milla biflora	

Estrato arbustivo o arbóreo

Acacia constricta	Huizachillo
Acacia schaffneri	Huizache
Baccharis ramulosa	
Opuntia robusta	Nopal tapón
Opuntia cantabrigiensis	Nopal cuijo
Opuntia streptacantha	Nopal cardón
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo
Prosopis laevigata	Mezquite
Quercus grisea	Encino
Quercus emoryi	Encinillo

Pastizal halófilo

Distichlis spicata	Zacate salado
Sporobolus nealleyi	
Flaveria sp	Jauja
Enneapogon desvauxii	
Dichondra argentea	Oreja de ratón
Lycurus phleoides	Zacate lobero
Muhlenbergia sp	
Chloris virgata	
Heliotropium sp	
Euphorbia sp	
Zaluzania triloba	
Buddleia scordioides	
Solanum eleagnifolium	Trompillo
Opuntia cantabrigiensis	Nopal cuijo
Opuntia imbricata	Cardenche
Lycium carolinianum	
Prosopis laevigata	Mezquite

CHAPARRAL

Quercus emoryi	
Arctostaphylos pungens	
Baccharis conferta	
Eupatorium sp.	
Aristida adscencionis	
Bouteloua spp	
Muhlenbergia spp	

BOSQUE DE PINO PIÑONERO
(Pinus cembroides)

Pinus cembroides	Pino piñonero
Quercus emoryi	Encinillo
Yucca decipiens	Palma china
Arctostaphylos pungens	Manzanita
Dalea sp	Engordacabras
Dasylirion cedrosanum	Sotol
Baccharis aff. conferta	Jarilla

BOSQUE DE PINO-ENCINO

Estrato superior

Pinus cembroides	Pino piñonero
Pinus leiophylla	Pino chino
Quercus grisea	Encino
Quercus rugosa	Encino
Quercus sp	Encino
Juniperus deranguensis	Táscate
Yucca decipiens	Palma china
Arbutus xalapensis	Madroño

Estrato medio

Arctostaphylos pungens	Manzanita
Acacia pennatula	Tépame
Quercus sp.	Encinillo
Baccharis aff. conferta	Jarilla
Dasylirion cedrosanum	Sotol

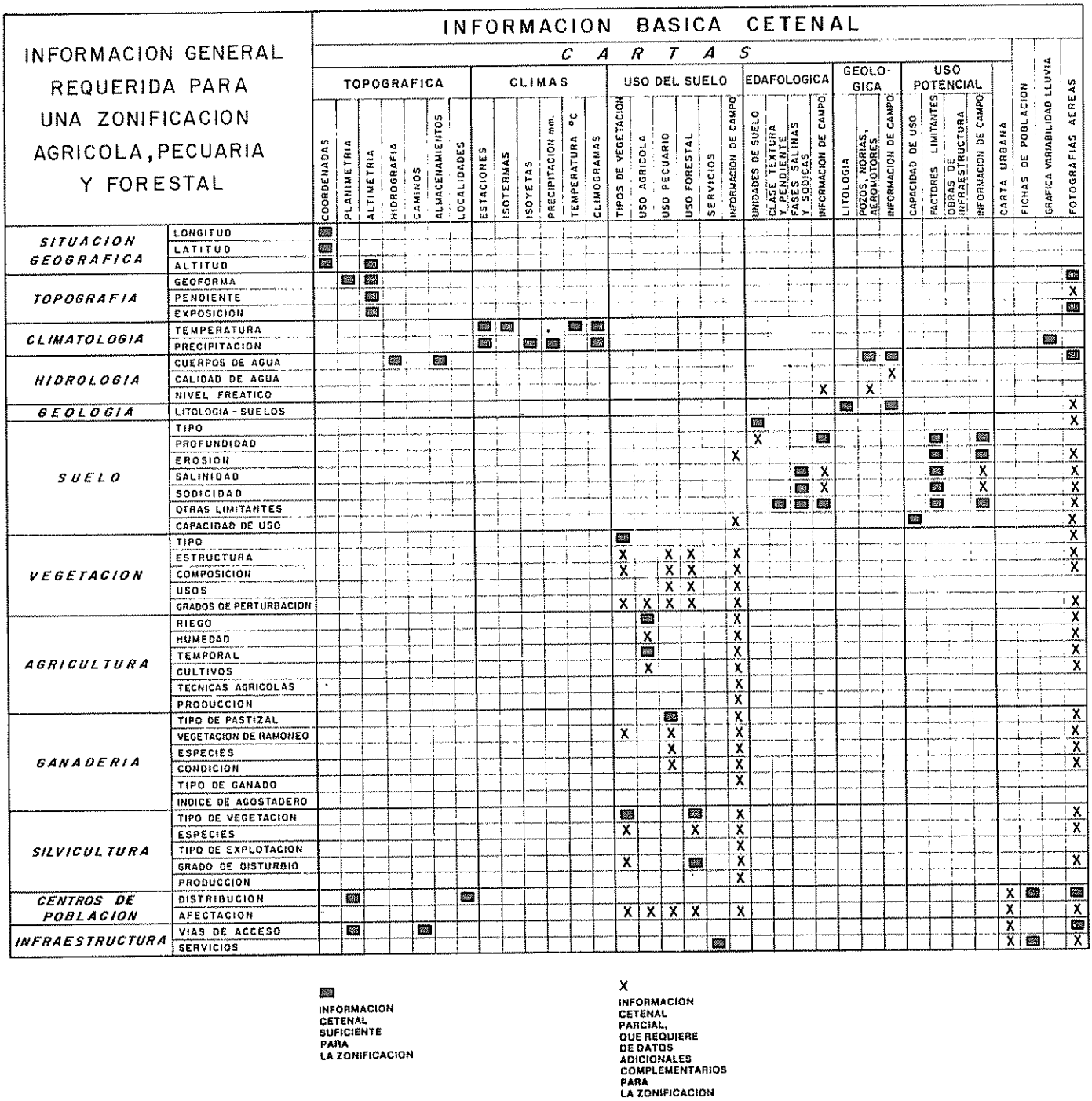
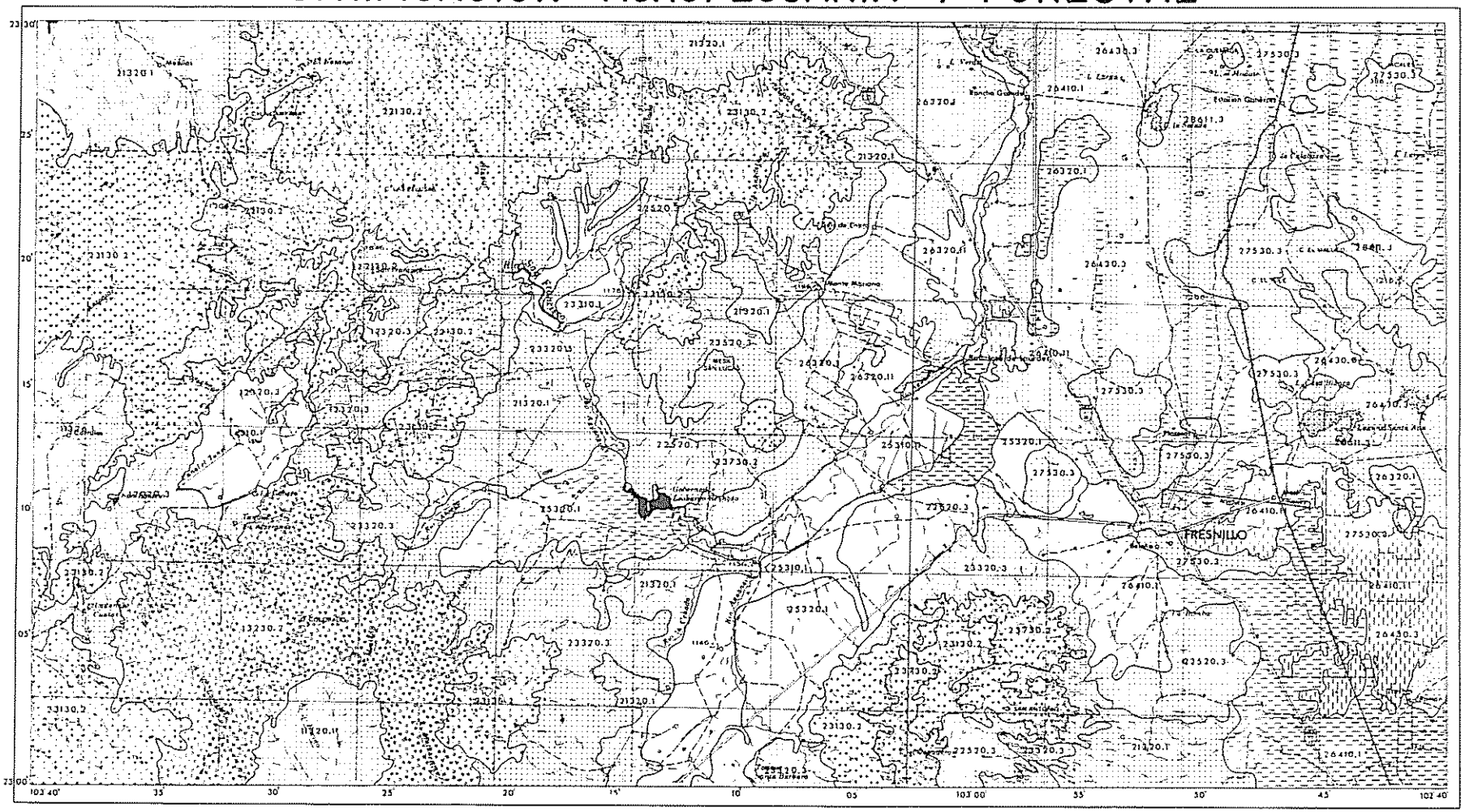


Figura 98. México: información general requerida para una zonificación agrícola, pecuaria y forestal

ZONIFICACION AGROPECUARIA Y FORESTAL



COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL

FRESNILLO, ZAC.

L E Y E N D A

CONDICIONES AMBIENTALES

CLIMA:
10000 :- TEMPLADO SUBHUMEDO
20000 :- TEMPLADO SEMIARIDO

GEOMORFOLOGIA:
1000 :- BAJADAS Y ABANICOS ALUVIALES
2000 :- MESAS Y LOMERIOS CON PENDIENTE SUAVE
3000 :- MONTUOSO
4000 :- VALLE INTERMONTANO
5000 :- VALLE
6000 :- LLANURA
7000 :- EMINENCIAS EN LA LLANURA
8000 :- DEPRESIONES EN LA LLANURA

VEGETACION:
100:- BOSQUE DE PINO
200:- BOSQUE DE ENCINO- PINO
300:- PASTIZAL
400:- MATORRAL DESERTICO MICROFILO
500:- MATORRAL CRASICAULE
600:- VEGETACION HALOFITA
700:- CHAPARRAL
800:- MEZQUITAL

PROFUNDIDAD DE SUELO
10:- SUELOS PROFUNDOS (100cm.)
20:- SUELOS DE MEDIANA PROFUNDIDAD (50 100cm.)
30:- SUELOS DELGADOS

SALINIDAD
1:- LIGERAMENTE SALINO (4-8 mmhos/cm.)
2:- MODERADAMENTE SALINOS (8-15 mmhos/cm.)
3:- FUERTEMENTE SALINOS (15 mmhos/cm.)

ACTIVIDAD HUMANA
USO ACTUAL DEL SUELO
.1:- AGRICOLA
.2:- FORESTAL
.3:- PECUARIO

SISTEMA DE MANEJO
.01:- OBRAS DE RIEGO

USO AGRICOLA INTENSIVO
25310 . 11
26320 . 11
26410 . 11

USO AGRICOLA
14310 . 11
25310 . 1
25320 . 1
26410 . 1

USO PECUARIO
11320 . 1
12320 . 3
21320 . 1
22520 . 3
23520 . 3
23530 . 3
27530 . 3
28611 . 3

USO FORESTAL
13230 2

USO AGRICOLA Y PECUARIO
26520 . 1

USO PECUARIO Y AGRICOLA
26430 . 3

USO FORESTAL Y PECUARIO
22130 . 2

FORESTAL DE PROTECCION
23130 . 6
23730 . 2

ESCALA 1: 250,000

Figura 99. México: zonificación agropecuaria y forestal de la región de Fresnillo, Zacatecas

Mimosa biuncifera	Uña de gato
Cowania sp	
Estrato inferior	
Piptochaetium fimbriatum	
Bouteloua gracilis	Zacate navajita
Bouteloua hirsuta	
Bouteloua curtipendula	Zacate banderilla
Heteropogon contortus	
Lycurus phleoides	Zacate lobero
Muhlenbergia sp	
Stipa sp	
Aristida adscencionis	Zacate garañón
Salvia spp	
Trifolium sp	
Stevia serrata	
Stevia sp	
Mammillaria sp	
Milla biflora	
Tagetes sp	
Eupatorium sp	
Desmodium sp	
Geranium sp	
BOSQUE DE ENCINO-PINO	
Estrato superior	
Quercus rugosa	
Quercus spp	
Pinus cembroides	
Pinus engelmannii	
Juniperus sp	

Estratos medio e inferior similares a los del bosque de pino-encino

Utilización de la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la prospección minera*

Documento presentado por México

SUMMARY

Studies for locating and prospecting minerals can be simplified if rational use is made of the proper maps. The location of zones with mineral possibilities can be determined by conducting regional analyses on the basis of small-scale maps and these zones can, in turn, be subjected to closer scrutiny on larger-scale maps and thus narrowed down. Specific techniques can then be applied to produce more detailed studies and thus provide a basis for locating economic mineral deposits.

SCOPE OF THE INFORMATION GATHERED BY CETENAL

The methodology presented here is based on the use of maps on various scales prepared by the Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL).

Accordingly, it seems useful first of all to indicate the scope of this information as it applies to mineral prospecting. This can be illustrated by a general table showing the use of information supplied by CETENAL (see figure 100), the general format of which is as follows:

Reading downward, the table consists of four main columns:

First column. This shows the parameters needed for the study in question.

Second column. This is determined by all the cartographical aspects which are covered by the CETENAL maps and which may be of use for mineral prospecting.

Third column. This indicates the level of the information which can be obtained by using the data provided by CETENAL.

Fourth column. This indicates the activities supplementing the CETENAL information which should be carried out if the study is to be sufficiently detailed;

* El texto original de esta monografía se publicó como documentos E/CONF.67/L.25/Add 1 y 2.

RÉSUMÉ

On peut simplifier les études de localisation et d'exploration des ressources minières en utilisant rationnellement les cartes appropriées : on peut par exemple, en examinant les régions sur des cartes à petite échelle, déterminer l'emplacement de zones exploitables, qu'on étudiera alors sur des cartes à plus grande échelle, puis on délimitera des secteurs plus restreints dans lesquels on appliquera certaines techniques pour en faire une étude plus détaillée et localiser ainsi les gisements rentables.

UTILITÉ DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LA CETENAL

La méthode employée se fonde sur l'utilisation de cartes à différentes échelles établies par la Commission d'étude du territoire national (CETENAL).

A cette fin, il conviendrait tout d'abord de définir les utilisations possibles de ces renseignements dans la prospection minière, ce qui fait l'objet d'un tableau général (voir figure 100) qui se présente ainsi :

Horizontalement, on trouve quatre rubriques principales qui sont :

Première colonne : les paramètres indispensables pour mener l'étude voulue;

Deuxième colonne : les éléments indiqués sur les cartes de la CETENAL pouvant servir au développement de la prospection minière;

Troisième colonne : la description du type d'information obtenu grâce aux données fournies par la CETENAL;

Quatrième colonne : les activités à exécuter pour compléter les renseignements de la CETENAL jusqu'au degré de détail voulu.

Verticalement, on trouve énumérés, dans la première colonne, tous les paramètres indispensables pour mener à bien une étude minière.

Reading across, the table deals with all the parameters needed to carry out a mineral study, as shown one after another in the first column.

As may be seen, the table is interpreted by applying the method of intersection of columns and lines represented by a symbol. It is also possible to determine the level of information provided by CETENAL maps for mineral prospecting, which is very useful in locating mineralization foci.

In addition to the usefulness of the geological map in locating mineralization foci, the climatic, topographic, land use and soil maps contain a wealth of data which should facilitate better programming at both the exploration and development phases, since they provide data regarding population, services, access roads, vegetation etc.

Methodology

The methodology can be divided into the following three main phases.

(a) Analysis of regional information on CETENAL maps on the scale of 1:250,000. By analysing the geological map on the scale of 1:250,000 it is possible to determine, by locating favourable lithological structures and relations, which zones have mineral potential. This makes it possible to delimit smaller zones, thus, naturally, narrowing the area requiring on-the-spot study and consequently reducing both the amount of time required for the study and its cost;

(b) Analysis of information from the zones identified in the regional work. The aim of this analysis—which should be based on maps on the scale of 1:50,000—is to determine the types of regional structures detected, their continuity, and favourable structural lithological relations, as well as whether there are any existing mines and, if so, what minerals are being exploited; all of this makes it possible to confirm the existence of mineralization and to delimit smaller areas to which the more detailed studies can be applied;

(c) Formulation of programmes for more detailed studies. The areas delimited in the zonal analysis are obtained by combining favourable parameters. This makes it possible to prepare a study programme clear enough to enable a choice to be made of the type of prospecting to be performed, both as regards surface geology and as regards the selection of the most suitable indirect method and the direct operations to be undertaken, whether these involve drilling or such mining works as test pits, galleries and shafts.

Application

This methodology was tested in an area of 24,000 km^2 covered by a map on the scale of 1:250,000 and two promising zones, of 4,000 km^2 each, were identified. These, in turn, were broken down into two areas each, the largest one being 1,100 km^2, the next two 115 km^2 each and the smallest 80 km^2, and it was proposed that they should be explored for such minerals as gold, silver, lead, copper, zinc, fluorite and tin.

The same analysis was used as the basis for programming the various studies to be carried out, such as mineral photogeology, detailed geology, airborne geophysics, ground geophysics, drilling and various mining works, and the most suitable methods to be used in each area were decided upon.

Comme on peut le voir, on trouve donc le renseignement voulu sous la forme d'un symbole à l'intersection des lignes horizontale et verticale correspondantes. Il est en outre possible de juger de l'importance des données fournies par les cartes de la CETENAL pour ce qui est de la prospection minière, ce qui est très utile pour localiser les gisements.

