



Consejo Económico y Social

31 de mayo de 2005

Español únicamente

Octava Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para América

Nueva York, 27 de junio a 1° de julio de 2005

Tema 8 b) del programa provisional*

Informes sobre los avances logrados en información geográfica y en el tratamiento de cuestiones nacionales, regionales y mundiales, incluidas las infraestructuras de datos espaciales

El proyecto internacional SIRGAS: estado actual y objetivos futuros**

* E/CONF.96/1.

** Presentado por Brazilian Institute of Geography and Statistics.



El Proyecto Internacional SIRGAS: estado actual y objetivos futuros

Luiz Paulo Souto Fortes
IBGE, Brazil
e-mail: fortes@ibge.gov.br
Eduardo Lauría
IGM, Argentina
e-mail: elauria@igm.gov.ar
Claudio Brunini
UNLP, Argentina
e-mail: claudio@fcaglp.unlp.edu.ar
Antonio Hernandez Navarro
INEGI, Mexico
e-mail: antonio.hernandez@inegi.gob.mx
Laura Sanchez
DGFI, Colombia
e-mail: sanchez@dgfi.badw.de
Hermann Drewes
DGFI, Alemania
e-mail: drewes@dgfi.badw.de
Wolfgang Seemueller
DGFI, Alemania
e-mail: seemueller@dgfi.badw.de

RESUMEN

El Proyecto Internacional SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), nació producto de la iniciativa conjunta de los países de Sudamérica de dotar a la región de un Marco de Referencia Geocéntrico homogéneo en el año 1993. Desde entonces, y gracias a la activa participación de los representantes e instituciones de cada uno de los estados miembros, ha obtenidos importantes resultados en la consecución de sus objetivos. Luego de sus dos exitosas campañas geodésicas, SIRGAS 95 y SIRGAS 2000, ha logrado definir un marco de referencia para el continente americano que responde a las más modernas exigencias de la geodesia actual y constituye uno de los emprendimientos de mayor envergadura a nivel mundial en esta área de la ciencia. Actualmente, sus objetivos apuntan a una total integración regional, el mantenimiento y procesamiento de la red de estaciones permanentes instaladas en el continente, la adopción de un datum vertical único y a la definitiva incorporación al proyecto de los países de América Central y el Caribe. Durante el transcurso de la última reunión técnica, llevada a cabo en la ciudad de Aguascalientes, México, en el mes de diciembre de año próximo pasado, se fijaron los lineamientos generales que enmarcaran las futuras tareas, las cuales, sintéticamente son expuestas en este informe.

I. ANTECEDENTES, ESTRUCTURA Y ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Presidente del Proyecto: Dr. Luiz Paulo Souto Fortes – Brasil - fortes@ibge.gov.br

Vicepresidente: Tcnl Ing. Geógrafo Eduardo Lauría – Argentina - elauria@igm.gov.ar

En octubre de 1993, con la asistencia de representantes de la mayoría de los países de Sudamérica y auspiciado por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y la entonces National Imagery Mapping Agency (NIMA), hoy NGA se crea en Asunción del Paraguay el Proyecto Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur (SIRGAS), estableciéndose que sus objetivos serían:

- Definir y establecer un sistema geocéntrico para el continente;
- Definir y establecer un datum geocéntrico;
- Definir y establecer un datum vertical unificado.

El Proyecto se encuentra organizado sobre la base de un Comité Ejecutivo integrado por representantes de todos los países miembros, un Consejo Directivo, un Consejo Científico y los Grupos de Trabajo I “Sistema de Referencia”, II “Datum Geocéntrico” y III “Datum Vertical”.

La integración, objetivos, responsabilidades y actividades de cada uno de ellos se encuentran establecidas en el Estatuto del Proyecto actualmente en vigencia y aprobado en el año 2003.

Para dar cumplimiento a los objetivos previstos, entre el 26 de mayo y el 4 de junio del año 2005 se ejecuta la que se denominaría “Primera Campaña SIRGAS”, midiéndose simultáneamente 58 estaciones distribuidas en el continente, que luego de procesadas darían lugar a una de las redes geodésicas más precisas del mundo y cuyos resultados finales fueron presentados en la Asamblea Científica de la IAG llevada a cabo en la ciudad de Rio de Janeiro en el año 1997 y denominándose SIRGAS 95 (Figura 1). SIRGAS 95 utiliza como marco ITRF 94, Época de referencia 1995.4.