Outre que la carte géologique permet de localiser les gisements, les cartes climatologique, topographique et pédologique et la carte d'occupation des sols fournissent de nombreux éléments d'information qui permettront de mieux programmer tant l'exploration que l'exploitation, puisqu'on y trouve également des données concernant la population, les services, les voies d'accès, la végétation, etc.

Méthodologie

Sur le plan méthodologique, on distingue les trois étapes fondamentales ci-après :

a) Analyse des renseignements régionaux donnés par les cartes de la CETENAL au 1 250 000. L'analyse de la carte géologique au 1 250 000 permet de déterminer l'existence de zones présentant des possibilités d'exploitation de certains minéraux ainsi que l'emplacement des structures et relations lithologiques favorables. On pourra ainsi délimiter des secteurs relativement restreints, ce qui réduira évidemment la superficie à étudier sur le terrain et, par là même, la durée et le coût de l'étude;

b) Analyse des renseignements obtenus sur les zones définies lors des travaux régionaux. Cette analyse devra se faire à partir de cartes au 1 50 000 et l'on cherchera à déterminer le type des structures régionales décelées, leur continuité, les rapports favorables entre les structures lithologiques ainsi que l'existence de mines et le type de minéral exploité, ce qui permettra de confirmer l'existence de formations minéralisées et de définir des secteurs relativement réduits où exécuter des études plus détaillées;

c) Elaboration de programmes d'études détaillées. On a défini les zones compte tenu de l'ensemble des paramètres favorables, ce qui a permis de mettre au point un programme d'études suffisamment clair pour pouvoir choisir le type de prospection en surface ainsi que la méthode de prospection indirecte la plus favorable et décider des travaux à exécuter directement, qu'il s'agisse de forages ou de travaux miniers comme les prélèvements d'échantillons, les excavations et les creusements de puits.

Application

A titre expérimental, on a appliqué cette méthode sur une région de 24 000 km^2 en se basant sur une carte au 1 250 000; on a délimité deux zones favorables de 4 000 km^2 chacune, chaque zone étant à son tour divisée en deux secteurs d'une superficie allant de 80 km^2 pour le plus petit à 1 100 km^2 pour le plus grand, les deux autres étant de 115 km^2. On prévoit d'y chercher des minéraux tels que l'or, l'argent, le plomb, le cuivre, le zinc, la fluorine et l'étain.

En partant de cette même analyse, on a programmé les différentes études qu'il faudra développer, par exemple la photogéologie minière, les études géologiques de détail, les études géophysiques aéroportées et au sol, le forage et autres travaux miniers, en définissant pour chacun des secteurs les méthodes les plus appropriées.

Conclusions

1. The use of this methodology in mineral prospecting saves time and money, since the regional and zonal analysis is done by interpreting CETENAL maps to identify small areas in which costly techniques will be applied.

2. The methodology can easily be applied to systematic studies undertaken with a view to drawing up a more detailed inventory of the country's mineral resources.

Conclusions

1. Cette méthode, utilisée dans la prospection minière, permet d'économiser du temps et de l'argent; en effet, sur les cartes de la CETENAL, on procède à l'analyse régionale et zonale, et on définit ainsi des secteurs restreints auxquels on limite l'application des techniques onéreuses.

2. Il est facile d'appliquer cette méthode à l'exécution d'études systématiques qui permettront d'établir un inventaire plus détaillé des ressources minières.

Introducción

Nuestro país es una nación de tradición minera y durante siglos esta actividad fue la base de su economía, fincada en la existencia de distritos mineros de gran riqueza que han sido explotados desde la época virreinal hasta nuestros días.

Desgraciadamente la exploración de este recurso se ha desarrollado en muy baja escala, lo que da como resultado que los principales distritos mineros en explotación que actualmente se conocen, salvo casos aislados, son aquellos que tienen hasta dos y tres siglos de explotación.

Al conocer estas características generales de la minería en México, se desprende la urgencia de desarrollar estudios de prospección en forma sistemática y continua, que den lugar a la localización, explotación, beneficio y desarrollo de nuevos yacimientos mineros, que justifiquen la importancia que este recurso representa en el desarrollo socioeconómico del país.

Para estos fines se presenta este estudio de la utilización de la información de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) en la prospección minera, el cual está desarrollado en dos etapas: la primera de ellas es un análisis de los alcances de la información CETENAL, y la segunda, la proposición de una metodología de utilización de esta información aplicada a la zona de San Juan de Guadalupe, Zacatecas.

Desarrollo. 1a. etapa

Análisis de los alcances de la información CETENAL en la prospección minera

Con el objeto de simplificar la exposición acerca del grado de utilización de la información CETENAL en la prospección minera, se elaboró una tabla general explicativa que incluye, tanto la información requerida para la exploración de este recurso, como la información básica CETENAL dentro del aspecto minero.

Descripción general de la tabla

La tabla consta de cuatro cuerpos principales:

Primera columna — En ella se asientan los parámetros indispensables para llevar a cabo el estudio correspondiente;

Segunda columna — Se ubican aquí, por medio de símbolos, aquellos aspectos cubiertos por las cartas CETENAL que pueden ser de utilidad en el desarrollo del trabajo;

Tercera columna — Describe las características generales que pueden obtenerse del manejo de los datos que contiene la información CETENAL;

Cuarta columna — En esta columna se indican aquellas actividades que deberán realizarse para dar al estudio un mayor detalle.

Funcionamiento

El funcionamiento de la tabla se hace por el cruce de columnas y renglones, estableciéndose en estos últimos el tipo de información requerida.

Al seguir cada renglón en sentido horizontal, los aspectos cubiertos por la información CETENAL están indicados por un símbolo, indicándose a continuación las características generales de esos datos y finalmente las actividades complementarias por desarrollar para cubrir cada uno de los parámetros básicos.

A continuación se describe uno de los renglones de la tabla que permite conocer su funcionamiento.

Aspecto legal — Como puede observarse, al seguir horizontalmente dicho renglón, la información que se requiere es la referente a denuncios y zonas de reserva.

A través del análisis de la información CETENAL se obtienen algunos datos para cubrir este parámetro, para lo cual serán de utilidad las siguientes cartas.

Carta Topográfica

Los datos que pueden obtenerse son:

Coordenadas — Las coordenadas geográficas así como las coordenadas de Mercator pueden ser de utilidad para ubicar los denuncios y las zonas de reserva;

Planimetría — Permite trazar los límites y áreas de las concesiones;

Altimetría — En conjunto con la planimetría proporciona las curvas de nivel, marcadas a cada 10 m (relieve);

Caminos — Sitúa las vías de acceso y las condiciones en que se encuentran;

Ferrocarriles — El conocimiento de las características y ubicación de las vías férreas es de utilidad, ya que por ellas puede realizarse el transporte de materiales con un bajo costo de acarreo;

Aeropuertos — Su ubicación es importante para el rápido traslado de personal e instrumentación, así como para el acarreo de algunos minerales de alta ley;

Localidades — Pueden servir de referencia para situar los denuncios y zonas de reserva;

Puntos de control — Con éstos se tiene una base precisa para triangulación y para la delimitación de lotes mineros.

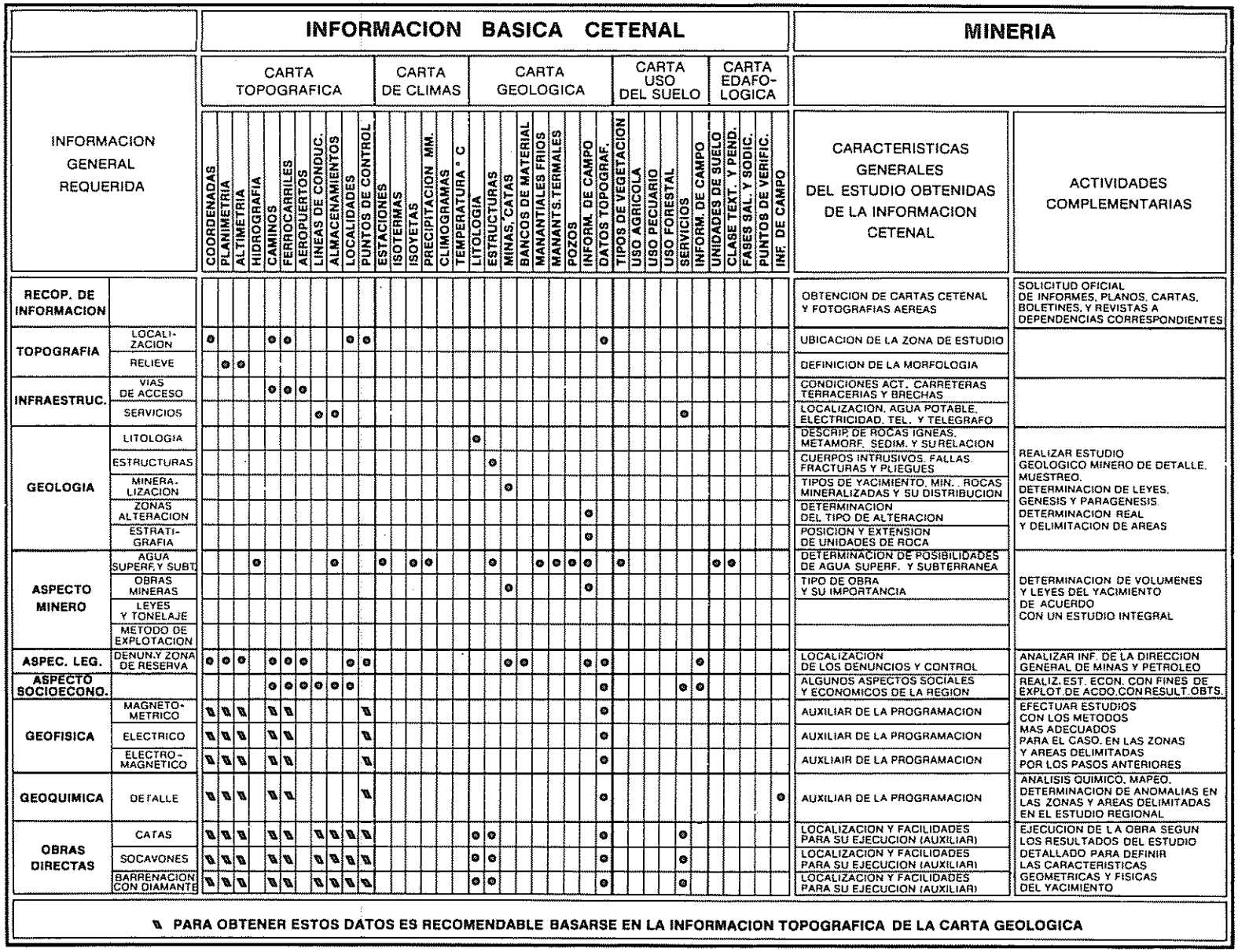


Figura 100. México: tabla de la información requerida para la prospección minera

Carta Geológica

Señala las minas, catas y ubica las zonas mineralizadas y el tipo de mineral que se extrae.

Bancos de materiales — Son útiles para el acondicionamiento de caminos y como fuente de materiales para la construcción de obras.

Información de campo — Viene a complementar la información que contienen las cartas, ampliando aquellos aspectos que requieren atención.

Carta de Uso del Suelo

Información de campo — Amplía la información de esta carta y proporciona datos relativos a las características de los servicios y fuentes de abastecimiento de agua.

Las características generales obtenidas de la información CETENAL son las correspondientes a la localización de denuncios, siendo de utilidad para el control y para el establecimiento de zonas de reserva.

Como estudios complementarios deberá consultarse la información de la Dirección General de Minas y Petróleo.

Desarrollo. 2a. etapa

El principal objetivo de este estudio es ilustrar con un ejemplo los alcances de la información CETENAL en la prospección minera y, por lo tanto, en el aprovechamiento adecuado de uno de los recursos naturales básicos para el desarrollo socioeconómico de nuestro país.

La región elegida para tal finalidad se localiza en los límites de los Estados de Zacatecas, Durangos y Coahuila, y comprende una superficie de 16.000 km^2 aproximadamente. Dentro de esta región se encuentra enclavada la localidad "San Juan de Guadalupe", que puede considerarse de cierta importancia en el Estado de Durango.

Aspectos generales

De un breve análisis geológico-minero de la información CETENAL efectuada a escala regional y teniendo como base la Carta Geológica (plano Nº 1), se concluyó como favorable la posible localización de áreas mineralizadas. Para lo cual se desarrolla la siguiente metodología.

Metodología

Análisis geológico — minero regional

A través del análisis de las Cartas Geológicas que forman el plano Nº 1, pudo determinarse lo siguiente.

a) La región presenta la tectónica correspondiente a las estribaciones de la Sierra Madre Oriental, representada por estructuras diversas, tales como pliegues y fallas.

b) Asociación de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias que la hacen interesante desde el punto de vista geológico-minero.

c) En las cuatro porciones principales del área se presentan características estructurales y litológicas diferentes, las que a continuación se describen.

Porción central — Está determinada por una estructura anticlinal descopetada con orientación NW-SE, constituida por rocas metamórficas (esquistos) en su núcleo, enmarcada por rocas sedimentarias cretácicas en sus flancos intrusionadas por diversos cuerpos de rocas.

Además de las características litológico-estructurales descritas, se observa la existencia de obras mineras que indican la presencia de mineralización de diferentes tipos. Esta parte considerada como favorable fue denominada *Zona 1*.

Porción noroeste — En ésta afloran rocas sedimentarias: calizas, lutitas, areniscas y conglomerados con algunos pequeños derrames riolíticos, así como una unidad de rocas metamórficas que no tienen un tren estructural preferencial.

Las rocas que forman las serranías localizadas al norte de esta porción se encuentran intensamente fracturadas con algunos pequeños plegamientos y fallas, y no presentan asociaciones litológicas ni estructuras apropiadas, por lo que se les considera con pocas posibilidades mineras.

Hacia la parte sur de esta porción se encuentra la Sierra Vieja de Ramírez, constituida principalmente por rocas calcáreas que presentan un fracturamiento moderado y pequeños pliegues en uno de sus extremos. En esta sierra se ha efectuado un profuso laboreo minero, lo que la determina como una zona interesante, que para los fines de este estudio se denomina como *Zona 2*.

Porción suroeste — En esta porción afloran en su mayoría rocas volcánicas, así como sedimentarias (calizas, lutitas-areniscas y conglomerados) afectadas por cuerpos intrusivos.

La parte sureste de esta porción presenta un conjunto de plegamientos paralelos sucesivos, y sus ejes estructurales se encuentran orientados con rumbo este-oeste. El fracturamiento en toda la porción es moderado.

Se excluyó la parte oriental de la porción suroeste debido a que no reúne condiciones litológicas y estructurales de emplazamiento de minerales, ni existencia de obras que determinen alguna mineralización.

La parte poniente de la misma porción se le considera favorable desde el punto de vista minero, por sus características litológico-estructurales, en las que se observan pequeñas obras mineras, de donde se han obtenido minerales. A esta superficie se le denominó *Zona 3*.

Porción noreste — En esta porción concurren un conjunto de serranías, definidas por anticlinales y sinclinales paralelos sucesivos, cuyo tren estructural está orientado noroeste-sureste con tendencia este-oeste.

Las rocas aflorantes son sedimentarias cretácicas, algunos conglomerados y aluviones recientes.

Se les considera con pocas posibilidades mineras superficiales por reunir únicamente condiciones favorables de fracturamiento y fallamiento, y algunos cateos en los que no se han detectado minerales.

Una vez realizado el análisis regional en porciones, se vio que la región presenta tres zonas con posibilidades de mineralización.

Análisis zonal

a) *Zona 1*

Tiene una superficie de 2.000 km^2; quedan dentro de ellas las localidades de "Caopas" y "Pico de Teyra". En

esta zona se observa un anticlinal descopetado con la presencia de intrusivos intermedios afectando tanto rocas sedimentarias (calizas) como metamórficas (esquistos), además de la presencia de un fracturamiento intenso y de obras mineras diversas que han detectado la presencia de minerales.

La zona presenta en su parte central una franja considerada como estéril, ya que superficialmente no se observan obras mineras ni afloramientos de rocas mineralizadas, por lo que fue necesario subdividirla en dos áreas, cuyas condiciones de mineralización son semejantes; a estas áreas se les denominó *Area 1.1* y *Area 1.2*

b) *Zona 2*

Se trata de una estructura en rocas sedimentarias (calizas) asociadas a rocas volcánicas (riolitas), con un profuso laboreo minero localizado en la Sierra Vieja de Ramírez. No cuenta con una estructura definida, a excepción de una serie de pequeños pliegues en su extremo oeste, con un fracturamiento moderado.

c) *Zona 3*

En esta zona se aprecian algunas obras mineras (minas y catas); así como afloramientos de rocas de tipo ácido y básico, relacionadas con rocas sedimentarias (calizas, lutitas, areniscas-conglomerados), ambas afectadas por intrusiones de naturaleza intermedia y ácida.

Con base en las condiciones superficiales expuestas en esta zona, se observó que la mineralización está concentrada en su parte centro-oriental, por lo que se le delimitó llamándosele *Area 3.1*

d) *Resultado del análisis zonal*

De este análisis se desprenden dos áreas favorables en la *Zona 1*, denominadas "Caopas" y "Pico de Teyra"; para la *Zona 2* se delimitó un área favorable denominada "Pendencia", y para la *Zona 3* el área obtenida se denomina "San Juan de Guadalupe".

Por las características litológicas y estructurales las zonas 1 y 2 se consideran con mayores posibilidades económicas.

Análisis de áreas

a) *Area 1 Zona 1 (Caopas)*

Cubre una superficie de 740 km² y se caracteriza por presentar una gran extensión de rocas metamórficas en contacto con rocas sedimentarias de origen marino, ambas unidades intrusionadas por cuerpos ígneos de composición ácida e intermedia.

En la zona existen plegamientos, así como intenso fracturamiento, ambos originados por movimientos tectónicos que hicieron posible el emplazamiento de cuerpos intrusivos y por lo tanto la presencia de minerales metálicos y no metálicos, tales como plata, plomo, cobre, mercurio, barita, talco y otros.

b) *Area 2 Zona 1 (Pico de Teyra)*

Representa una superficie de 220 km², y en ella afloran rocas metamórficas en menor extensión que en el área 1.1 en contacto con rocas sedimentarias (calizas y lutitas-areniscas), intrusionadas por varios cuerpos ígneos de composición intermedia; además se observa en contacto con los esquistos un derrame basáltico

La tectónica presente muestra condiciones similares a la del área 1.1 así como el origen de los minerales que se observan en las obras mineras, en las que se ha detectado cobre.

c) *Area 1 Zona 2 (Pendencia)*

Tiene una superficie de 850 km²; las rocas aflorantes en su mayoría son calizas; existen, en menor proporción, areniscas lutitas y dos pequeños derrames riolíticos, en contacto con las unidades citadas.