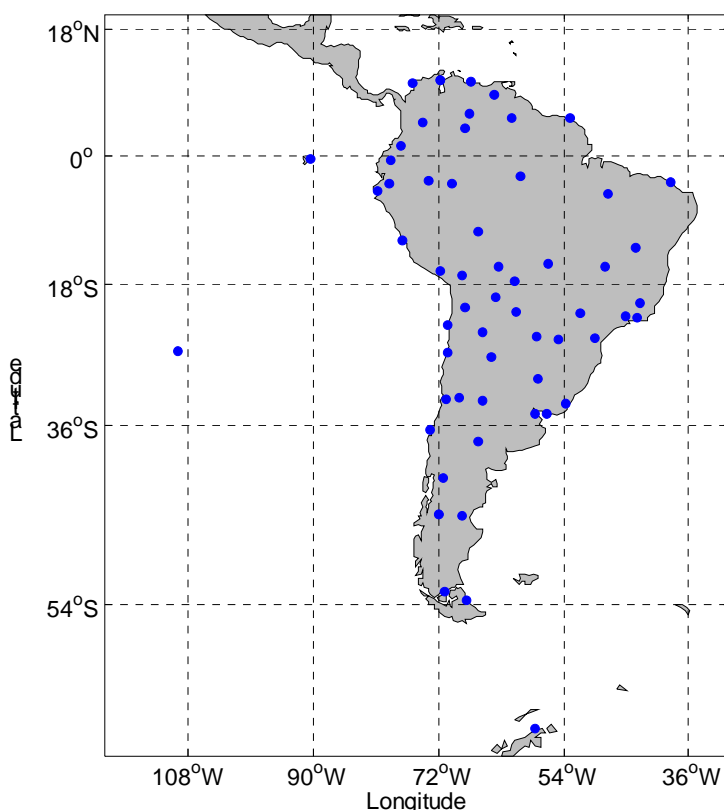


Figura 1 – SIRGAS 95

Del 10 al 19 de mayo del año 2000 se realiza la “Segunda Campaña SIRGAS” remidiéndose los puntos de la Primera Campaña a fin de obtener la información necesaria para la determinación de velocidades e incorporándose estaciones hasta un total de 184 abarcando todo el continente americano. Muchas de las nuevas estaciones fueron establecidas sobre marcas de mareógrafos con la finalidad de coleccionar los datos necesarios para satisfacer el objetivo del Proyecto consistente en la definición del datum vertical. Los resultados finales de esta campaña fueron presentados en febrero de 2003 conociéndose a esta realización como SIRGAS 2000 (Figura 2). Desde 2001, el Proyecto, manteniendo su acrónimo, pasó a denominarse “Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas”. En el año 2001 la VII Conferencia Cartográfica Regional de las

Naciones Unidas para las Américas recomendó a los países de la región la adopción de SIRGAS 2000 como marco de referencia geodésico nacional. SIRGAS 2000 utiliza como marco ITRF 2000, Época de referencia 2000.4.

En noviembre del año 2003 fue publicado el campo de velocidades de América del Sur (Figura 3), utilizándose para su determinación los resultados de las campañas SIRGAS 95, SIRGAS 2000, velocidades determinadas por IGS (Servicio GNSS Internacional), velocidades determinadas por el Centro Regional de Cálculo Asociado al IGS para SIRGAS (RNAAC-SIR) y resultados de varios proyectos de geodinámica en el continente.

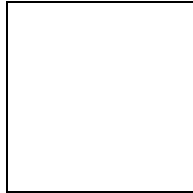


Figura 2 – SIRGAS 2000

En virtud de lo expuesto puede concluirse:

- El proyecto SIRGAS engloba todas las actividades necesarias para establecer una estructura geodésica moderna en el continente compatible con las mejores técnicas de medición disponibles en la actualidad.
- La adopción de un marco de referencia geocéntrico (ITRF), garantiza la permanente actualización de SIRGAS acorde a las más exigentes técnicas de georreferenciamiento.
- Siendo WGS84 coincidente con ITRF, los resultados de las mediciones GPS, se encuentran automáticamente referidas a SIRGAS 2000.

A la fecha, junio de 2005, el Proyecto lleva realizadas once reuniones técnicas, la última de ellas en la ciudad de Aguascalientes, México, en diciembre del año 2004. Ha publicado ocho boletines informativos y un relatorio final de la campaña SIRGAS 95, encontrándose en elaboración uno de similares características correspondiente a SIRGAS 2000.