Por la cantidad de obras mineras, de las que se extraen una gran variedad de minerales metálicos como plata, plomo, manganeso y no metálicos como barita, se deduce la posible presencia de un cuerpo intrusivo a poca profundidad el cual originó la mineralización que se observa superficialmente.

d) *Area 1 Zona 3 (San Juan de Guadalupe)*

Tiene una extensión de 288 km² y aflora una pequeña porción de calizas, así como areniscas-lutitas en mayor extensión, ambas intrusionadas por rocas ígneas de tipo ácido e intermedio.

La presencia de masas intrusivas infiere la gran actividad tectónica a la que fue sometida esta área, que originó las zonas mineralizadas que se observan de cobre, plomo, zinc, etc.

Estudios por desarrollar

Una vez analizadas y delimitadas las áreas favorables se deberá proceder a efectuar estudios de semidetalle con el fin de obtener tonelajes y leyes minerales, en caso de resultar positivos todos los estudios que a continuación se proponen.

a) *Fotogeología minera*

Se deberá desarrollar en fotografías aéreas en una escala mínima de 1:20,000 y después de una breve inspección de campo con el fin de conocer la respuesta del terreno (alteraciones, estructuras, oxidaciones, etc.) en las fotografías.

b) *Verificación de campo y geología de detalle*

Se hará una vez terminada la fotogeología con el objeto de corroborar los lugares favorables y efectuar un levantamiento detallado de los mismos.

c) *Geofísica aérea*

Una vez desarrollada la inspección para definir criterios de fotointerpretación, se podrá determinar en caso necesario el método geofísico más adecuado, pudiendo desarrollarse en forma simultánea con los dos pasos anteriores.

d) *Geofísica terrestre*

Según los resultados obtenidos se analizará la posibilidad de la aplicación del método geofísico terrestre más conveniente.

e) *Barrenación*

El sistema de barrenación queda supeditado a los resultados obtenidos y a los estudios desarrollados.

f) *Obras mineras*

Estas sólo se efectuarán cuando se haya comprobado que todos los resultados anteriores son positivos y sea necesario determinar tonelajes y leyes.

Información adicional necesaria para el desarrollo minero

Con el objeto de llevar a cabo el desarrollo minero de esta región el análisis de las cartas CETENAL nos proporciona los siguientes datos básicos.

Carta topográfica

Con la utilización de la Carta Topográfica (plano No. 2) pueden obtenerse las características siguientes.

Localidades — Varias localidades de importancia se ubican en la región, las cuales se destacan en el mosaico formado por las cartas topográficas. Por la ubicación de las áreas con posibilidades, la situación geográfica de las localidades es importante para planificar las actividades tendientes a la minería.

Vías de acceso — Existe la línea de ferrocarril Zacatecas-Torreón que atraviesa la región, pasando por Estación Camacho, localizada en la porción central-sur que la comunica con otras localidades situadas hacia el NW.

Como puede observarse en el plano No. 2 existen también terracerías que comunican la región tanto hacia el occidente como hacia el oriente; en esta dirección continúan hasta la Ciudad de Concepción del Oro, localizada fuera de la zona de estudio. Se observa también gran cantidad de brechas distribuidas de manera uniforme. Todas las vías de comunicación antes descritas son susceptibles de ser complementadas y renovadas, extendiendo su desarrollo hacia aquellas zonas de interés que requieran acceso directo, tanto para el traslado de personal como para la extracción de minerales.

Líneas de conducción — La energía eléctrica se encuentra representada por una línea que pasando por Estación Camacho se dirige hacia el NW. La electricidad es la energía indispensable para un desarrollo minero; la línea de conducción a que se hace referencia es de mucha utilidad, ya que de ella podrían hacerse extensiones hacia las zonas que lo requieran, eliminando así la fuga de recursos que supone el establecimiento de plantas generadoras, las que se instalarían sólo para necesidades específicas.

Morfología — La morfología se caracteriza por la presencia de sierras alargadas de relieve abrupto, orientadas en dirección NW-SE, separadas por extensos valles prácticamente planos.

Las curvas de nivel de la Carta Topográfica pueden ser de utilidad en los trazos de caminos y servir como base en la exploración regional.

Carta de Climas

El clima de la región está clasificado entre semiárido y árido, con una precipitación media anual de 300 mm, por lo que se determinó que las actividades agrícolas y pecuarias tendrían serias restricciones.

Las características de precipitación y clima de la región hacen recomendable estudios hidrológicos y geohidrológicos para la determinación de acuíferos cuya explotación sería empleada en las obras y en el beneficio de minerales.

Carta de Uso del Suelo

La vegetación existente consta de arbustos de clima desértico, de los cuales se explotan a un nivel muy reducido las especies candelilla, lechuguilla y guayule, por lo que deberá preverse el abastecimiento de maderas para las obras, por no existir en la región especies maderables.

Existe también una precaria agricultura de temporal únicamente como medio de subsistencia.

El abastecimiento de agua a las poblaciones se realiza por medio de algunos pozos y norias; existen pocos servicios asistenciales, y el nivel de educación es hasta primaria.

Las localidades poseen servicios de correos; su infraestructura actual es susceptible de ser mejorada; la mano de obra es abundante y se le podría llamar calificada, ya que en alguna forma ha tenido contacto con actividades mineras.

El análisis de las condiciones socioeconómicas de la región hace pensar que el desarrollo adecuado de la minería elevaría en gran medida las condiciones de vida de la población, y vendría a incorporar a esta parte del país a la economía nacional.

Conclusiones

a) Del análisis regional con fines mineros, realizado en una superficie de 16.000 km^2 en los alrededores de la localidad de San Juan de Guadalupe, Zac. con información CETENAL, se definieron cuatro diferentes áreas favorables, denominadas "Caopas", "Pico de Teyra", "Pendencia" y "San Juan de Guadalupe" con superficie de 740 km^2, 220 km^2, 850 km^2 y 188 km^2, respectivamente.

b) Al considerar la ubicación de las áreas con posibilidades, y si los resultados de la exploración son positivos, el mejor lugar para la instalación de una planta de beneficio sería en la población de Estación Camacho.

c) La zona tiene la facilidad de extracción de productos por medio de ferrocarril.

d) Existen líneas de conducción eléctrica que darán la posibilidad de energía, tanto en la extracción como en el beneficio.

Nota: Se puede obtener una muestra de los tipos de mapas examinados en este documento mediante solicitud dirigida al Director de CETENAL.

Main trends and methods in the exploration of the earth's natural resources*

Paper presented by the Union of Soviet Socialist Republics

RÉSUMÉ

Ce document traite principalement de l'importance croissante des méthodes aéroportées et spatiales dans l'exploration des ressources naturelles, notamment les levés aérophotogrammétriques et la télédétection à partir de l'espace. Elles constituent le moyen le plus sûr d'obtenir des données homogènes sur des territoires étendus, amènent à mettre au point des systèmes automatiques de traitement des données et permettent de découvrir de nouvelles ressources naturelles dans des régions qui ont déjà été étudiées en détail selon les méthodes classiques.

En Union soviétique, on utilise les photographies dans différentes bandes du spectre, des photographies en couleur, des images télévisées, des études thermographiques et radiothermiques ainsi que les informations obtenues par radar pour compléter des observations visuelles. Ces méthodes ont permis de réaliser des progrès considérables dans l'identification, l'évaluation, l'exploitation et la gestion des ressources naturelles.

RESUMEN

Este documento destaca principalmente la importancia cada vez mayor de los métodos de teleobservación (aeroespaciales) en la exploración de los recursos naturales, especialmente el relevamiento aéreo y la teleobservación desde el espacio. Estos métodos brindan la oportunidad de obtener de la manera más eficaz posible, información homogénea sobre vastas extensiones de terreno; desarrollar sistemas automáticos de elaboración de datos y encontrar recursos naturales adicionales incluso en regiones que ya han sido exploradas detalladamente con métodos convencionales.

En la Unión Soviética se utilizan métodos de relevamiento multizonales, espectrozonales, de color, de televisión, térmicos, radiotérmicos y de radar en conjunción con observaciones visuales desde el espacio. Estos métodos han mejorado sustancialmente las posibilidades de identificar, evaluar, explotar y administrar los recursos naturales.

The exploration of the earth's natural resources is being carried out today on a large scale with the application of various techniques and methods. Three main areas in this exploration can be identified: ground and hydrological work; aerial surveys; and remote sensing from outer space. We will not dwell upon the first of these, which has by now become traditional. Our interest here is in the growing significance of remote (or aerospace) methods. These give us an opportunity to obtain, in the most effective way, homogeneous information on vast territories, to develop automated systems of data processing and to find additional natural resources even in regions that have already been studied in detail with conventional methods.

For remote sensing of the earth's surface, aimed at exploring natural resources with the help of conventional and high-altitude aircrafts, piloted spaceships, long-term orbital stations and television-automated space systems, wide-band electromagnetic emission receivers are employed; aerial photography and television surveys are carried out in the visible and near-infrared spectra, thermosurvey can be applied in the appropriate windows of atmospheric transparency; and valuable information is received both from spectrometry of natural objects and from radar survey involving passive systems (radiothermal survey) and active systems (radar survey).

Aerial photography of the earth's surface from spacecraft and aircraft, flying at different altitudes, makes it possible to obtain a set of images at different scales, which is necessary for the study of natural objects of different sizes. Space survey of a number of regions of the Soviet Union has been accomplished from piloted spacecraft of the Sojuz type and from long-term orbital stations of the Saljut series.

Photographs of the earth's surface were taken on different types of film. Black-and-white, multizonal, spectrozonal and colour surveys were conducted, providing a substantial growth of the potentialities in rectifying natural resource imagery.

Multizonal surveys are considered to be of particular interest, as they involve simultaneous photography in the near-infrared range and in different visible spectra. When processing the data thus derived, synthesized colour and colour-coded images can be received, thus facilitating the rectification process. Photographs taken in different spectra supplement each other, as the possibilities for interpretation of natural objects are not identical on the different photographs. In the 500-600 nm band we obtain images on which photo-tone anomalies are clearly visible within shallow areas of shelf, thus providing information on sea-bed relief, structural peculiarities, hydrodynamic conditions, vegetation and submarine relief as a whole. Photographs taken in the 600-700 nm band give the most legible image representation of the earth's surface, which is necessary for the full complex of thematic interpretation. With the help of images obtained in the 700-850 nm band we have managed to counteract the camouflaging effect of vegetation cover in some regions of the country, a development that is considered particularly significant for the interpretation of geological structure. Spectrozonal survey is being carried out with films of special types, sensitized to definite bands of the spectrum—frequently to those that clearly show color contrasts corresponding to vegetation types. Such photographs contain valuable information on forest resources and agricultural lands. With the help of spectrozonal images, on the basis of these indicative properties of vegetation, we manage to get clearer knowledge of the geological structure of some regions.

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L.43.

Colour aerial survey has proved to be most efficient in the regions where the colour contrasts of natural objects are well displayed. In arid regions, geological formations can be distinctly seen on colour photographs, particularly red and particoloured strata. In many cases the use of colour photographs has facilitated detection of ochre-coloured zones in hydrothermally altered rocks, a phenomenon that is associated with ore mineralization.

Television surveys are being executed, to a great extent with the help of the "Meteor" satellite meteorological system. In spite of the small scale of the images, the photographs obtained have made possible a structural geological representation of vast territories, as well as providing meteorological data. Using generalization of terrain features, and with the help of television photographs, we have managed to reveal major tectonic elements that had been overlooked by explorers who had had only aerial photographs at their disposal. Thus, television-image interpretation has resulted in new ideas about the substantial role in the lithosphere structure of ring structures of different origin.

Thermal survey, involving the infrared spectrum band, is considered to be one of the most promising of the remote-sensing methods, providing an essential contribution to the study of natural resources. Experimental work in this field has shown that thermal survey conducted at night is of particular interest. On thermo maps derived from thermal surveys, it is possible to clearly fix outcrops of rock types of different heat conductivity, to trace zones of active fractures with increased thermal flow and to demarcate anomalous zones for exploration as prospective new sources of geothermal energy. A repeated survey in the areas of active volcanism is supposed to help to identify increases in the intensity of thermal flow, which is directly related to the prediction of volcanic eruptions.

Radiothermal survey provides registration of natural microwave emission of the earth's surface. It permits detection of changes in substance, composition, humidity and surface salinity, all of which are of interest in natural-resource exploration.

Radar survey, executed mainly with the help of side-looking airborne radar, enables us to obtain the surface imagery under any meteorological conditions and at any time of day. The intensity of a reflected radio signal depends on humidity, material and the granulometric composition of rocks; this fact can be used in identifying different geological objects. Such surveys have a special significance in glaciological research; this method makes it possible to secure information on ice conditions in arctic basins irrespective of weather conditions.

Visual space observations are also of interest. From orbit, one can clearly distinguish large-scale geological structures within shelves and degrees of territorial development; vast forest masses are outlined, as are mountain glaciers and zones of spreading snow cover. In addition to space photographs, visual observations help to call attention to certain peculiarities of geological structures and to obtain the data needed to solve some debatable problems. For study of natural resources it is expedient to use the whole complex of remote sensing methods and techniques, although the efficiency of each method is not the same in every region. The optimum complex of the available methods, and the possibilities of these methods, are determined on special test fields situated in different natural zones. On such test fields space and aerial surveys are executed at different scales, with films of different types and at different seasons. Of great importance for the development of remote-sensing methods are subsatellite experiments in which synchronous space and aerial surveys are carried out simultaneously with field observations.

For effective use of space information in the study of natural resources, specialized thematic maps can be compiled, based on rectification data. Such thematic maps, based on interpretation of space photographs, are widely used in geological prospecting.

The possibility of seeing the whole tectonic area on one photograph permits detection of some important structural features, which might happen to escape explorers' attention when they use conventional aerial photographs of a comparatively large scale. Space photographs create an opportunity to outline the geological-structural regions of the territory, to indicate the settings of large-scale tectonic elements and to define regularities in the local distributions of structural forms. The solution of these problems has a direct connexion with metallogenic analysis and the evaluation of the prospects for discovery of oil and gas deposits.

Another trend in space data application is the development of new types of cartographic products—small-scale and geographic photo maps. Such maps of countries or regions are of great interest to specialists of various disciplines. Analysis of the maps permits the user to learn many of the regularities of regional scale; this in turn is very important in the detection of natural resources, especially mineral resources.

In connexion with the mapping of natural resources through the application of remote-sensing methods, it should be noted that great importance is attached to the compilation of a complete series of mutually co-ordinated thematic maps, reflecting data on natural resources or environment status. The number and scale of such maps are determined by the demands of the national economy in each particular region. Application of space data makes it possible to increase map accuracy, to show on the maps many important details, to co-ordinate cartographic source materials of varying age and quality and to use the most up-to-date information.

Prompt geographic map revision promotes natural-resources exploration. Under conditions of rapid national economic growth, with some regions being transformed and remote and inaccessible areas being brought into intensive economic development, geographic maps may become out of date within a few years. The effective use of available space photographs helps in introducing corrections into geographic maps quickly, reflecting the current dynamic exploitation of such natural resources as forests and agricultural lands.

The importance of remote-sensing methods for the study of natural resources can be illustrated by taking as an example one region of the Soviet Union. On space photographs of Mangyshlak and Burachi peninsulas, obtained with the help of the Saljut 3 orbital station there have been detected several tens of structures with potential for gas and oil exploration. In addition, marked large fractures have been observed, which are surmised to be ore-bearing structures,

controlling copper deposits. With the help of space photographs a scheme of land use and nature protection has been developed for Mangyshlak peninsula. Taking into account the aridity of this region, special attention was paid to the search for fresh or low-mineral-content ground water using hydroindicative rectification methods. Thanks to this space photograph interpretation, considerable fresh-water resources have been identified. Their exploitation will help to develop cattle pasturing in the Mangyshlak peninsula. The pastures of this region are of low productivity, and disruption of the soil and vegetation cover has aggravated the problem and decreased the value of the land. On the basis of data derived from space surveys some measures have been taken for the protection and restoration of pastures: pastures were classified in accordance with their seasonal exploitation; a seasonal system of cattle-driving and a network of watering places were developed; and by means of soil and hydrogeological rectification of space imagery, areas were defined for the development of small-scale agriculture.

The development of remote-sensing methods, for the study and evaluation of natural resources, for environmental protection and for thematic map compilation, will undoubtedly promote further technical progress in many branches of science, technology and production, with considerable increases in economic efficiency.

AGENDA ITEM 13

L'Ecole nationale des sciences géographiques et sa contribution à la formation de cadres et techniciens américains*

Document présenté par la France

SUMMARY

The present document summarizes the subjects covered by instruction given at the Ecole nationale des sciences géographiques, details its programmes of instruction and degrees awarded, and lists the consolidated training courses which it organizes.

RESUMEN

El documento resume el contenido de la enseñanza de la Escuela Nacional de Ciencias Geográficas, precisa sus ciclos de enseñanza y los diplomas que otorga y enumera los cursillos que la Escuela organiza.

L'Ecole nationale des sciences géographiques (ENSG), située à Saint-Mandé, à proximité immédiate de Paris, fait partie de l'Institut géographique national (IGN) français. Fondée en 1941, en vue de la formation de base des fonctionnaires destinés à l'IGN, elle a étendu ses attributions, peu à peu, à la formation d'élèves et stagiaires étrangers, dont 183 ressortissants américains (voir en annexe le détail par pays).

Enseignement

Sont enseignées à l'école les disciplines qui interviennent dans l'équipement géographique et cartographique de base d'un pays :

La géodésie : astronomie de campagne, triangulations, nivellement, gravimétrie;

La topographie : topométrie, tachéométrie, levé direct et complètement des levés photogrammétriques à la planchette, toponymie;

La photogrammétrie : prise de vues aériennes, aspect physique des photos aériennes, établissement du canevas de restitution (aérotriangulation), restitution:

La télédétection : lecture des photographies aériennes, photo-interprétation, procédés modernes de télédétection;

La cartographie topographique et thématique : rédaction, techniques graphiques.

L'Ecole dispense également l'enseignement complémentaire dans les disciplines scientifiques nécessaires à la mise en œuvre des techniques géographiques : mathématiques, mathématiques appliquées, sciences physiques (optique, photographie, mécanique, électricité et électronique), informatique, sciences de gestion, sciences de la terre (géologie, géomorphologie, pédologie, magnétisme, océanographie), sciences humaines et écologie.