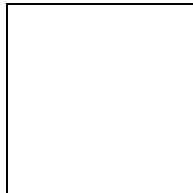


Figura 3 – Campo de velocidades normal para América del Sur – Cedido por H. Drewes

II. GRUPO DE TRABAJO I – SISTEMA DE REFERENCIA

Presidente del Grupo de Trabajo: Dr. Claudio Brunini - Argentina - claudio@fcaglp.unlp.edu.ar

Responsable por IGS RNAAC-SIR: Dr. Wolfgang Seemuller – Alemania – seemueller@dgfi.badw.de

El Grupo de Trabajo I de SIRGAS (GT I) fue creado en 1993 junto con el proyecto SIRGAS. El Prof. Melvin Hoyer, de la Universidad de Zulia (Venezuela), presidió con éxito el GT I por más de 10 años. El Prof. Claudio Brunini, de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina) tomó esta responsabilidad en diciembre de 2004. El GT I en la actualidad está en fase de reorganización, y todavía no se ha establecido una membresía definitiva.

Los objetivos del GT I están claramente establecidos por el estatuto del SIRGAS y abarcan la definición de un sistema de referencia geocéntrico tridimensional para las Américas, junto con su realización y mantenimiento por medio de un marco de referencia materializado por un conjunto de coordenadas y velocidades de estaciones.

La primer tarea relevante llevada a cabo por el GT I fue el despliegue de una red de alta precisión de 58 estaciones, distribuidas en todos los países de Sudamérica (SIRGAS, 1997). Fue medido con GPS en 1995 y constituyó la primera densificación del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF) en la región. Después de un cuidadoso cálculo, las coordenadas de la estación llegaron a una precisión mejor de ± 2 cm. La red fue posteriormente extendida a los países del Caribe, de América Central y Norte, y fue medido en el 2000 (Drewes y otros, 2003). El número de puntos aumentó a 184, incluyendo muchos nuevos puntos agregados en Sudamérica.

Mientras tanto, el SIRGAS desplegó una red de receptores GPS continuamente operativos en Centro y Sudamérica. Está operacional desde 1996 y hoy día involucra a más de 80 receptores. El Centro Regional de Cálculo Asociado al IGS para SIRGAS (RNAAC-SIR) - uno de los centros de análisis regional que pertenecen al Servicio GNSS Internacional (IGS) - calcula las coordenadas y velocidades de la red (Seemuller, 2004). Cada semana se calcula un conjunto de coordenadas de estación y las velocidades de la estación son derivadas cuando se acumulan varios años de soluciones semanales. La Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI) opera el IGS RNAAC SIR.

SIRGAS recientemente (noviembre del año 2003) adoptó un modelo matemático llamado VEMOS (Modelo de Velocidad para SIRGAS) para interpolar los componentes horizontales de las velocidades de la estación, en cualquier posición de Sudamérica con una latitud mayor a -42° . VEMOS está basada en coordenadas SIRGAS 1995 y 2000 y en velocidades de estación derivadas de IGS RNAAC SIR y otros estudios geodinámicos llevados a cabo en la región (Drewes y Heidbach, 2003).

Como resultado de las actividades anteriormente mencionadas, las Américas tienen un sistema de referencia geocéntrico materializado de acuerdo con las últimas normas geodésicas. SIRGAS satisface las más altas demandas de la geodesia moderna y proporciona la capa fundamental de la Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas. De hecho, la 7ª Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para las Américas recomendó la adopción del SIRGAS como marco de referencia oficial para la cartografía (Nueva York, enero de 2001).

Durante la última reunión de SIRGAS que se llevó a cabo en diciembre pasado en las instalaciones de INEGI, se discutió un plan de acción del GT I. El consenso general fue llevar los esfuerzos del GT I hacia la consolidación de la red SIRGAS de estaciones GPS continuamente operacionales como piedra angular del mantenimiento del marco de referencia. Los siguientes temas fueron tomados como prioridad del GT I:

- Mejorar el funcionamiento de las estaciones que están funcionando en la actualidad;
- Mejorar la transferencia de datos hacia los centros de datos;
- Alentar y apoyar la instalación de nuevas estaciones; e
- Instalar centros de procesamiento en países americanos.

Además, el comité ejecutivo de SIRGAS alentó al GTI a que conduzca un proyecto piloto sobre cartografía ionosférica en América del Sur, basado en observaciones GPS de doble frecuencia que pertenecen a la red SIRGAS continuamente operacional. En la actualidad se está discutiendo un proyecto cooperativo entre universidades argentinas y brasileras, apuntando a la cartografía ionosférica regional.

La primera tarea para llevar a cabo el plan de acción fue identificar los principales problemas que afectan el funcionamiento de la red. Los problemas se resumen en la siguiente lista:

- Dificultades para acceder a los datos a tiempo (dentro de las 3 semanas después de la observación);
- Falta de información acerca de cambios en la configuración de observación (receptor, antena, altura de la antena, etc.);
- Falta de información acerca de la causa porqué no hay datos;

- Conexiones de Internet inexistentes o muy lentas; y,
- Falta de disponibilidad de datos durante el períodos de vacaciones Sudamericano (diciembre y enero).

El GT I está discutiendo las acciones para mitigar estos problemas.

El GT I llevó a cabo una investigación para identificar las nuevas estaciones GPS continuamente operacionales en América Central y del Sur que podrían estar incluidas en el IGS RNAAC-SIR. El resultado fue: 6 nuevas estaciones identificadas en Argentina; 1 en Bolivia; 1 en Costa Rica; y 4 en la República Dominicana. Además, se identificaron 8 receptores GPS continuamente operacionales a lo largo de la costa oeste de Sudamérica. Son parte de un conjunto de receptores desplegados por los investigadores del “Boston College” (EEUU) para el monitoreo de la ionosfera. El GT I promoverá la integración de todas las nuevas estaciones en el IGS RNAAC-SIR. Los planes para instalar las nuevas estaciones GPS continuas están siendo llevados a cabo en Brasil (11 estaciones), Chile (4), Colombia (24) Guyana Francesa (1) y Paraguay (1).

El GT I está llevando a cabo un proyecto piloto para establecer centros de procesamiento en la región, para establecer una tarea análoga a la que en la actualidad está siendo ejecutada por el IGS RNAAC-SIR. De forma preliminar, la Universidad de La Plata, Argentina; el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística; y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), México, fueron identificados como potenciales candidatos para llevar a cabo esta tarea. Estas instituciones acordaron calcular diferentes partes de la red y entregar las ecuaciones normales de sus soluciones semanales a la DGFI. Se ha establecido un período de dos años, durante el cual la DGFI continuará oficialmente a cargo de la IGS RNAAC-SIR.

III. GRUPO DE TRABAJO II – DATUM GEOCÉNTRICO

Presidente del Grupo de Trabajo: MSc. Antonio Hernández Navarro - México - antonio.hernandez@inegi.gov.mx

Miembros

- Sergio Cimbaro, Argentina scimbaro@igm.gov.ar
- Daniel Del Cogliano, Argentina daniel@fcaglp.unlp.edu.ar
- Rodrigo Maturana Nadal, Chile rmaturana@igm.cl
- Héctor Parra Bravo, Chile hparrra@igm.cl
- Ivonne Gatica Placencia, Chile calculo@igm.cl
- Marcelo Santos, Canadá msanto@unb.ca
- Raúl Gómez Moreno, México raul.gomez@inegi.gob.mx

Objetivos del Grupo de Trabajo

- Establecer un datum geocéntrico, así como promover la conexión de las redes geodésicas nacionales al datum geocéntrico;
- Coordinar la densificación del marco de referencia geocéntrico de las Américas en cada uno de los estados miembros del Proyecto;
- Promover y coordinar los esfuerzos de cada país para alcanzar los objetivos definidos.

Actividades recientes y futuras

- Fortalecer vínculos entre los Grupos de Trabajo II y III, a través de un programa conjunto de observaciones GNSS sobre bancos de nivel de precisión;
- Proponer metodologías de observación GNSS;
- Promover la adopción de estándares de exactitud posicional homogéneos en la región;
- Establecer un glosario de términos relacionados con GNSS;
- Trabajar en forma coordinada con la FIG Working Group 5.2 - Reference Frame in Practice

Consideraciones acerca del nivel de participación y respuesta por parte de los países miembros del Proyecto

A nivel de las campañas de medición y participación en las reuniones de trabajo se considera que los países miembros del proyecto tienen una buena respuesta, sin embargo, cuando se trata de solicitudes de información el nivel de respuesta es bastante bajo.