Enfin, aux futurs ingénieurs, l'Ecole dispense l'enseignement de certaines disciplines connexes des disciplines géographiques et dans lesquelles ces dernières jouent un rôle important : techniques de génie civil, techniques de génie rural.

L'enseignement dispensé uniquement en langue française revêt trois aspects :

a) *L'enseignement magistral* donné dans les leçons et les conférences d'information;

b) *L'enseignement dirigé* dispensé par petites classes; le dialogue y est permanent entre le professeur et les élèves; ceux-ci sont invités à passer au tableau sur des exercices d'application ou à faire à leurs camarades des exposés sur un sujet donné à l'avance par le professeur. Ces petites classes ou séances d'application ont un rôle capital : elles permettent, en particulier, au professeur de se rendre compte si son enseignement est bien assimilé par les élèves;

c) *L'enseignement pratique* confié à des assistants; comme ceux-ci assurent la liaison entre l'enseignement théorique et les applications au cours de séances de travaux pratiques, ils doivent travailler en collaboration étroite avec les professeurs.

Ces trois formes d'enseignement sont dispensées à la plupart des élèves durant sept mois, d'octobre à avril. Durant quatre mois, de mai à août, l'Ecole organise de véritables travaux d'application sur le terrain : astronomie, géodésie, nivellement, gravimétrie, stéréopréparation, tachéométrie, topographie et complètement.

L'ENSG dispose pour cela d'installations propres en Haute Provence, notamment pour l'astronomie.

Si pour une catégorie d'élèves donnée l'enseignement d'une discipline présente le triple aspect qui vient d'être défini, cette même discipline est enseignée à plusieurs niveaux différents, correspondant aux cycles ci-après.

* Le texte de cette communication, préparé par R. d'Hollander, Institut géographique national (France), a paru sous la cote E/CONF 67/L.13

Le corps professoral est essentiellement constitué d'ingénieurs de l'IGN choisis en fonction de leur compétence et de leur expérience dans chaque discipline.

Pour l'enseignement des sciences de la terre, des sciences humaines, l'Ecole fait appel à des professeurs d'université.

Cycles d'enseignement

Le cycle des ingénieurs géographes (cycle A) recrute des élèves étrangers au niveau de la maîtrise ès sciences, correspondant à quatre années d'études scientifiques après le baccalauréat; il forme, en deux ans, des ingénieurs polyvalents destinés à occuper des postes de haute direction, de recherche, d'enseignement supérieur.

Dans le cadre du cycle A, il est possible d'effectuer une seule année d'études et d'obtenir un certificat d'études supérieures, soit d'astronomie-géodésie, soit de photogrammétrie, soit de télédétection et de photo-interprétation. Ce dernier certificat d'études supérieures, récemment créé, est délivré à l'issue du cycle d'enseignement approfondi de télédétection et de photo-interprétation.

Le cycle des ingénieurs des travaux (cycle B) recrute des élèves étrangers au niveau de la classe de mathématiques spéciales ou du diplôme universitaire d'études scientifiques (DUES) mathématiques et physique, correspondant à deux années d'études après le baccalauréat; il forme, en trois ans, des ingénieurs chargés de diriger des missions de terrain et des ateliers de production.

Dans le cadre du cycle B, il est possible d'effectuer une seule année d'études et d'obtenir un certificat de spécialité, soit d'astronomie-géodésie, soit de photogrammétrie, soit de topographie-topométrie, soit de télédétection.

Le cycle des géomètres (cycle C) recrute des élèves étrangers au niveau du baccalauréat des séries scientifiques; il forme, en deux ans, des techniciens supérieurs d'études et de travaux géographiques, aptes à encadrer des personnels d'exécution ou à exécuter eux-mêmes certains travaux de haute qualification en géodésie, topographie, photogrammétrie.

Dans le cadre du cycle C, il est possible d'effectuer une seule année d'études et d'obtenir des brevets de qualification de levés aux grandes échelles ou de complètement de levés photogrammétriques, de triangulation, stéréopréparation, nivellement.

Le cycle des cartographes (cycle D) recrute aussi, au niveau du baccalauréat, des élèves étrangers ayant une réelle aptitude pour la cartographie; il forme, en deux ans, des techniciens supérieurs cartographes capables d'exécuter des travaux de conception cartographique et de diriger des ateliers de rédaction cartographique.

Le cycle des techniciens cartographes (cycle D') recrute à un niveau plus modeste (classe de première) des élèves étrangers ayant des aptitudes pour le dessin cartographique; il forme, en deux ans, des techniciens cartographes aptes à encadrer des dessinateurs ou à exécuter eux-mêmes des rédactions délicates.

Le cycle des dessinateurs cartographes et des dessinateurs photo-identificateurs (cycle E) recrute au niveau de la classe de troisième et forme uniquement du personnel destiné à l'IGN. Les Etats étrangers n'ont pas intérêt à confier à ce cycle la formation de leurs dessinateurs d'exécution. Nous pensons que les ingénieurs, techniciens supérieurs et même les techniciens cartographes sortis de l'ENSG devraient pouvoir assurer cette formation, après quelques années de pratique.

Le cycle des officiers forme, en 18 mois, des officiers français et étrangers. L'enseignement dispensé s'apparente à celui des géomètres (techniciens supérieurs).

Doctorat de docteur-ingénieur en sciences géographiques. L'Ecole est habilitée à délivrer un diplôme de docteur-ingénieur en sciences géographiques. Les candidats doivent être déjà titulaires d'un diplôme français d'ingénieur reconnu par la Commission des titres ou d'un diplôme d'ingénieur étranger reconnu équivalent. L'obtention du doctorat nécessite une année d'études, consacrée à l'obtention du diplôme d'études approfondies (DEA) et deux années de recherches dans les laboratoires de l'IGN.

Les ingénieurs diplômés du cycle A ou du cycle B sont dispensés du DEA.

Stages groupés

Chaque année l'ENSG organise sous l'égide de l'Organisation française pour l'enseignement de la télédétection (OFET) deux stages ouverts aux ressortissants étrangers.

Le premier est le stage d'exploitation des photographies aériennes (SEPA), d'une durée de six semaines, qui a lieu en mai-juin et qui comporte deux options : l'une de photogrammétrie, l'autre de photo-interprétation.

Le deuxième est le stage d'information sur la photographie aérienne (SIPA), orienté exclusivement vers la photo-interprétation, d'une durée de deux semaines, en septembre.

Conditions d'admission

On distingue deux sortes d'étudiants :

a) Les élèves et les auditeurs titulaires qui participent à la totalité de l'enseignement d'un cycle et peuvent prétendre au titre de fin d'études;

b) Les auditeurs ou stagiaires qui, en principe, ne suivent qu'une partie de l'enseignement d'un cycle, selon un programme fixé en accord avec l'organisme dont ils dépendent.

La règle générale en vue de l'admission des élèves et des auditeurs titulaires est l'examen, dont les candidats peuvent passer les épreuves, sur place, au siège de l'Ambassade de France, dans la deuxième quinzaine de mai. Ces épreuves sont identiques à celles qui servent au recrutement par concours des élèves français destinés à l'IGN ou elles sont de même niveau. Les élèves étrangers doivent obtenir une moyenne au moins égale à celle exigée pour les élèves français; les auditeurs titulaires sont admis avec une moyenne un peu inférieure. Le cycle des ingénieurs des travaux peut admettre sur titres des auditeurs titulaires ayant obtenu le DUES mathématiques et physique ou un diplôme équivalent correspondant à deux années d'études scientifiques après le baccalauréat, mais les titres présentés sont confirmés par le passage de tests de mathématiques et de physique.

Les auditeurs titulaires peuvent devenir élèves au début de la deuxième année scolaire s'ils ont obtenu une moyenne suffisante lors de la première année; toutefois, ils ne peuvent redoubler celle-ci.

Les auditeurs ou stagiaires sont admis sur titres dans la limite des places disponibles : selon le cycle, ils peuvent obtenir un certificat d'études supérieures, un certificat de spécialité, un ou plusieurs brevets de qualification.

Tous les ressortissants étrangers sont soumis au paiement de droits de scolarité. Pour les élèves, auditeurs titulaires et certains auditeurs qui suivent une année complète, le tarif est donné globalement pour l'année entière; il varie selon les cycles. Pour les auditeurs et stagiaires restant à l'école peu de temps le tarif est donné par semaine. Au titre de la coopération technique, le Gouvernement français accorde aux ressortissants étrangers admis à l'ENSG, dans la plupart des cas, des bourses qui couvrent les frais de scolarité.

Régime et installations de l'Ecole

Le régime de l'Ecole est l'externat, le repas de midi pouvant être pris sur place au restaurant de l'IGN. Le logement des élèves peut être assuré dans les cités universitaires ou des centres d'accueil ou chez des particuliers.

L'Ecole occupe, à Saint-Mandé, un vaste immeuble à six niveaux, offrant 4 300 mètres carrés de plancher. En dehors des bureaux administratifs, cet ensemble comprend notamment :

Des salles d'études et de travaux pratiques, où les élèves sont répartis par groupes d'une dizaine environ;

Sept salles de cours, dont deux de 75 places;

Une grande salle de conférence équipée de 296 fauteuils, d'une cabine de projection de films de 16 et 35 millimètres et d'un écran de plus de 4 mètres;

Trois ateliers de photogrammétrie équipés de nombreux appareils de restitution de différents types;

Un laboratoire de photographie, des collections de roches, de cartes, de diapositives, etc.

L'Ecole dispose de matériels de géodésie, de topographie, de calculs, etc., qui sont utilisés pour les travaux pratiques. En outre, les élèves ont normalement accès :

A la bibliothèque générale de l'IGN;

A la cartothèque de l'IGN qui détient dans ses archives de très nombreuses cartes, anciennes et modernes, françaises et étrangères;

A la photothèque nationale, gérée par l'IGN, qui archive plusieurs millions de photographies aériennes, couvrant des régions extrêmement variées.

De plus, les élèves peuvent éventuellement avoir accès à diverses installations propres à l'IGN : équipements photogrammétriques divers, laboratoires d'études et de contrôle, ordinateurs, ateliers de calcul, de dessin, de cartes en relief, collection d'instruments, etc.

Sanctions des études

Les élèves sont soumis à un contrôle de connaissances permanent au moyen de compositions et interrogations échelonnées durant l'année scolaire.

Pour l'admission en année supérieure et pour l'obtention du titre de fin d'études, les élèves doivent satisfaire à un certain nombre de conditions, énumérées dans le règlement intérieur de l'Ecole, notamment obtenir :

a) Une moyenne minimale annuelle de 10 pour l'ensemble des interrogations et compositions;

b) Une moyenne minimale annuelle de 12 pour l'ensemble des travaux pratiques et des travaux d'application sur le terrain.

Les élèves étrangers ayant satisfait à ces conditions se voient décerner :

Cycle A. — Le diplôme d'ingénieur civil géographe;

Cycle B. — Le diplôme d'ingénieur diplômé de l'Ecole nationale des sciences géographiques;

Cycle C. — Le brevet de technicien supérieur d'études et de travaux géographiques;

Cycle D. — Un certificat de fin d'études faisant état d'une formation de technicien supérieur en cartographie;

Cycle D'. — Un certificat de fin d'études faisant état d'une formation de technicien cartographe.

Les diplômes d'ingénieur sont reconnus par la Commission du titre d'ingénieur diplômé au sens de la loi de 1934 (*Journal officiel* du 21 juillet 1971).

Le Directeur de l'Ecole nationale des sciences géographiques est habilité à délivrer le brevet de technicien supérieur d'études et de travaux géographiques par jugement sur requête de la Commission des titres d'ingénieurs du 19 mars 1973.

Rappelons que les auditeurs peuvent prétendre sous certaines conditions énumérées dans le règlement intérieur de l'Ecole à :

a) Un certificat d'études supérieures dans le cycle A;

b) Un certificat de spécialité (topométrie-topographie, géodésie-astronomie, photogrammétrie) dans le cycle B;

c) Des brevets de qualification (levé direct aux grandes échelles, complètement des levés photogrammétriques, triangulation, nivellement de précision, stéréopréparation) dans le cycle C.

Les ingénieurs déjà diplômés, effectuant des recherches (deux ou trois ans), peuvent prétendre au titre de docteur ingénieur en sciences géographiques (arrêté du 28 août 1975).

Annexe

ETAT PAR PAYS DES ÉLÈVES ET STAGIAIRES AMÉRICAINS FORMÉS À L'ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES JUSQU'AU 15 OCTOBRE 1975

Pays	*Nombre d'élèves*	*Nombre d'auditeurs ou stagiaires*	*Total*
Argentine		22	22
Bolivie		3	3
Brésil	2	41	43
Canada		19	19
Chili		10	10
Colombie		13	13
Cuba		18	18
El Salvador		2	2
Equateur		2	2
Etats-Unis d'Amérique	1	5	6
Guatemala		2	2
Haïti	2	5	7
Jamaïque	1	1	2
Mexique		14	14
Panama		4	4
Paraguay		1	1
Pérou	1	5	6
Uruguay			2
Venezuela			7
TOTAUX	7	167	183

The training of geodetic and cartographic personnel in the German Democratic Republic*

Paper presented by the German Democratic Republic

RÉSUMÉ

Dans le cadre du système d'enseignement intégré de la République démocratique allemande, l'enseignement de la géodésie et de la cartographie permet d'accéder à des postes de technicien, de technicien supérieur ou d'ingénieur.

Les techniciens supérieurs sont formés au Collège technique de géodésie et cartographie de Dresde. Les cours durent trois ans. En règle générale, les étudiants y entrent après avoir terminé l'école secondaire polytechnique (10 ans) et reçu une formation professionnelle de technicien en géodésie ou cartographie.

Les travaux sur le terrain et en laboratoire occupent une place importante dans les études. Les étudiants en géodésie peuvent se spécialiser dans les domaines suivants : levés du territoire national, établissement de cartes à grande échelle, topographie, photogrammétrie, topométrie ou levés miniers, cadastraux ou agricoles. Les cartographes ont le choix entre la cartographie topographique et la cartographie thématique. Les ingénieurs sont formés à l'Université technique de Dresde ou à l'Ecole des mines de Freiberg (ingénieurs des mines seulement). Les études durent quatre ans et demi. Pour être admis, les étudiants doivent avoir été reçus à l'Abitur ou un autre examen d'entrée à l'université. Les ingénieurs diplômés de géodésie trouvent à s'employer dans la gestion et la planification ou dans l'exécution de vastes projets complexes d'établissement de levés. Les ingénieurs cartographes sont engagés comme responsables de tous les aspects de l'établissement de cartes topographiques et thématiques.

Dans le cadre d'accords internationaux conclus avec la République démocratique allemande, des ressortissants des pays en développement peuvent recevoir une formation de technicien supérieur ou d'ingénieur en République démocratique allemande. Le cas échéant, des spécialistes peuvent en outre être envoyés dans ces pays pour organiser la formation.

RESUMEN

Dentro del sistema de enseñanza integrado de la República Democrática Alemana, se capacita a geodestas y cartógrafos para trabajar como técnicos especializados, ingenieros o ingenieros certificados.

Los ingenieros se forman en el Instituto Técnico Superior de Geodesia y Cartografía de Dresden. El curso dura tres años. En general, los aspirantes han terminado la escuela secundaria politécnica (10 clases) y los cursos de formación profesional geodésica o cartográfica para técnicos especializados antes de comenzar sus estudios. Todos los cursos incluyen un elevado porcentaje de trabajos prácticos sobre el terreno y de trabajos de laboratorio. La capacitación en geodesia ofrece a los estudiantes la posibilidad de especializarse en levantamientos nacionales, cartografía en gran escala, topografía, fotogrametría, geodesia aplicada a la ingeniería, relevamiento de minas y levantamientos catastrales y agrícolas. Los cartógrafos se especializan en cartografía topográfica o temática.

Los ingenieros certificados se forman en la Universidad Técnica de Dresden y la Escuela de Minería de Freiberg (para la geodesia de minas solamente). Los estudios duran cuatro años y medio. Para ser admitido en estas instituciones es necesario aprobar el Abitur u otro examen de ingreso a la Universidad. Las oportunidades de empleo para ingenieros de relevamiento certificados consisten principalmente en la gestión y la planificación de proyectos de relevamiento complicados y de gran envergadura o la realización de esos proyectos como expertos en todos los campos de la geodesia. Los ingenieros cartográficos certificados trabajan como expertos encargados de todos los aspectos de la preparación de mapas topográficos o temáticos.

Dentro del marco de los acuerdos internacionales celebrados con la República Democrática Alemana, los nacionales de países en desarrollo se pueden capacitar como ingenieros o ingenieros certificados en la República Democrática Alemana. Si es necesario, también se puede enviar expertos a países en desarrollo para proporcionar capacitación complementaria.

Necessity and aim of training

Social, economic and scientific-technological development in the German Democratic Republic makes correspondingly new and advanced requirements on the training of geodetic and cartographic personnel. There is no doubt that the importance of geodesy and cartography is increasing as they contribute to the progress of human knowledge and provide information that is used in managing and planning in many branches of national economies, as well as in the tapping and effective use of natural resources. In response to these social needs, the training of geodesists and cartographers is always oriented towards the following general educational aims:

(*a*) The teaching of up-to-date scientific knowledge and its application in geodetic and cartographic practice;

(*b*) The guarantee of wide possibilities of operation in the specialized fields of geodesy and cartography; and

(*c*) The systematic development of abilities for creative individual work in the solution of geodetic and cartographic problems.

Special emphasis is laid on comprehensive training in mathematics and the fundamentals of the natural sciences as

* The original text of this paper appeared as document E/CONF 67/L. 37.

well as in special fields, closely linked with practical requirements, corresponding to different levels of qualification.

Structure of qualification

On the basis of the integrated educational system in the German Democratic Republic, geodesists and cartographers are trained for employment as skilled workers, engineers or certificated engineers.

Skilled workers are being provided for the solution of certain geodetic or cartographic partial problems, usually under supervision. The skilled surveying worker carries out simple measurements of distances, angles and altitudes as well as marking works or making simple calculations and drawings. The skilled cartographic worker is capable of doing drawings, engravings, simple mounting and graphic works for reproduction.

Engineers are trained to work out small geodetic or cartographic projects without supervision, to apply existing techniques with respect to the economic aspects of cartography and to participate in developing new procedures. They direct small work teams and are also able to carry out training tasks.