Principales problemas

El principal problema se relaciona con la falta de respuesta de los miembros del proyecto, ya que por regla general son pocos los que envía información sobre el estado que guarda el proyecto en sus respectivos países. De igual importancia que el anterior es la falta de recursos para difundir los propósitos del proyecto SIRGAS entre los miembros de América Central y el Caribe, países que se ha invitado en repetidas ocasiones a integrarse al proyecto y que no hay respuesta por parte de ellos.

La Tabla 1 lista la información acerca de la adopción de SIRGAS por parte de los países representados en la reunión de Aguascalientes.

Tabla 1: Información acerca de la adopción de SIRGAS por parte de los países representados en la reunión de Aguascalientes

País	Nombre del Sistema Geodésico	Datum	Época de referencia	Vai adotar SIRGAS?
Argentina	POSGAR 94	WGS84	1993.8	Sí
Brasil	SIRGAS2000	SIRGAS2000	2000.4	Ya adoptó
Canadá	NAD83 CSRS			
Chile	SIRGA/CHILE	SIRGAS2000	2002.0	Ya adoptó
Colombia	MAGNA/SIRGAS	SIRGAS95	1995.4	Ya adoptó
Costa Rica	NAD27			Sí
El Salvador	NAD27/ITRF97		1998.9	Sí
México	ITRF2000		2004.0	
Uruguay	SIRGAS ROU 98	SIRGAS95	1995.4	Ya adoptó
Venezuela	SIRGAS/REGVEN	SIRGAS95	1995.4	Ya adoptó

IV. GRUPO DE TRABAJO III – DATUM VERTICAL

Presidenta del Grupo de Trabajo: Lic. Laura Sánchez – Colombia - sanchez@dgfi.badw.de

Introducción

Los sistemas de alturas en América del Sur fueron introducidos, en general, durante los años cincuenta. Como datum vertical se definió, de manera individual, el nivel medio del mar obtenido a partir de registros mareográficos con períodos de observación que varían entre 10 y 20 años. El procesamiento de los registros (cálculo del valor promedio correspondiente) eliminó, con muy buena aproximación, las variaciones temporales periódicas de la superficie del mar (mareas y efectos meteorológicos, oceanográficos y de densidad del mar), pero el análisis de las variaciones no periódicas, las seculares y las generadas por la topografía local de la superficie del mar (SSTop: *Sea Surface Topography*) fue omitido, lo que puede generar errores sistemáticos de varios decímetros en las diferentes realizaciones del nivel de referencia.

El control vertical ha sido extendido, principalmente, a lo largo de las vías de comunicación en líneas de nivelación determinadas mediante técnicas geodésicas de alta precisión (*spirit leveling*). Sin embargo, en la mayoría de los casos, el efecto de la gravedad en el proceso de nivelación ha sido omitido y las alturas oficiales son cantidades meramente geométricas, que en forma de redes verticales han sido ajustadas, asumiendo aquel efecto como un error más de medición.

Las inconsistencias generadas por estos dos factores (realización del datum vertical y omisión del efecto de gravedad en la nivelación) se hacen aún más evidentes al derivar la componente vertical a partir de la combinación de las nuevas técnicas geodésicas de posicionamiento (GNSS: *Global Navigation Satellite Systems*) con modelos geoidales gravimétricos de alta resolución; de allí, bajo el proyecto SIRGAS, se trabaja intensivamente en la definición y realización de un nuevo sistema vertical de referencia unificado para la región; las actividades correspondientes se enmarcan dentro de los objetivos del Grupo de Trabajo III de SIRGAS (GTIII-SIRGAS): Datum Vertical.

Objetivos

El propósito fundamental del GTIII-SIRGAS es la definición, realización y adopción de un sistema vertical de referencia único para el continente suramericano. Esto incluye la modernización de los sistemas de alturas existentes mediante su vinculación (o transformación) al nuevo sistema.

Las metas específicas del trabajo propuesto se resumen en:

- Adopción de dos tipos de alturas: elipsoidales como componente geométrica y alturas derivadas de números geopotenciales como componente física. La recomendación concreta del GTIII-SIRGAS en este aspecto es el uso de alturas normales. No obstante, al considerar el cálculo previo de números geopotenciales, cada país podrá derivar el tipo de alturas físicas (ortométricas, normales o dinámicas) que estime conveniente;
- Determinación de las superficies verticales de referencia correspondientes; es decir, para las alturas elipsoidales el elipsoide, el cual coincide con el asociado al sistema geométrico de referencia SIRGAS, y el cuasigeoide (para las alturas normales) o el geoide (para las alturas ortométricas). El cálculo del (cuasi)geoide debe adelantarse de manera unificada a nivel continental, considerando una definición global del nivel de referencia W0;
- Establecimiento de un marco de referencia como realización (materialización) del sistema vertical. Sus estaciones deben estar referidas a SIRGAS, niveladas geoméricamente y disponer de valor de gravedad observada. Dicho marco incluye los mareógrafos de referencia utilizados en la definición de los sistemas clásicos de alturas y puntos fronterizos que permitan vincular las redes nacionales de nivelación entre países vecinos;
- Mantenimiento del marco de referencia a través del tiempo, para establecer sus posibles deformaciones sistemáticas o aleatorias.

Cronología

1997: Asamblea Científica de la IAG, Rio de Janeiro (Brasil), septiembre 3-9. Creación del GTIII-SIRGAS como respuesta a la necesidad de mejorar el sistema de referencia físico (de alturas) y su relación con el geométrico establecido previamente. Se invita a los países participantes a elaborar un diagnóstico sobre los sistemas de alturas clásicos existentes.

1998: Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra, Santiago de Chile (Chile), agosto 11-14. Primera reunión de trabajo del GTIII-SIRGAS: se presenta el estado actual de los sistemas de alturas clásicos en los países de América del Sur, se discute la composición del nuevo sistema (tipos de alturas, superficies de referencia, realización) y se definen tareas para avanzar en los objetivos propuestos. Se emite la resolución oficial de SIRGAS referente a los componentes del nuevo sistema vertical de referencia.

1999: XXII Asamblea General de la IUGG, Birmingham (Inglaterra), julio 18-30. Segunda reunión de trabajo del GTIII-SIRGAS: se definen las características de la campaña GPS correspondiente al marco de referencia vertical, se presenta el documento de soporte técnico a la resolución emitida en Chile el año anterior, se discuten los modelos de datos para el almacenamiento de la información vertical (BIVAS, BIDAS) y se invita a los países a poner en formato digital los desniveles observados en las redes de nivelación y a evaluar la información gravimétrica disponible en pro de iniciar el cálculo de números geopotenciales.

2000: Campaña GPS para el establecimiento del marco de referencia vertical y segunda ocupación del marco de referencia geométrico SIRGAS, mayo 10-19. Posicionamiento GPS de las estaciones SIRGAS95, de los mareógrafos de referencia

utilizados en la definición de los sistemas locales de alturas y de estaciones fronterizas, como vínculo entre las redes de nivelación de países vecinos.

2001: Simposio IAG sobre Sistemas Verticales de Referencia, Cartagena (Colombia), febrero 21-23. Tercera reunión de trabajo del GTIII-SIRGAS: El Comité SIRGAS recomienda oficialmente la adopción de alturas normales como componente física del nuevo sistema vertical, los países de la región participan activamente en el Simposio mediante la presentación de trabajos relacionados con los objetivos del GTIII-SIRGAS, se discuten detalles sobre el procesamiento de las observaciones registradas en la campaña SIRGAS2000 y se invita nuevamente a los países para que avancen en las actividades relacionadas con el cálculo de números geopotenciales.

2001: Asamblea Científica de la IAG, Budapest (Hungría), septiembre 2-7. Reunión de trabajo de los centros de procesamiento de SIRGAS2000: Se presentan los resultados del procesamiento de la información GPS de la campaña SIRGAS2000, se discuten las estrategias de su combinación.

2002: Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra, Santiago de Chile (Chile), octubre 20-22. Cuarta reunión de trabajo del GTIII-SIRGAS: se presentan las coordenadas finales de las estaciones SIRGAS2000, se reporta el estado de avance en el cálculo de números geopotenciales país por país, se avanza en detalles específicos relacionados con el cálculo de números geopotenciales y la definición del nivel de referencia W0.

2004: Reunión de trabajo SIRGAS, Aguascalientes (México), diciembre 9-10: Quinta reunión de trabajo del GTIII-SIRGAS: Se presentan reportes nacionales sobre las actividades relacionadas con el cálculo de números geopotenciales, siendo evidente el avance de los diferentes países en la consecución de este objetivo, se describe el modelo geoidal más reciente calculado de manera unificada a nivel continental y se avanza en detalles relacionados con el cálculo del nivel de referencia W0.