Certificated engineers are trained to understand geodetic and cartographic procedures universally and scientifically, to search for new directions of development and to prepare the latest research findings for practical, economic use. They direct larger teams and perform responsible functions in basic and advanced training.

This structure of qualification has been created out of social necessity and has proved successful in practice.

Training for engineers

Engineers of geodesy and cartography are being trained at the Technical College of Geodesy and Cartography, Dresden. The entire course of studies takes three years. The training consists of a theoretical course, lasting two and a half years; a course at Dresden College itself that includes many practical exercises; and a half-year term of practice at a geodetic or cartographic establishment. Generally, the applicants for this course have finished the ten-class polytechnical secondary school and the vocational training course in geodesy or cartography before beginning their studies in geodetic or cartographic engineering.

In their natural-science education the students get a comprehensive training in fundamental mathematics and physics as well as a basic knowledge of chemistry and automatic data processing. The content of the courses taught is broadly adapted to the special requirements of geodesy and cartography. Special studies begin mainly in the second year. In the training for geodesists, the major subjects are surveying, theory of errors and adjustment computation, photogrammetry, engineering geodesy, topography and cadastral surveying. In the training for cartographers, first and foremost map-making, map-designing, technical cartography, photogrammetry, geography and mathematical cartography are taught during this initial period of education. In the third year students specialize in the fields they choose, according to their intended future fields of operation. Geodetic training offers possibilities for specialization in national surveying; large-scale mapping, topography and photogrammetry; engineering geodesy; mining surveying; and cadastral-agricultural surveying. In cartographic training one can specialize in either topographic or thematic cartography.

All studies are characterized by a high proportion of field and laboratory exercises (up to 60 per cent of classes). Students are made familiar with the instruments and techniques used in practice. The Technical College of Geodesy and Cartography, Dresden has nearly every up-to-date surveying and photogrammetric instrument made by VEB Carl Zeiss, Jena, as well as all camera, copying and printing equipment required and efficient automatic data-processing units. During the last term, the students undertake a period of practice at a geodetic or cartographic establishment, where they also write their final papers.

After finishing their studies, the graduates are immediately able to solve most of the practical problems in their special fields. The surveying engineer can be employed in the reconnaissance, survey and recovery of geodetic nets (engineering geodetic nets in particular); in making and revising large-scale maps; in determining control points, rectifying aerial photographs, stereoplotting and photointerpretation; in laying out traffic roads; in alignment and control of utility lines and industrial plants; in mining surveys; in boundary surveys, cadastral revision and cadastral mapping; and in surveying for agriculture, forestry and systems of water supply. The cartographic engineer can be employed in compiling and editing maps at all scales; in the treatment of thematic author originals; in revision of topographic maps; in editorial work; and in correction and technical control.

Training for certificated engineer

Certificated engineers of geodesy and cartography are being trained at the Technical University, Dresden. Studies take four and a half years. The seventh term is a period of practical training at a geodetic or cartographic institution. For admission to the course, the Abitur or an equivalent university entrance examination is required. In addition, it is recommended that applicants take up a practical occupation in a geodetic or cartographic field before beginning their studies.

Having passed through an intensive fundamental training (advanced mathematics, physics and automatic data processing), the students get a comprehensive special field education. In the training of geodesists the major subjects are surveying, photogrammetry, theory of errors and adjustment computation, theoretical and physical geodesy, engineering geodesy and astrometry. After the first and second years, practical exercises in large-scale surveying are carried through. In the second half of the third year the students get a complete practical training in the field-work of national surveying, including astronomic-geodetic and gravimetric procedures. The training in cartography concentrates upon preparation and compilation in map-making, theoretical and mathematical cartography, automation in map-making, technical procedures of map production, topographic cartography, thematic cartography and physical-geographical fundamentals. After the first year a practical exercise, covering a period of several weeks, is carried through.

The universal training is characterized by the teaching of highly theoretical knowledge, satisfying the requirements

for both the present time and the future. Carrying through numerous practical exercises and special field trips, the students also develop the skills they will need in order to apply their knowledge in actual practice. For this purpose, up-to-date surveying, photogrammetric and polygraphic equipment, as well as efficient automatic processing units, are available. The diploma paper is worked out during the ninth term. Studies end with the award of the first academic degree, "Certificated Engineer". The professional opportunities for certificated surveying engineers consist mainly in the management of large, complicated surveying projects or in the realization of such projects as experts in all fields of geodesy. They are competent to prepare, carry out and evaluate, without supervision, geodetic and photogrammetric surveying of various accuracies for different purposes. In addition, those who graduated from the University can also be employed, in research establishments or in industry, in developing and manufacturing surveying and photogrammetric instruments. For solving complicated problems of mining geodesy, certificated engineers are being trained at the Freiberg School of Mining. Certificated cartographic engineers are employed mainly as experts responsible for the solution of complicated cartographic problems and technical map-making problems in cartographic enterprises, planning offices and publishing houses. They are competent to make topographic and thematic map series, work out techniques and guide the compilation and editing of maps, as well as project maps of various kind.

ON THE TRAINING OF STAFF FOR DEVELOPING COUNTRIES

The German Democratic Republic grants wide-reaching assistance in training geodetic and cartographic personnel for developing countries. On the basis of existing international agreements concluded with the German Democratic Republic it is possible both to send experts of the German Democratic Republic to developing countries and to train engineers and certificated engineers of geodesy and cartography within the German Democratic Republic. For this training, a foreign applicant for studies in the German Democratic Republic must be sponsored by the governmental office or democratic organization of his homeland. After that, negotiations are conducted and the decision is taken in conjunction with the foreign treaty partners concerned. If necessary, arrangements are possible for attending intensive language courses or acquiring necessary prerequisite knowledge.

Detailed information on organizational questions can be obtained by inquiring through the foreign representatives of the German Democratic Republic.

Asistencia técnica de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) para el desarrollo de la cartografía y áreas afines*

Documento presentado por México

SUMMARY

The National Land Survey Commission (CETENAL), which is the Mexican body responsible for compiling an inventory of that country's natural and socio-economic resources, can provide assistance in the following fields to the other countries of the American continent in the development of cartography and related subjects:

Technical advice on setting up a national cartographic survey system;

Aerial photography, including training of personnel in photonavigation;

Flight planning and control and calibration of mapping cameras (using a goniometer with autocollimator);

Photographic laboratory with classes in processing colour photographs used in resources' study;

Photogrammetry;

Photointerpretation;

Training of personnel to interpret and handle cartographic data;

Geographic data bank.

It can also help with the preparation of planning programmes using cartographic material.

RÉSUMÉ

La Commission d'étude du territoire national (CETENAL), chargée au Mexique de l'inventaire des ressources naturelles et socio-économiques du pays, peut contribuer au développement de la cartographie et des disciplines connexes dans les pays du continent américain en ce qui concerne les domaines suivants :

Fourniture de conseils techniques pour la structuration d'un système de levés topographiques au niveau national;

Photographie aérienne, y compris la formation du personnel de photonavigation;

Planification et contrôle des missions et étalonnage des caméras métriques (à l'aide d'un goniomètre autocollimateur);

Travaux de laboratoire photographique, et notamment formation au développement des photographies en couleurs pour l'étude des ressources;

Photogrammétrie;

Photo-interprétation;

Formation du personnel d'interprétation et d'exploitation de l'information cartographique;

Banque de données géographiques;

Préparation de programmes de planification à l'aide de documents cartographiques.

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF.67/L.65.

Asistencia técnica

La Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), entidad responsable en México de la elaboración del inventario de los recursos naturales y socioeconómicos con que cuenta el país, puede coadyuvar al desarrollo de la cartografía y áreas afines a los países del Continente Americano en los siguientes conceptos.

Asesoría técnica para la estructuración de un sistema de levantamiento cartográfico a nivel nacional

Objetivo — Dar las bases para la estructuración de un sistema cartográfico nacional a partir de las necesidades de información y delimitando bajo un marco de referencia las escalas, las proyecciones adecuadas, las especificaciones de los contenidos de las cartas en sus diferentes niveles, desde el nivel nacional hasta el nivel local.

Requisitos de los candidatos al curso — Profesionales ligados con actividades cartográficas y de investigación de recursos; funcionarios relacionados con la ejecución de programas de desarrollo.

Fotografía aérea

Fotonavegación

Objetivo — Preparar personal para auxiliar al piloto, encargándose del manejo y operación del equipo de toma de fotografías para fines fotogramétricos.

Temas generales — Conocimiento de la fotografía, principios sobre el procesamiento de las fotografías, generalidades de aeronáutica y conocimiento del equipo de navegación aérea, manejo y cuidado de las cámaras métricas, incluyendo también un período de prácticas en vuelo.

Requisitos de los aspirantes — Escolaridad mínima: Preparatoria o primeros años de profesional preferentemente del área físico-matemática. Buenas condiciones de salud. Duración estimada del curso: 3 semanas.

Planeación y control de vuelos

Objetivo — Preparar personal capacitado para planear vuelos fotogramétricos y facultado para llevar un buen control en el levantamiento fotogramétrico de grandes zonas.

Temas generales — Uso de equipo adecuado, meteorología, interpretación fotográfica, manejo de cámaras métricas y organización y control de vuelos.

Requisitos de los aspirantes — Escolaridad mínima: Preparatoria o primeros años de profesional. Duración estimada del curso: 3 semanas.

Calibración de cámaras métricas (usando goniómetro autocolimador)

Objetivo — Preparación de personal sobre los métodos de calibración, la interpretación de los parámetros medidos y los requisitos que deben cumplir las cámaras métricas.

Temas generales — Principios de óptica, cámaras métricas, conocimientos generales de fotografía, manejo del goniómetro, manejo de programas de computadora.

Requisitos de los aspirantes — Escolaridad mínima: Preparatoria con conocimientos de programación. Duración estimada del curso: 2 semanas.

Laboratorio fotográfico

Procesamiento de fotografías en color aplicadas al estudio de recursos

Objetivo — Dar al personal técnico las bases necesarias para el procesamiento de fotografías en color, haciendo hincapié sobre la utilidad principal de las fotografías.

Temas generales — Principios del color, óptica y filtros, filmes aéreos, química y el procesamiento, técnicas de impresión, interpretación fotográfica y medición de la calidad.

Requisitos de los aspirantes — Escolaridad mínima: Preparatoria de preferencia con experiencia en procesos fotográficos blanco y negro. Duración estimada del curso: 3 semanas.

Fotogrametría

Operador de restitución

Objetivo — Preparar a los aspirantes sobre el manejo de los aparatos de restitución, de tal manera que sean capaces de preparar minutas, realizar orientaciones relativas y absolutas, restituir originales altimétricos por grabado directo y revisar y/o corregir originales.

Temas generales — Curso teórico elemental de fotogrametría, prácticas de preparación de triangulación, preparación de minutas, prácticas de restitución y revisión de originales.

Requisitos de los aspirantes — Nivel académico mínimo: Preparatoria o equivalente. Examen de agudeza visual en la CETENAL. Examen de percepción estereoscópica en la CETENAL. Duración estimada del curso: 3 meses.

Triangulación aérea

Objetivo — Preparar personal en las técnicas de triangulación aérea por métodos analógicos y analíticos.

Temas generales — Elementos de fotogrametría, cálculo matricial, estadística, métodos de triangulación y su ajuste, incluyendo un tiempo relativamente grande de prácticas de triangulación y procesamiento de datos.

Requisitos de los aspirantes — Nivel académico mínimo: Preparatoria o equivalente; aprobar examen de matemáticas (algebra, geometría analítica y cálculo); haber cursado o comprobar curso de operador de restitución. Duración estimada del curso: 3 meses.

Metodología para la compilación de datos de campo (Toponimia)

Objetivo — Preparar personal capacitado para la compilación de información de campo para mapas a diferentes escalas y niveles de información.

Temas generales — Fotogrametría elemental, geomorfología elemental, cartografía elemental, primeros auxilios, técnicas de entrevista y prácticas de campo.

Requisitos de los aspirantes — Nivel académico mínimo: Preparatoria o primeros años de profesional del área de las ciencias de la tierra. Duración estimada del curso: 2,5 meses.

Fotointerpretación

Capacitación en técnicas de fotointerpretación geológica, edafológica, uso del suelo y uso potencial

Objetivos — Preparar fotointérpretes por especialidad (geólogos, agrónomos, etc.) facultados para llevar a cabo clasificaciones cartográficas a diferentes escalas.

Temas generales — Fotografía, fotogrametría elemental, cartografía elemental, geodesia, técnicas de fotointerpretación por especialidad, prácticas de campo.

Requisitos de los aspirantes — Nivel profesional de la especialidad en que se desee el curso de fotointerpretación (geológica, edafológica, uso del suelo, uso potencial). Duración estimada del curso: 4 meses.

Se hace la aclaración de que es necesaria una supervisión estrecha en los trabajos realizados después del curso a todos los participantes.

Conocimiento y manejo de información cartográfica

Objetivo — Preparar personal capaz de manejar información interdisciplinaria con el fin de aplicar ésta para la toma de decisiones en planes de desarrollo principalmente.

Temas generales — Conocimiento de la institución cartográfica; fotografía, principios de cartografía, principios de fotogrametría, fisiografía, geodesia, fotoidentificación, cartas topográficas, escalas, cartas de recursos (geológica, edafológica, uso del suelo, uso potencial), carta de climas, carta urbana, prácticas usando cartas y estudios de valuación cartográfica.

Requisitos de los aspirantes — Nivel mínimo profesional. Duración estimada del curso: 1,5 meses.

Banco de datos geográfico

Objetivo — Dar las bases necesarias para la integración de un Banco de Datos usando la información plasmada en mapas tanto topográficos como de recursos, con el fin de facilitar su manejo y resolver problemas que realizados manualmente utilicen demasiado tiempo.

Temas generales — Análisis de funciones booleanas, estructuras por polígonos, métodos de vaciado de información, codificación de información, clasificación de propiedades de las diferentes cartas, definición de niveles de información, lenguaje de usuario, ejemplos prácticos.

Requisitos de los aspirantes — Nivel académico mínimo: Preparatoria o equivalente. Indispensable el conocimiento del lenguaje de computadora FORTRAN.

Programas de planeación usando material cartográfico

Objetivo. — Preparar al personal de tal manera que utilizando el material cartográfico desarrolle programas de planeación regionales, subregionales y/o microrregionales.

Temas generales — La planeación como necesidad de la economía contemporánea, el proceso de la planeación, el material cartográfico como descripción del espacio territorial, y aplicaciones prácticas.

Requisitos de los aspirantes — Nivel escolar mínimo: Profesional; haber tomado el curso de "Conocimiento y manejo de información cartográfica" o tener cierta experiencia con el manejo de material cartográfico. Duración estimada del curso: 2 semanas.

La unidad de América*

Documento presentado por México

SUMMARY

One important positive contribution will undoubtedly be development programming and planning for the patchwork of nations in the Americas with the creation of a Single Information System on the Resources of the Continent, with common specifications, thereby amassing data through joint action.

We shall have to begin by drawing up a unified mapping system which would be of immediate benefit to each nation involved, since it would lead to continent-wide map coverage that would help solve many problems, including some of world-wide importance.

The availability of a common cartographic and information system would permit the preparation of regional devel-

RÉSUMÉ

Une contribution importante sera certainement la programmation et la planification du développement de la mosaïque des nations américaines, avec la mise en place d'un système unique d'information normalisé sur les ressources du continent, dont le fonds de données sera le fruit d'un effort conjoint.

Pour commencer, il faudra élaborer une cartographie unifiée dont pourront profiter toutes les nations du continent; le résultat en sera une cartographie continentale qui contribuera à la solution de maints problèmes, parfois de portée mondiale.

La cartographie et l'information communes permettront d'établir, ce qui a été impossible jusqu'ici, des plans régionaux américains de développement, couvrant les activités les plus diverses et devant nécessairement se fonder sur des

* El texto original de esta monografía se publicó como documento E/CONF 67/L.66

opment plans for the Americas—something which has hitherto proved impossible—directed towards activities of all kinds and necessarily based on truly accurate and up-to-date information. This Single Cartographic Information System on the Resources of the Continent could have applications in various fields, such as:

(a) *Natural resources*. The study of natural resources is foremost among the important activities which would be carried out. Resources would be pinpointed and assessed by interpreting aerial photographs previously used in producing the basic maps. The development of natural resources could be achieved at three levels: national, regional and continental. Given the unquestionable economic interdependence among all the nations of the Americas, the benefits of this threefold process, based on uniform mapping, are inestimable;

(b) *Frontiers*. One of the principal applications of this mapping system would be to provide the possibility of solving the chronic abundance of international border disputes. The same would be true with regard to the internal political and administrative boundaries of each country, since not all the countries in the Americas have mapped their territory with the same accuracy and using the same specifications;

(c) *Disasters*. The true extent of natural disasters could be assessed with the minimum delay, so that national or international relief could be channelled promptly to the victims and the appropriate decisions taken in each case;

(d) *Cadastral survey*. Due to its importance for the treasury, the possibility of making a rural cadastral survey in our countries merits special mention. Many of us do not have a complete survey, with the resultant loss to public finances;

(e) *Infrastructure*. These joint surveys and studies would provide the accurate basic data required by the civil engineering projects for which there is a dire need in the developing countries.

As a preliminary step, a preparatory meeting should be convened, as suggested by one of the countries concerned, to consider the important factors involved in unifying the various aspects of cartography and data processing in the Americas into a single model. Various working groups would be set up with the task, *inter alia*, of determining the prerequisites for the creation of a Co-ordination Centre, an Information Centre and a General Studies' Centre.

The Co-ordination Centre would link the whole system and at the initial stages would function as a secretariat.

The purpose of the Information Centre would be to analyse all available data and compile existing cartographic documentation which can be used in planning the new single continental cartographic system.