Actividades presentes y futuras

Los países continúan con la preparación de la información gravimétrica y de nivelación para el cálculo de los números geopotenciales, incluyendo las conexiones con las redes de nivelación de los países vecinos. El objetivo central de esta actividad es un ajuste continental de las redes de nivelación.

Se adelantan evaluaciones numéricas del valor de referencia geopotencial (W0) más conveniente. Para el efecto, se han combinado diferentes modelos de la superficie media del mar (MSS: Mean Sea Surface) con modelos globales de gravedad (GGM: *Global Gravity Model*), pudiéndose establecer la dependencia de W0 con respecto a la resolución y variaciones temporales del MSS, el sistema de mareas (libre, permanente y media) y el grado y orden de la expansión en armónicos esféricos de los GGM.

Se analizan las posibles estrategias que permitan la vinculación de los datum verticales clásicos (mareógrafos de referencia) con el nuevo sistema. Este procedimiento se basa en la combinación de registros mareográficos, datos de altimetría satelital, nivelación y posicionamiento GNSS en los mareógrafos de referencia. En consecuencia, se evalúa la posibilidad de una nueva campaña GNSS en aquellos mareógrafos en los que aún no se ha instalado una estación de funcionamiento continuo.

Se busca mejorar la calidad del modelo (cuasi)geoidal continental, mediante la inclusión de datos gravimétricos terrestres de mayor precisión y su combinación con la información producida por las nuevas misiones satelitales de gravedad.

Miembros

DIPL.-ING. LAURA SANCHEZ

Presidente (desde 2001)

Bogotá, Colombia

Actualmente:

DEUTSCHES GEODÄTISCHES FORSCHUNGSINSTITUT

MARSTALLPLATZ 8

D-80539, MUNICH, ALEMANIA

FAX: 49-89-23031 1240

e-mail: sanchez@dgfi.badw.de

GEOF. JUAN FRANCISCO MOIRANO

OBSERVATORIO ASTRONOMICO

PASEO DEL BOSQUE S/N

1900 LA PLATA, BS. AIRES, ARGENTINA

FAX: 54-21-21 1761

e-mail: jmoirano@fcaglp.unlp.edu.ar

PROF. GRACIELA FONT

OBSERVATORIO ASTRONOMICO

PASEO DEL BOSQUE S/N

1900 LA PLATA, BS. AIRES, ARGENTINA

FAX: 54-21-21 1761

e-mail: graciela@fcaglp.unlp.edu.ar

PROF. SILVIO ROGÉRIO CORREIA DE FREITAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAIXA POSTAL 19098

81531-970, CURITIBA, PR, BRASIL

FAX: 55-41-266 2393

e-mail: sfreitas@ufpr.br

ENG. ROBERTO TEIXEIRA LUZ

(Presidente enre 1998 y 2001)

IBGE/CGED

AV. BRASIL 15671 PARADA DE LUCAS

RIO DE JANEIRO, RJ

BRASIL, CEP 21241-051

FAX: 55-21-2142 4859

e-mail: roberto@ibge.gov.br

ING. WILFREDO RUBIO SALAZAR

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

NUEVA SANTA ISABEL 1640

SANTIAGO, CHILE

FAX: 56-2-460-6978

calculo@igm.cl

ING. MARÍA JOSÉ GONZÁLEZ PÉREZ

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR

NUEVA SANTA ISABEL 1640

SANTIAGO, CHILE

TEL: 56-2-460-6844/43

FAX: 56-2-460-6978

calculo@igm.cl

PROF. ALFONSO TIERRA

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

Urbanización Jardín del Valle

Pasaje 2-S # 187

QUITO, ECUADOR

atierra@espe.edu.ec

CMDTE. HECTOR ROVERA

SERVICIO GEOGRAFICO MILITAR

8 DE OCTUBRE 3255

MONTEVIDEO 11600, URUGUAY

FAX: 598-2-487 0868

e-mail: hcovera@yahoo.com

ING. JOSE NAPOLEON HERNANDEZ

CARTOGRAFIA NACIONAL

EDIF CAMEJO - ESQ. CAMEJO CSB - OFIC 216

CARACAS, VENEZUELA

FAX: 58-2-545 0374

e-mail: jhernandez@igvsb.gov.ve

V. ACTIVIDADES RECIENTES Y OBJETIVOS PRÓXIMOS

Presidente del Proyecto: Dr. Luiz Paulo Souto Fortes – Brasil - fortes@ibge.gov.br