The role of the General Studies' Centre would be to establish a systematic methodology for the whole project, in such a way that a single set of technical regulations would apply throughout the entire organization. The basic tools would be geodesy, photogrammetry, photointerpretation and remote sensing.

renseignements exacts et à jour. Le système unique d'information cartographique sur les ressources du continent pourra être utilisé dans différents domaines, tels que :

a) *Les ressources naturelles*. Au nombre des activités importantes qui seront menées figure au premier plan l'étude des ressources naturelles — qui seront localisées avec exactitude et analysées par l'interprétation des photographies aériennes précédemment utilisées pour la production de cartes de base. L'évaluation des ressources naturelles pourra se faire à trois niveaux : national, régional et continental. Etant donné l'évidente interdépendance économique de toutes les nations américaines, ce triple processus, fondé sur une cartographie uniforme, présente des avantages inestimables;

b) *Limites et frontières*. Une des principales applications de cette cartographie serait la possibilité de régler les différends frontaliers chroniques, et de mieux tracer les subdivisions intérieures de chaque pays — qu'elles soient politiques, administratives ou autres —, car les pays américains sont loin de disposer tous de cartes suffisamment exactes et détaillées de leur territoire;

c) *Les catastrophes*. L'étendue des catastrophes naturelles pourra être mesurée et délimitée dans un minimum de temps. En conséquence, les secours nationaux ou internationaux aux sinistrés pourront être organisés rapidement et les décisions les plus judicieuses prises dans chaque cas;

d) *Le cadastre*. Au point de vue foncier, la possibilité d'établir un cadastre rural dans les pays du continent américain revêt une importance particulière, car l'inachèvement du cadastre ne peut que léser le trésor public;

e) *L'infrastructure*. Les travaux de génie civil, qui font partie des tâches impératives auxquelles doivent s'attaquer les pays en développement, trouveront dans ces levés et études les bases fermes nécessaires à leur exécution.

Dans une première phase, il faudrait organiser la réunion préparatoire préconisée par un des pays intéressés, et à laquelle seraient examinées les questions importantes concernant l'unification des divers aspects de la cartographie et de l'informatique américaines. Plusieurs groupes de travail seraient créés et chargés de déterminer les conditions requises pour constituer un centre de coordination, un centre d'information et un centre d'études.

Le centre de coordination — organe de liaison du système — remplirait les fonctions de secrétariat aux stades initiaux.

Le centre d'information serait chargé d'analyser les données disponibles et de recueillir la documentation cartographique existante pouvant être utilisée pour organiser une nouvelle cartographie continentale unifiée.

La tâche du centre d'études serait de systématiser les méthodes de l'ensemble de l'entreprise et d'en assurer l'unité de régulation technique. La géodésie, la photogrammétrie, la photo-interprétation, la télédétection et l'informatique seraient ses articulations fondamentales.

Con relación a la unidad de América hemos leído y escuchado miles de palabras, probablemente más de las que deberían haberse dicho. Pero lo que se requiere son hechos; se necesitan obras concretas. Hace falta en el presente la

participación activa de los técnicos y científicos; pero no con discursos o textos más o menos elocuentes, sino con realidad, con trabajo, con las ideas hechas acción.

Esta es una sugerencia para propiciar a través del conocimiento de las características físicas y las condiciones socioeconómicas del territorio continental, la unidad de América.

No podemos estar tranquilos ni satisfechos; y no podemos estarlo, porque las necesidades urgentes en todo el mundo aumentan constantemente, pese a nuestros esfuerzos por satisfacerlas. Al paso que vamos, cada día nos encontramos más distantes de la meta. Esta grave situación nos afecta directamente a nosotros los cartógrafos de todas las especialidades, ya que nuestra profesión constituye uno de los elementos básicos para promover el desarrollo económico. Pero cuando el desarrollo carece de planeación, se presentan efectos negativos.

Esto se debe en gran medida a que el progreso, del que tanto nos enorgullecemos, no ha alcanzado a beneficiar a todas las capas sociales, provocando el desajuste económico y social que se constata en todas partes.

Este progreso, que puede calificarse de extraordinario, hace más profunda la brecha entre los que lo tienen todo y los que de todo carecen; de modo que si no se propicia una participación adecuada a esos beneficios, con una planificación a escala mundial, se llegará a una situación a la que bien podría aplicarse la inscripción que Dante vio en la puerta del infierno:

"Lasciate ogni speranza" (Dejad toda esperanza).

Todo esto y mucho más, que sería largo de citar, coloca al destino del hombre entre la espada y la pared, y nos fuerza a adoptar una actitud decidida frente a situación tan crítica, creando conciencia de todas sus consecuencias, para tratar primero de remediarlas o aliviarlas y después de eliminarlas.

A la mayor parte de la comunidad americana, que constituye una entidad geográfica, histórica y cultural incrustada en el denominado "Tercer Mundo", corresponde tener conciencia de esta responsabilidad, como americanos y como seres humanos.

El propósito de colaborar en la tarea de aportar soluciones para esta situación, incumbe a los profesionales y técnicos de todas las especialidades de América y es de difícil realización. Pero no por difícil dejaremos de esforzarnos en este cometido.

Un marco de referencia

Una aportación positiva importante deberá ser la programación y planeación del desarrollo del mosaico americano de naciones, con la confección de un Sistema Unico de Información sobre los Recursos del Continente, con especificaciones comunes; obteniendo el acervo de datos de una acción conjunta.

Gracias a los adelantos técnicos y científicos, el mundo se va haciendo más pequeño en la medida en que van disminuyendo las distancias debido al aumento de la velocidad en los medios de comunicación y transporte, favoreciendo esto tanto a la integración americana como a la humanidad entera.

El panorama que actualmente ofrecen al observador los institutos cartográficos que se dedican al estudio de los recursos nacionales y la planeación, no es alentador desde el punto de vista que nos interesa, es decir, el de la unificación de esfuerzos.

Efectivamente, entidades de reconocido valor científico trabajan aisladamente, ignoradas por otras que radican en un país vecino. Esto se debe a que se hablan lenguajes técnicos distintos, tanto por lo que respecta a sus fines, como a sus medios, a la calidad y a la difusión de su producción. Se pierden así los mejores frutos que se podrían obtener en cuanto a la labor tecnológica de nuestros respectivos países, dada la íntima interdependencia de ellos.

Tendremos que comenzar por elaborar una Cartografía Unificada con la que de inmediato se beneficiarían cada una de nuestras naciones, ya que surgiría una Cartografía Continental que ayudaría a solucionar muchos problemas, incluso de alcance mundial.

Para realizar esta labor, siguiendo el espíritu de la Carta de los Deberes y los Derechos de los Estados, es preciso convertir previamente la unidad geográfica americana en unidad moral, mediante la concientización de la idea de comunidad en el destino y en los intereses entre los pueblos americanos. Se necesita para ello hablar el mismo idioma tecnológico, lo que llevará a la unificación de la cartografía, con escalas y especificaciones adecuadas, que permitirá desarrollar programas en todo el continente, con beneficios generales extraordinarios inasequibles si se fundan en la limitada y unilateral producción cartográfica de un solo país.

Se requiere la colaboración científica, técnica y económica, aunada a todo el entusiasmo posible, para la creación del clima moral anteriormente citado, y la base financiera que haga posible este entendimiento continental. Su acción debe planearse con carácter permanente, porque permanentes son los intereses que la motivan.

Gracias a esta posibilidad de disponer de una cartografía e informática común, podrán confeccionarse planes regionales americanos de desarrollo, cosa imposible hasta ahora, encaminados a actividades de todo tipo que obligatoriamente tienen como base una información real, exacta y actual.

Los recursos naturales

Entre las actividades importantes que se realizarían destaca el estudio de los recursos naturales, localizándolos correctamente y analizándolos mediante la interpretación de fotografías aéreas, previamente utilizadas en la producción cartográfica base. De este modo, los gobiernos dispondrían de una información sólida que les permitiría tomar decisiones con pleno conocimiento de causa, evitándose errores, a veces fatales. Con una cartografía precisa y adecuada se programaría la explotación de todos los recursos naturales, con la máxima economía de tiempo y dinero y con máxima calidad, no sólo respecto a meras localizaciones topográficas, sino a las de los recursos naturales mismos, como ocurre con el petróleo, la minería o el agua subterránea, para no citar más que los de carácter estrictamente geológico

La valorización de los recursos naturales se podría lograr en tres niveles: nacional, regional y continental. Dada la evidente interdependencia económica entre todas las nacio-

nes americanas, los beneficios de este triple proceso, basado en una cartografía uniforme, están sobre toda ponderación.

El inventario continental de recursos naturales sería la clave para incrementar el comercio, primero en América, y después, con todas las naciones del mundo. Esto es una de las metas a que aspiran todos los países de la Tierra. Permitiría la planeación a largo y corto plazo de actividades agrícolas, industriales y comerciales, en beneficio de la colectividad.

Las fronteras

Una de las principales aplicaciones de esta cartografía sería la posibilidad de solucionar las disputas fronterizas sobre límites internacionales, que abundan crónicamente entre nosotros. En la actualidad, como cada una de las partes se basa en mapas de diferente factura, los derechos que ellos generan son diferentes y hasta opuestos entre sí, entrando en interminables discusiones que a veces llegan a graves extremos. Lo mismo ocurriría en relación con los límites internos de cada país, desde los de carácter político a los de condición administrativa, ya que no en todos los países americanos existen mapas que cubran su territorio con las mismas características de exactitud y especificaciones. Las divergencias que existen sobre fronteras internacionales, y que se reproducen en mucho mayor número dentro de cada país a causa de los límites estatales, provinciales o municipales, podrían resolverse utilizando la cartografía uniforme que vendría así a finiquitar estas discusiones, muchas de las cuales son de carácter histórico.

Siniestros

Los desastres naturales podrían valorarse en el mínimo de tiempo y en sus justos límites, canalizando rápidamente la ayuda nacional o internacional a los damnificados, con la toma de las decisiones más adecuadas para el caso. La existencia de mapas facilita la reconstrucción de una región afectada por un cataclismo y el hecho de que éstos sean uniformes para el país y el continente, acrecienta en gran medida sus beneficios. La ausencia de mapas, caso muy corriente, dificulta toda acción eficaz oficial o privada.

El catastro

Mención muy especial merece, por su importancia hacendaria, la posibilidad de levantar un catastro rural en nuestros países, ya que muchos no lo tenemos completo, con los consiguientes perjuicios para el erario público. Se establecerían así, gracias a la uniformidad de la cartografía, los valores de la propiedad de la tierra, que permitiría la determinación de justos gravámenes fiscales, conforme a las leyes de cada país. Esta circunstancia podría ser aprovechada para la realización de tales levantamientos con un patrón común, lo que a su vez contribuiría en gran medida a la integración continental.

Solamente los beneficios que reportaría la regulación de los ingresos fiscales justifican sobradamente la ejecución de una cartografía uniforme.

La infraestructura

Las obras de ingeniería, que constituyen parte de las necesidades imperiosas que afligen a los países en desarrollo, hallarían en estos levantamientos y estudios comunes las seguras bases que estos trabajos demandan.

Como es natural, la existencia de una cartografía uniforme motivaría la unificación de la investigación, tanto técnica como científica, dentro de la comunidad de naciones americanas, lo que redundaría en provecho no sólo de los usuarios sino especialmente de los ingenieros, que podrían así desempeñar cometidos específicos indistintamente en un país o en otro.

La falta de técnicos es un mal que aqueja a todos los países americanos en desarrollo; pero los afecta en diferente grado, ya que tal carencia depende en gran medida de las posibilidades económicas, sustentadoras de la educación de cada país. La disponibilidad de una cartografía como valioso auxiliar para el progreso, automáticament estimula la actividad tecnológica en beneficio de la economía del país.

Es larga la relación del caudal de beneficios que la disponibilidad de una cartografía de este tipo reportaría a todos los pueblos americanos, de manera que con lo enunciado basta.

La realización

Ahora bien, ¿cómo realizar tan bello, a la vez que valiosísimo sueño? Como paso previo, habría que convocar a una reunión preparatoria, sugerida por uno de los países interesados o por un pequeño grupo de ellos, mediante la representación de un organismo con suficiente solvencia científica y técnica en lo referente a ingeniería y geografía, que sería el que hiciese la invitación a todos los países incluidos en el proyecto.

En dicha reunión se examinarían los puntos importantes que conllevan al intento de unificar en un solo modelo la cartografía y la informática americanas en aspectos diversos. Se formarían varios grupos de trabajo que, entre otros cometidos, tendrían el de determinar las condiciones que se requieren para constituir un Centro de Coordinación, otro de Información y uno de Estudios Diversos.

El Centro de Coordinación sería el órgano de relación del sistema. Estaría autorizado para dirigirse a todos los países miembros en la etapa preparatoria y convocarlos a reuniones. Su responsabilidad recaería sobre un coordinador, encargado de dar los primeros pasos en esta etapa inicial y sus facultades se reducirían a coordinar precisamente; por lo tanto, no tendría facultades ejecutivas.

En realidad, este coordinador vendría e ejecutar las funciones de una secretaría en los momentos iniciales.

El Centro de Información tendría la finalidad de analizar todos los datos disponibles y de recopilar la documentación cartográfica existente y utilizable en la planeación de la nueva cartografía única continental.

Con respecto al Centro que hemos denominado de Estudios Diversos, tendría que encargarse de la sistematización metodológica de todo el conjunto, de manera que una sola regulación técnica rigiese la organización entera. La geodesia, la fotogrametría, la fotointerpretación, la percepción remota y la informática serían las herramientas básicas. Para conseguir la unificación será necesario hacer estudios de las necesidades que cada país tiene al respecto.

Los problemas que habrían de resolverse, aunque difíciles, no dejan de ser solubles; como ejemplo pensemos en la

determinación de la serie de escalas a la que la cartografía continental debiera confeccionarse. Este problema es fuerte, toda vez que tendría que convenir a todos los asociados en la empresa, lo cual es difícil por ser diferentes la extensión territorial, la población, la situación económica, los planes de desarrollo, etc., de cada uno.

Es evidente en principio y a reserva de llenar todas las necesidades de cada país en materia cartográfica, que el problema fundamental reside en las escalas que conllevan niveles de información que están sujetas a las exigencias de la técnica, considerada como la expresión práctica de las investigaciones científicas.

En definitiva, teoría y práctica unidas serían las que determinasen este extremo, en beneficio no de uno o de otro país, sino del continente entero.

La información que se obtuviese así, por recopilación de datos ya existentes y por los que fueran surgiendo como resultado de los estudios, estaría desde el primer momento al servicio de la comunidad y sería manejada mediante los más modernos medios de computación.

Cuando los Centros de Información estuvieran en marcha o a punto de iniciar su trabajo, habría llegado el momento de establecer las bases para la organización de un sistema americano capaz de llevar adelante este proyecto de unificación continental.

El organismo cartográfico y de informática americano tendría que resolver los problemas cartográficos y de comunicación presentes y futuros, así como de llevar a cabo todas las investigaciones necesarias para lograr cabalmente sus elevados propósitos.

Tales metas, que sólo se apuntan aquí como muestra de lo que sería el programa a realizar por la organización continental que se propone, parecerán a muchos inalcanzables, tanto por las dificultades para darles forma, como por los obstáculos que presentan los elementos que constituyen su fondo; no obstante, es fácil de lograr si se tienen a la vista siempre las urgentes y vitales necesidades del continente.

Un ejemplo

Nos apoyamos plenamente para la anterior afirmación en lo logrado en México con la creación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), de la Secretaría de la Presidencia, que en definitiva no es otra cosa que un organismo de informática nacional, que puede servir de prototipo para la creación del internacional americano que se analiza.

CETENAL realiza el inventario sistemático de los recursos naturales y humanos del país, representando los resultados en forma de cartas geográficas e informes de campo y cuyos datos son vertidos a la memoria de un computador electrónico.

Los documentos constituyen una infraestructura científica y tecnológica para el país, que permite hacer una mejor planeación del desarrollo regional, coordinar adecuadamente y hacer más eficientes las acciones del sector gubernamental, dar a la iniciativa privada valiosos elementos para la toma de decisiones en las actividades agropecuarias, industriales y comerciales, y de manera muy especial, al sector educativo, para enseñar a los futuros ciudadanos la realidad de su país y de su localidad como elemento fundamental para su progreso.

Si México lo ha logrado, puede conseguirlo América entera, aunque sea mayor el esfuerzo que se necesite realizar, porque ya no es un solo país el que acomete la empresa, sino aquellos estrechamente unidos por la hermandad geográfica y por la necesidad de sus ciudadanos.

El imperativo de actuar

La conveniencia de acometer la empresa es evidente; la urgencia también. Los científicos y los técnicos de América debemos pronunciarnos decidida y entusiastamente por este proyecto.

Aprovechemos, pues, el momento propicio y decidámonos todos a poner ahora la primera piedra del ingente edificio de la cartografía común, como base para la unificación de la informática continental y americana.

Las generaciones actuales y las futuras de americanos sabrán aprovecharlo ampliamente y será el denominador común para la verdadera unidad de América.

Training of specialists in geodesy and cartography at establishments of higher learning in the Union of Soviet Socialist Republics*

Paper presented by the Union of Soviet Socialist Republics

RÉSUMÉ

En Union soviétique, deux écoles spécialisées, à Moscou et à Novosibirsk, ainsi que des sections spécialisées de plusieurs autres établissements d'enseignement, forment des ingénieurs en géodésie, photogrammétrie et cartographie. En outre, il existe plusieurs écoles industrielles secondaires spécialisées à Moscou et dans d'autres villes.

RESUMEN

Hay en la Unión Soviética dos escuelas especializadas, en Moscú y Novosibirsk, así como servicios especiales en varios otros establecimientos de enseñanza, donde se capacitan ingenieros en geodesia, fotogrametría y cartografía. Hay también varias escuelas industriales secundarias especializadas en Moscú y otras ciudades.

Desde el comienzo, el estudio de las principales asignaturas en las escuelas especializadas de geodesia se comple-

* The original text of this paper appeared as document E/CONF.67/L.41.

Dès le début, dans les écoles spécialisées de géodésie, l'enseignement des disciplines essentielles est complété par des exercices sur le terrain qui permettent aux étudiants d'acquérir les méthodes de travail nécessaires. Dans chaque spécialité, cinq trimestres sont réservés à l'étude de la géodésie, de la photogrammétrie, de la cartographie, de l'informatique et des sciences sociales. Au cours de la dernière année, l'étude de l'économie, de l'organisation et de la gestion de l'industrie revêt une grande importance.

Outre la formation qu'elles assurent aux étudiants, les écoles spécialisées de l'Union soviétique offrent des cours de recyclage aux ingénieurs.

menta con trabajos prácticos sobre el terreno que permiten a los estudiantes adquirir la aptitud necesaria en métodos de trabajo. En todas las especialidades se asignan cinco términos para el estudio de la geodesia y la fotogrametría, la cartografía, las técnicas de computadoras y las ciencias sociales. En el último año se presta mucha atención al estudio de la economía y la organización y la gestión de la industria.

Las escuelas especializadas de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas no sólo forman estudiantes sino que también ofrecen cursos de repaso y perfeccionamiento para ingenieros.

In the Soviet Union, two specialized higher schools—the Moscow and Novosibirsk Institutes of Engineering for Geodesy, Air Survey and Cartography—educate engineers in geodesy, photogrammetry and cartography (MIIGAIK and NIIGAIK). In addition, engineers are educated at facilities of the Moscow Institute of Land Use Engineering, at the Polytechnical Institute in Lvov and at a number of other establishments of learning.

A network of specialized secondary industrial schools also exists in such cities as Moscow, Leningrad, Kiev, Novosibirsk, Tbilisi, Tashkent, Khabarovsk and others, at which technicians are educated.

Full-time education is available though correspondence courses and part-time education is likewise developing further. Steps have been taken to improve the Soviet system of education and, as a result, the change to universal secondary education had been almost completed by 1975. The selection committees of the higher schools and of the specialized secondary industrial schools have the opportunity to choose the graduates with the best abilities and deepest knowledge. The Soviet State pays stipends to all the students who show good academic achievement.

Upon enrolment at higher schools and specialized secondary industrial schools, preference is given to those who have already worked for a few years at industrial enterprises or collective farms.

From the very beginning, the study of key subjects at the specialized geodetic higher schools is followed by field-practice sessions that allow students to acquire the necessary skills in working methods. After the first year of study students can participate in the simplest work in their specialities. At higher schools, in every speciality, five terms are allotted for the study of geodesy, photogrammetry, cartography, computer techniques and social sciences.

In the last years a great deal of attention is paid to the study of the economies, organization and management of industry.

Besides practice sessions, which take about six months, all students have six months' industrial practice following the eighth term, during which time they work as engineers.

At the specialized secondary industrial schools the study of key subjects also begins from the first term. 80 per cent of all education time is given to subjects in the various specialities.

During the first two years, industrial practice time with a total duration of about 20 weeks is required. During the third year of study, students have a pre-Diploma technical practice period lasting for about 14 weeks. One of the main tasks in the training of engineers is to awaken and develop the students' interest in carrying out research work. At some higher schools the practice has developed of having small groups of students carry out research work under the supervision of professors. Students' research bureaux organize scientific conferences and systematically prepare exhibitions of students' research works. The research work carried out by a student in a bureau or during industrial practice gives, as a rule, a good topic for the Diploma; after receiving the Diploma, engineers graduate into industry.

In the training process great attention is paid to technical means of training. Specially equipped lecture rooms, teaching and control devices, films and slides are being used for this purpose.

The workshops of the higher schools and specialized secondary industrial schools are equipped with the same machinery as actual industrial enterprises. Some higher schools have at their disposal the latest machinery for practice. For example, students of the geodetic specialities at the Moscow Institute put in working time in calibration on the comparator. Faculties of airphotogeodetics offer their students air-survey practice in specially equipped aeroplanes, where they can consequently work as photo-operators, engineers on photoequipment and navigator-airphotosurveyers.

Considerable attention is given to students' textbooks. The Nedra publishing house alone publishes 20 books whose annual editions number in the tens of thousands copies.

The bulk of student textbooks are taken from the libraries of higher schools and specialized secondary industrial schools, free of charge. The further development of science and industry demands from specialists, graduated from the higher schools, that they improve their professional skills.

A decisive factor is that students should not only accumulate a mass of specific knowledge and practical skills, but should also be able to organize their knowledge into the required system.

Given the current acceleration of scientific techniques and social progress, the specialist who stops improving in his speciality very rapidly loses his qualification. This naturally has called into being a system of refresher courses. The system consists of refresher courses and periodic probationary works.

In this connexion, higher schools in our country not only educate students but also deal with improving the qualifica-

tions of engineers in appropriate specialities, with the retraining of teaching staff for other higher schools and specialized secondary industrial schools and with post-graduate courses.

The international connexions of the Soviet higher schools constitute an important part of our country's international relations. In the years after the Second World War the Soviet higher schools educated 50,000 specialists for socialist countries; at present, more than 20,000 students from fraternal socialist countries have completed their education at Soviet higher schools. Ten thousand students from socialist countries come to the Soviet Union annually for practice sessions, and the same number of students from the Soviet Union go to the other socialist countries for practice sessions.

The connexions between the Soviet Union and the developing countries are developing further. About 20,000 young specialists—citizens of developing countries—have already returned home with diplomas from the Soviet higher schools. Young people from developing countries are educated in the field of geodesy and cartography, specifically in the areas of astronomic geodesy, geodetic engineering, air photogeodesy and cartography.

Soviet students and students from developing countries study together, following the same curricula.

The duration of training is four years and ten months. For foreign students, one-year preparatory courses (for studying Russian) were set up at the Universities. The above-mentioned higher education establishments offer courses in the elements of geodesy, photogrammetry and cartography; many other higher schools and universities offer courses on such specialities as mine surveying, geophysical methods of prospecting, road-building, hydro-improvement and many others.

The training of national staff for developing countries in the subjects connected with geodesy, photogrammetry and cartography, is conducted with the help of the Soviet teaching staff at higher schools in Afghanistan, Mali, Algeria and other countries. Specialists from developing countries may take a post-graduate course at Soviet higher schools, which lasts from three to four years. Under the supervision of professors, post-graduate students engage in the research work in which their countries are interested. They are given a broad opportunity for the publication of their works in scientific magazines.

These connexions and co-operative programmes between the Soviet Union and foreign countries show every indication of continued future development.

Figures cited in this paper are taken from an article by V. Yelutin, Minister of Higher and Specialized Secondary Education of the Soviet Union, published in the newspaper *Komsomolskaya Pravda*, 16 April 1975.

The Directorate of Overseas Surveys: its role in assisting the developing world*

Paper presented by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

RÉSUMÉ

Depüis 1946, le Directorate of Overseas Surveys (DOS) effectue des levés et exécute des projets cartographiques dans les pays en développement dans le cadre d'accords d'assistance technique. Le présent document décrit les projets auxquels le DOS peut participer ainsi que les différentes formes d'assistance, notamment en matière de formation, qu'il peut fournir.

RESUMEN

Desde 1946 la Dirección de Levantamientos de Ultramar (Directorate of Overseas Surveys) (DOS) ha realizado levantamientos y proyectos cartográficos en países en desarrollo en virtud de acuerdos de asistencia técnica. En este trabajo se describen los tipos de proyectos en que la DOS puede participar, así como los diversos tipos de asistencia de otra índole, incluso capacitación, que está en condiciones de suministrar.

Introduction

The Directorate of Overseas Surveys (DOS) in the technical unit, within Britain's Ministry of Overseas Development, that has responsibility for land surveying and mapping overseas. It is manned by professional land surveyors, technician cartographers and photogrammetrists; DOS has been doing this work for the past 30 years. The DOS personnel have built up a considerable body of skills, expertise and knowledge of work with and in developing countries, which can be made available to all governments seeking such assistance from Britain.

DOS participates in projects itself and also manages all survey and mapping contracts financed by British Technical Assitance funds. It can also, on request, manage survey and mapping contracts financed from capital aid and arranged directly between overseas countries and commercial mapping firms in the United Kingdom.

DOS services

Advisory services

The Directorate provides technical advice on all aspects of land survey, air photography and mapping, including requirements, techniques, materials, equipment, books, training needs, training facilities and qualifications.

* The original text of this paper, prepared by M. B. McHugo, Directorate of Overseas Surveys, appeared as document E/CONF.67/L.16

Many inquiries can be handled by discussion and correspondence either with DOS Headquarters or with DOS senior Regional Survey Officers (RSOs), who are stationed overseas to provide advice on the spot. The RSO (Caribbean), based in Barbados, is available to provide advice and information, on request, to the countries of the Americas region.

Other problems and project proposals are best discussed within the country concerned; thus, each year, members of the DOS directing staff travel widely to visit, on request, survey and mapping departments and organizations overseas; to attend international symposia and conferences; and to visit the DOS field survey parties working on Technical Assistance assignments abroad. Such preliminary visits and discussions may give rise to an official request for a longer "advisory" visit by a particular expert, or for a full-scale project appraisal.

Air photography

DOS has no flying unit of its own, but it arranges the flying of air photography for overseas governments by British commercial firms. This work is carried out under contract. DOS draws up the technical specifications and monitors and checks the progress and quality of the work. Most of these contracts are entered into by the British Government as part of Technical Assistance projects, but the Directorate is also prepared to monitor contracts let to British firms by overseas governments themselves.

Air photography of survey standards flown by other countries and agencies is also used in mapping projects undertaken by DOS.

Field-survey and mapping projects

As a production unit, DOS is employed entirely on survey and mapping projects requested by overseas countries; at any one time it may be working for some 40 different countries. The projects must be "aid-worthy" to be acceptable, that is, the countries requesting them must be able to show that the projects are justifiable, that they will bring a positive benefit to development, and also that there are no local facilities for carrying out the work in the time required. For this reason DOS normally assists with initial basic national and project mapping, but encourages overseas countries to carry out revision and derived mapping themselves.

When a request for assistance has been officially accepted by the Ministry of Overseas Development (as described below) and all the technical requirements have been worked out, a self-contained, fully-equipped team of professional surveyors can be sent to any part of the world. The team works in close collaboration with the local survey authorities, carrying out the programme of work planned by Headquarters; it recruits labourers and assistants locally and gives local qualified surveyors an opportunity to participate in the field-work, if this is requested. The mapping operations are carried out in the photogrammetric laboratories and drawing offices at Headquarters. The overseas country is normally expected to participate in the project by carrying out field completion of the photogrammetric plots before the maps are finalized and published.

In recent years joint survey and mapping projects have been undertaken with a number of countries. These have the advantage of building up and developing the local department and providing training for staff at all levels during the course of the project. Such projects are normally managed by sending a DOS Project Manager and senior technical staff to work alongside counterpart officers in the local department.

Secondment of staff

It is an important part of Britain's Aid Programme to second (temporarily assign) professional and technical staff to overseas countries to help build up new departments, introduce new techniques and equipment and launch and supervise specific projects.

To assist in this scheme DOS has an additional complement of 20 posts (14 surveyor posts and six cartographer posts) classified as the Expanded Home Base. These additional posts enable the Directorate to provide staff at all levels for secondment for limited periods to the service of overseas governments. In the past they have worked in local departments as Chief Surveyors, Training Officers, Assistant Directors, Chief Draftsmen and Reproduction Officers; they have also acted as District Surveyors and supervised such individual tasks as precise levelling schemes.

Training

The Directorate provides some training facilities for overseas personnel at its Headquarters and it also advises the Ministry of Overseas Development and the British Council on the most suitable courses for applicants for Technical Assistance Training Awards in land surveying, cartography, photogrammetry, photography, computing, printing and allied subjects.

Training at DOS is at technician level. *Ad hoc* courses, mainly in cartography, photography and photogrammetry, are arranged to meet the requirements of individual departments and individual trainees. Training is primarily practical and does not lead to an academic qualification; it is given at all levels from new entrant to deputy director. All trainees must be sponsored by their own governments, they must be able to speak, write and understand English and they must be financed either by a United Kingdom Technical Assistance scheme, by a United Nations award or by their own governments. In these last two cases the charges are increased for the training courses. Arrangements can also be made for suitably qualified trainees to attend a part-time college course leading to the Ordinary National Certificate in surveying, cartography and planning while they are doing their concentrated specialist training at DOS.

Information

DOS is not a research establishment, but it carries out experiments and tests to modify equipment and to develop new techniques and procedures for producing maps for the developing world as economically and speedily as possible. The development and refinement of photo mapping techniques (described in another paper presented to this conference) are an example of this type of work. Such technical information is disseminated as widely as possible and is published in the appropriate technical journals, in the Directorate's Annual Report, and in the Proceedings of the

Commonwealth Survey Officers' Conferences, which are issued every four years.

The resources of the Directorate's libraries of maps, air photographs and survey data at Headquarters are available for consultation by public and private organizations working in the developing countries; the library holdings relate to the countries for which DOS has worked.

Requests for United Kingdom assistance

The Directorate's services are provided as part of Britain's over-all Aid Programme to help the economic and social development of the less-developed countries.

The technical details of proposals can be discussed directly with the Director of Overseas Surveys or his representatives, but requests for assistance and official projects must be submitted on a government-to-government basis through the appropriate British Embassy or High Commission; these diplomatic missions are each responsible for the administration of the British Aid Programme overseas and they will forward requests to the Ministry of Overseas Development. The Ministry itself maintains five regional Development Divisions overseas to advise and assist British missions within their regions. The Development Division in the Caribbean is based in Barbados. It advises the Ministry on local development needs and organizes technical assistance to countries in the Caribbean. It also administers the British aid programme to the West Indies Associated States and to the British dependent territories within the region, and it can approve capital aid projects up to a certain limit.

Useful addresses

(*a*) The Director
Directorate of Overseas Surveys
Ministry of Overseas Development
Kingston Road
Tolworth, Surbiton, Surrey KT5 9NS
England

(*b*) British Development Division in the Caribbean
P. O. Box 167
Bridgetown
Barbados
(The DOS Regional Survey Officer has the same address.)

(*c*) The Ministry of Overseas Development
Eland House
Stag Place
London SW1E 5DH
England

Annex

AGENDA

1. Adoption of the rules of procedure
2. Election of officers
3. Adoption of the agenda
4. Report on credentials
5. Establishment of technical committees
6. Review of cartographic activities in the Americas
7. Review of techniques and recent developments in basic mapping:
   (*a*) Geodesy and ground control
   (*b*) Topographic mapping and photogrammetry
   (*c*) Cadastral surveying and mapping (including urban mapping)
   (*d*) Hydrographic surveying and charting
8. Conventional and satellite remote-sensing methods and techniques (including aerial photography)
9. Small scale mapping:
   (*a*) International Map of the World on the Millionth Scale (IMW)
   (*b*) Aeronautical charts
   (*c*) Other international map series
10. Preparation and reproduction of maps and other questions related to map compilation; geographical names, automation etc
11. Thematic cartography
    (*a*) Photo-interpretation
    (*b*) Atlases
12. Practical applications of cartographic techniques to:
    (*a*) Location and development of mineral resources
    (*b*) Regional land-use surveys
    (*c*) Forest development and management
    (*d*) Agricultural planning and development
    (*e*) Assessment and use of water resources
    (*f*) Civil engineering projects
    (*g*) Land settlement and land tenure
13. Technical assistance (including training)
14. Adoption of the report of the Conference

ORDRE DU JOUR

1. Adoption du règlement intérieur
2. Election du Bureau
3. Adoption de l'ordre du jour
4. Rapport sur la vérification des pouvoirs
5. Constitution de comités techniques
6. Examen des activités cartographiques en Amérique
7. Examen des techniques et des faits nouveaux en matière de cartographie de base :
   a) Géodésie et préparation au sol;
   b) Levés topographiques et photographiques;
   c) Etablissement de levés cadastraux et de cadastres (y compris la cartographie urbaine);
   d) Levés et cartes hydrographiques
8. Méthodes et techniques de télédétection par moyens conventionnels et par satellites (y compris la photographie aérienne)
9. Cartographie à petite échelle :
   a) Carte internationale du monde au millionième (CIM);
   b) Cartes aéronautiques;
   c) Autres séries de cartes internationales
10. Etablissement et reproduction de cartes et autres questions relatives à leur compilation
11. Cartographie thématique :
    a) Photo-interprétation;
    b) Atlas
12. Application pratique des techniques cartographiques aux travaux ci-après :
    a) Localisation et mise en valeur des ressources minérales;
    b) Etudes régionales concernant l'utilisation des terres;
    c) Mise en valeur et aménagement des forêts;
    d) Planification et développement de l'agriculture;
    e) Evaluation et utilisation des ressources en eau;
    f) Projets de génie civil;
    g) Peuplement rural et régime foncier
13. Assistance technique (y compris la formation)
14. Adoption du rapport de la Conférence

PROGRAMA

1. Aprobación del reglamento
2. Elección de la Mesa
3. Aprobación del programa
4. Informe sobre credenciales
5. Establecimiento de comités técnicos
6. Reseña de las actividades cartográficas en las Américas
7. Reseña de las técnicas y la evolución reciente en materia de relevamiento de los mapas básicos:
   a) Geodesia y relevamientos de control
   b) Topográficos y aerofotogrametría
   c) Levantamientos y mapas catastros (inclusive mapas urbanos)
   d) Levantamientos hidrográficos y cartas de las mareas

8. Métodos y técnicas de teleobservación obtenidos por vehículos convencionales y por satélites (inclusive aerofotografía)

9. Mapas en pequeñas escalas:

   a) Mapas internacionales del mundo a escala de un millonésimo (MIM)
   b) Mapas aeronáuticos
   c) Otras series de los mapas internacionales

10. Elaboración y reproducción de los mapas y otras preguntas relativas a la compilación del mapa, nombres geográficos, automación, etc.