Vicepresidente: Tcnl Ing. Geógrafo Eduardo Lauría – Argentina - elauria@igm.gov.ar

Representante de IAG: Dr. Hermann Drewes - Alemania – drewes@dgfi.badw.de

Durante la última reunión del proyecto, que se llevó a cabo en las instalaciones del *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*, en Aguascalientes, México, del 9 al 10 de diciembre de 2004, se discutió el estado de las actividades de cada grupo de trabajo, buena parte del cual está descrito en las secciones previas de este trabajo. Los representantes de El Salvador y Costa Rica concurren a la reunión, como parte del esfuerzo para involucrar a los países de la región a SIRGAS. Se decidió establecer centros de procesamiento regionales en el área con el fin de llevar a cabo una tarea análoga a la que se está llevando a cabo en la actualidad por la IGS RNACC-SIR. Preliminarmente, la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, el Instituto Brasileiro de Geografía y Estadísticas (IBGE), Brasil, y el INEGI, Méjico, fueron identificadas como potenciales candidatas para llevar a cabo esta tarea. También se decidió coordinar esfuerzos tendientes al inicio de un proyecto piloto sobre mapeamiento ionosférico en el continente. Durante la reunión también se emitieron recomendaciones para integrar las nuevas estaciones permanentes de cada país al marco SIRGAS. Además, se presentó el estado de los esfuerzos en curso para establecer un sistema de referencia vertical en el continente. En términos del cálculo de las alturas físicas, cada país continuó con la compilación de la información de nivelación y los

datos de gravedad en formato digital con el fin de permitir un ajuste continental único de los números geopotenciales. Además, la conexión de las redes de nivelación de primer orden entre países vecinos se encuentra casi completa. Para la estimación de la superficie de referencia de alturas unificada, hubo considerables mejoras con la combinación de los datos de gravedad terrestre y los provenientes de las nuevas misiones satelitales con el fin de obtener un modelo de (cuasi) geoide altamente preciso. Como complemento para la conexión de los sistemas de altura clásicos con el nuevo sistema vertical, varios mareógrafos en Sudamérica están siendo observados de forma continua con GPS. Las variaciones de las alturas elipsoidales se comparan con las variaciones que provienen de los registros de los mareógrafos para determinar la superficie real del mar durante el período de definición de los sistemas de altura clásicos.

Después de más de 10 años de ardua y exitosa tarea relacionada con el establecimiento del sistema de un referencia geocéntrico para las Américas, es necesario expandir la participación en el proyecto de los países de América Central y del Caribe, ayudándolos a integrar sus redes nacionales a SIRGAS. Además, el proyecto cuenta con el trabajo cooperativo continuo de los países miembros con relación al establecimiento de un sistema de referencia vertical unificado en el continente.

Se debería enfatizar que las actividades de SIRGAS también se desarrollan en el campo de acción de la Sub Comisión 1.3b para América Central y del Sur de la Asociación Internacional de Geodesia, Comisión 1 sobre “Marcos de Referencia”, creada en julio de 2003, lo cual constituye un muy importante foro de discusión y cooperación para llevar a cabo los objetivos del proyecto.

Toda la información del proyecto está disponible en la página (<http://www.ibge.gov.br/sirgas>).

REFERENCIAS

Drewes, H; Heidbach, O. (2003): *Deformation of the South American crust estimated from finite element and collocation methods*. IAG Symposia (128), Springer (en Imprenta).

Drewes, H., Kaniuth, K., Völksen, C., Alves Costa, S. M., and Souto Fortes, L. P. (2003). *Results of the SIRGAS Campaign 2000 and Coordinates Variations with Respect to the 1995 South American Geocentric Reference Frame*. IAG Symposia (128), Springer (en imprenta).

Seemüller, W. (2004). *El centro asociado de análisis del IGS para la red regional SIRGAS IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (RNAAC SIR)*. SIRGAS Technical Meeting, Aguascalientes, Mexico, December 9-10, 2004.

SIRGAS (1997). *Final Report, WG I & II*. IBGE, Brasil.

SIRGAS (2005). *SIRGAS Boletín #8*. <http://www.ibge.gov.br/sirgas>.