11. Cartografía temática

   a) Aerofotointerpretación
   b) Atlas

12. Aplicaciones prácticas de técnicas cartográficas a las siguientes actividades:

   a) Localización y explotación de recursos minerales
   b) Estudios regionales sobre explotación de tierras
   c) Explotación y administración forestal
   d) Planificación y desarrollo agrícola
   e) Evaluación y aprovechamiento de los recursos hidráulicos
   f) Proyectos de ingeniería civil
   g) Colonización y tenencia de tierras

13. Ayuda técnica (inclusive ampliar los cursos)

14. Aprobación del informe de la Conferencia.

Notes

Annex H

ORDNANCE SURVEY
1:25000 EXPERIMENTAL DIGITAL MAP

© Crown copyright 1975

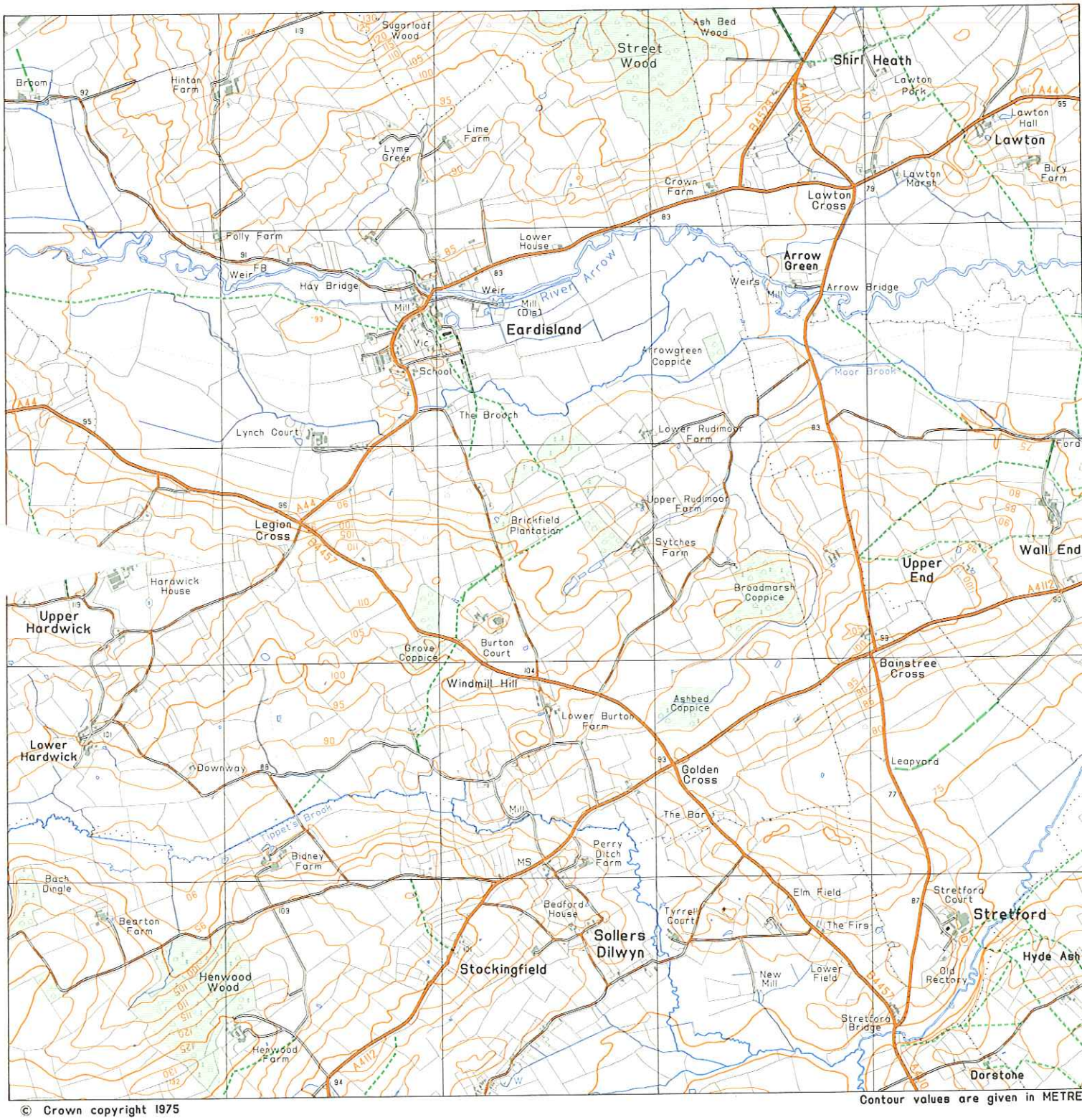
Contour values are given in METRE

This map has been produced by Ordnance Survey digital mapping techniques. Most of the line detail has been produced from existing topographic digital data which was obtained by digitising detail at 1:750 scale for the production of standard 1:1250 NG mapping. The exception is the contour detail which was digitised at 1:10 000 scale. Computer processing was carried out on the Ordnance Survey ICL 1904 computer and data plotted on their Ferranti Master Plotter equipped with light spot projector.

ORDNANCE SURVEY

1:25000 EXPERIMENTAL DIGITAL MAP

Annex G



© Crown copyright 1975

Contour values are given in METRE

This map has been produced by Ordnance Survey digital mapping techniques. Most of the line detail has been produced from existing topographic digital data which was obtained by digitising detail at 1:1500 scale for the production of standard 1:2500 NG mapping. The exception is the contour detail which was digitised at 1:10 000 scale. Computer processing was carried out on the Ordnance Survey ICL 1904 computer and data plotted on their Ferranti Master Plotter equipped with light spot projector.

Annex F

ORDNANCE SURVEY
1:25000 EXPERIMENTAL DIGITAL MAP

© Crown copyright 1975

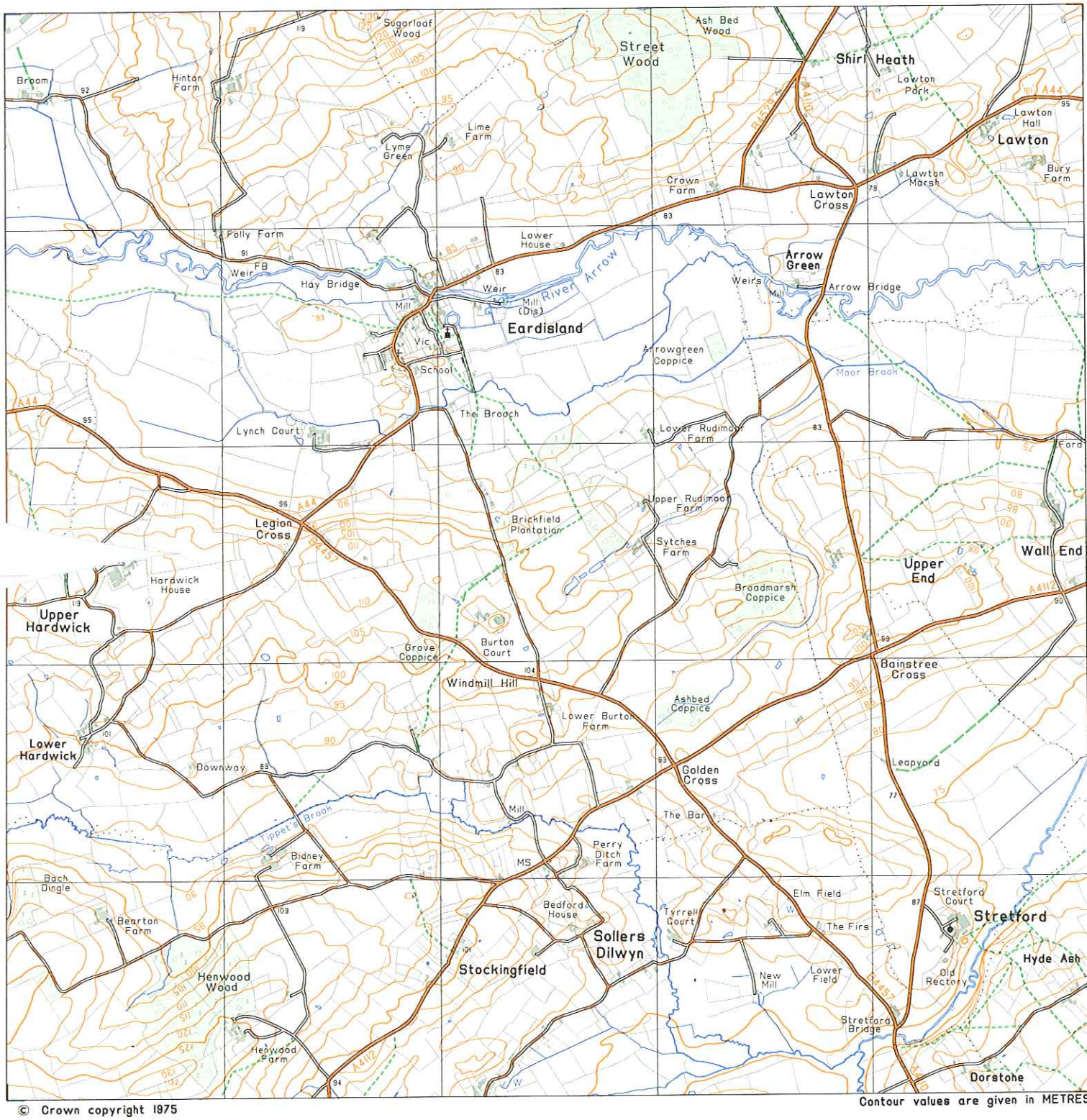
Contour values are given in METRI

This map has been produced by Ordnance Survey digital mapping techniques. Most of the line detail has been produced from existing topographic digital data which was obtained by digitising detail at 1:750 scale for the production of standard 1:1250 NG mapping. The exception is the contour detail which was digitised at 1:10 000 scale. Computer processing was carried out on the Ordnance Survey ICL 1904 computer and data plotted on their Ferranti Master Plotter equipped with light spot projector.

ORDNANCE SURVEY

1:25000 EXPERIMENTAL DIGITAL MAP

Annex E



© Crown copyright 1975

Contour values are given in METRES

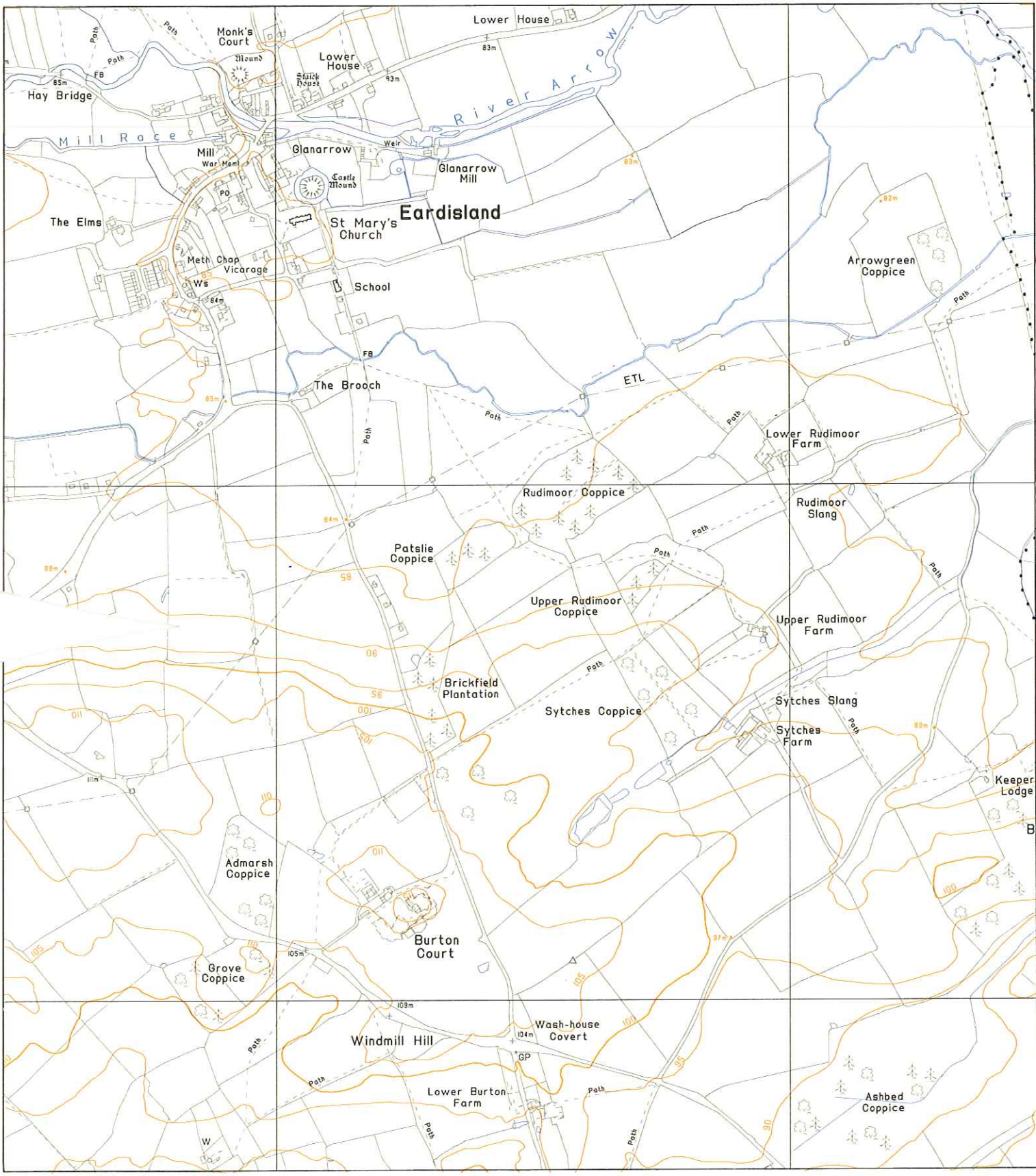
This map has been produced by Ordnance Survey digital mapping techniques. Most of the line detail has been produced from existing topographic digital data which was obtained by digitising detail at 1:1500 scale for the production of standard 1:2500 NG mapping. The exception is the contour detail which was digitised at 1:10 000 scale. Computer processing was carried out on the Ordnance Survey ICL 1904 computer and data plotted on their Ferranti Master Plotter equipped with light spot projector.

ORDNANCE SURVEY
1:10000 EXPERIMENTAL DIGITAL MAP

© Crown copyright 1975

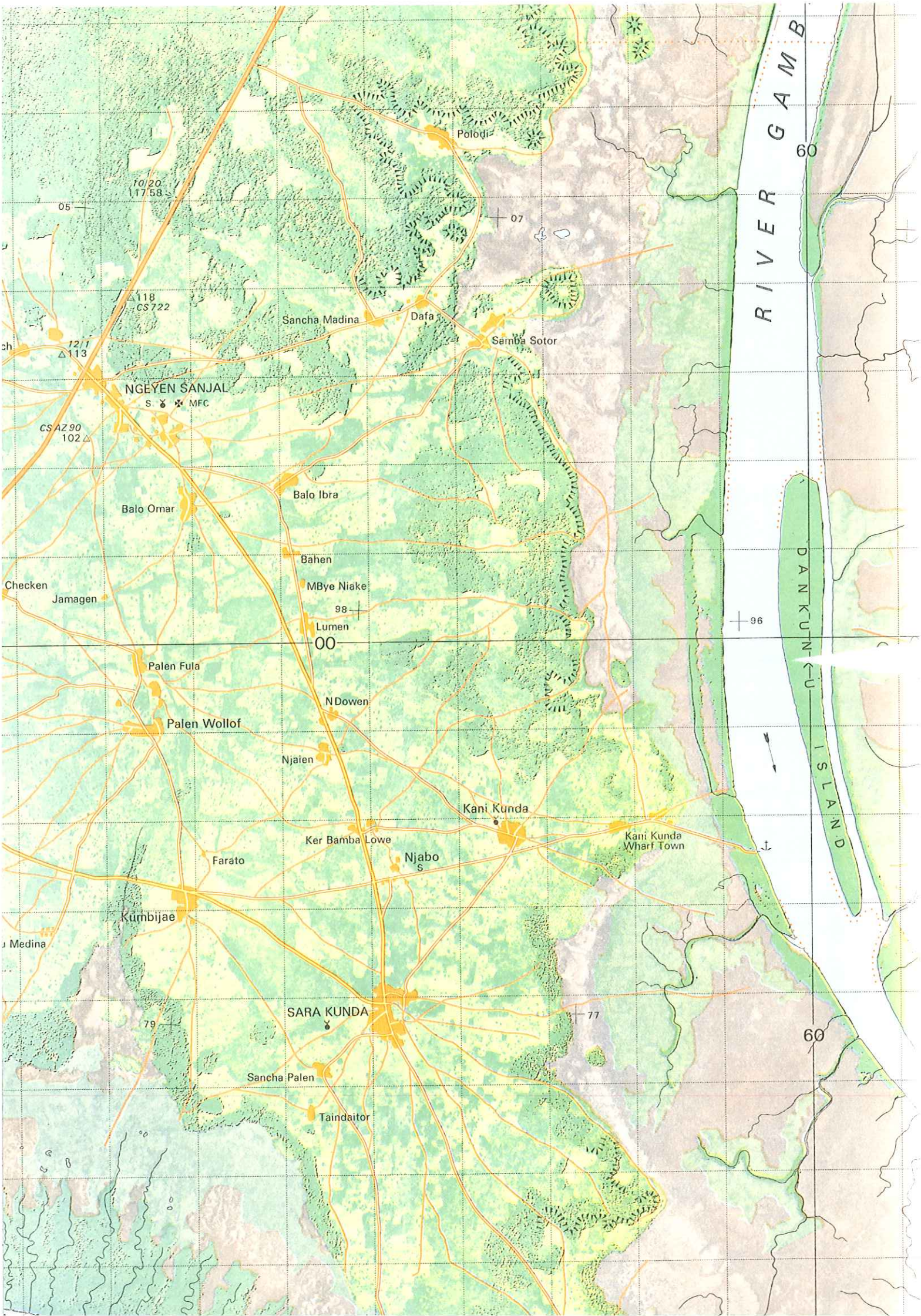
This map has been produced by Ordnance Survey digital mapping techniques. Most of the line detail has been produced from existing topographic digital data which was obtained by digitising detail at 1:750 scale for the production of standard 1:1250 NG mapping. The exception is the contour detail which was digitised at 1:10 000 scale. There is no generalisation, only selection and compilation of detail to obtain the required content for each of the component colour plates. Computer processing was carried out on the Ordnance Survey ICL 1904 computer and data plotted on their Ferranti Master Plotter equipped with light spot projector.

ORDNANCE SURVEY
1:10000 EXPERIMENTAL DIGITAL MAP



© Crown copyright 1975

This map has been produced by Ordnance Survey digital mapping techniques. Most of the line detail has been produced from existing topographic digital data which was obtained by digitising detail at 1:1500 scale for the production of standard 1:2500 NG mapping. The exception is the contour detail which was digitised at 1:10 000 scale. There is no generalisation, only selection and compilation of detail to obtain the required content for each of the component colour plates. Computer processing was carried out on the Ordnance Survey ICL 1904 computer and data plotted on their Ferranti Master Plotter equipped with light spot projector.


RIVER GAMB
Polodi
10/20
117 58
05
07
△118
CS 722
Sancha Madina
Dafa
Samba Sotor
12/1
△113
NGEYEN SANJAL
S
MFC
CS AZ 90
102 △
Balo Ibra
Balo Omar
Bahen
MBye Niake
Checken
Jamagen
98
Lumen
00
96
Palen Fula
N'Dowen
Palen Wollof
Njaien
Kani Kunda
Kani Kunda
Wharf Town
Ker Bamba Lowe
Njabo
S
Farato
Kumbijae
Medina
SARA KUNDA
79
77
Sancha Palen
Taindaitor
60
60
DANKUNKU
ISLAND

كيفية الحصول على منشورات الامم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الامم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع انحاء العالم . استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب الى : الامم المتحدة ،قسم البيع في نيويورك او في جنيف .

如何购取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

Printed in U.S.A.
35335–August 1979–3,200

Price: $U.S. 24.00
(or equivalent in other currencies)

United Nations publication
Sales No. E/F/S.79.I.14