



Consejo Económico y Social

23 de mayo de 2005

Original: 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 c del programa provisional*

**Informes sobre los avances logrados en información
geográfica y en el tratamiento de cuestiones nacionales,
regionales y mundiales, incluidas las siguientes: reunión,
gestión y difusión de datos geoespaciales**

Formación de capacidades: índice de alistamiento para infraestructuras de datos espaciales – IDE**

* E/CONF.96/1.

** Preparado por Tatiana Delgado Fernández, Servicio Hidrográfico y Geodésico de la República de Cuba (Cuba).



Formación de capacidades: índice de alistamiento para infraestructuras de datos espaciales – IDE

Tatiana Delgado Fernández,
Servicio Hidrográfico y Geodésico de la República de Cuba.
Calle 4 # 313 entre 3ra y 5ta, Miramar, Playa, C. Habana. CP 11300, Cuba
tatiana@geocuba.co.cu
tel: (537) 2037444

Resumen

Al igual que en múltiples programas para el desarrollo, la formación de capacidades nacionales es un imperativo para enfrentar el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales, especialmente en los países subdesarrollados.

La llamada brecha digital que existe en el mundo incide también en la disparidad en cuanto al avance de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs). Por otra parte, la importancia de la información geoespacial y las IDEs como soporte para la toma de decisiones económicas, sociales y ambientales es reconocida cada día más por las autoridades nacionales y las organizaciones mundiales. Sin embargo, hoy no se conocen las causas principales de los estancamientos o menores avances que exhiben algunos países en sus iniciativas nacionales de IDEs, por lo tanto no se pueden establecer estrategias eficaces para enfrentar los principales obstáculos.

El objetivo de este trabajo es mostrar un método para determinar el índice de alistamiento de un país para desarrollar una Infraestructura de Datos Espaciales, basado en un análisis de los principales factores que determinan este índice de alistamiento, que coinciden con aquellos componentes reconocidos universalmente de una IDE. El modelo además se soporta en una lógica fuzzy-compensatoria para modelar y evaluar la incidencia de cada factor, mediante técnicas de expertos.

Una primera evaluación del modelo se hace en el caso de la iniciativa cubana, Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC), para evaluar el progreso de la misma en dos momentos del tiempo, cuando comienza a organizarse la iniciativa, y en el año del lanzamiento del Portal Geoespacial Nacional, considerado este como un primer resultado de la IDERC.

Con ayuda de PC IDEA, GSDI u otros organismos internacionales, el modelo descrito en este trabajo pudiera ser utilizado para realizar un sondeo regional del nivel de alistamiento de los países del área para el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales para el consecuente establecimiento de políticas y recomendaciones que impulsen el desarrollo de tales iniciativas en nuestros países.

1. Introducción

La Información Geoespacial es un importante ingrediente para programas decisivos para el desarrollo en todos los países a nivel mundial, lo cual es reconocido de forma creciente no sólo por expertos en la materia, sino también por aquellos actores de los procesos de toma de decisión en diversos sectores de la vida del hombre. Hoy no es posible hablar de Gobierno electrónico (e-government), desarrollo humano, desarrollo sostenible, manejo de desastres y otros muchos programas con

impacto crucial en nuestros países, sin hacer referencia a la información geoespacial, los Sistemas de Información Geográfica y más recientemente, las Infraestructuras de Datos Espaciales.

Sin embargo, el desigual desarrollo y, como una de sus consecuencias, la brecha digital que caracteriza al mundo inciden también en el dispar avance en el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales. El múltiple espectro de causas que determinan esta situación no es posible enfrentarlo desde una perspectiva única. Sin embargo, en aras de contribuir a la formación de capacidades en aquellos países de menores avances en tal sentido, y principalmente para dirigir eficientemente los recursos dentro de un país hacia aquellos principales problemas, se hace necesario estudiar la situación desde múltiples perspectivas (organizativa, de información, de recursos humanos, tecnológica, financiera) y evaluar el nivel de alistamiento (longitudinalmente) para enfrentar, entonces, una Infraestructura de Datos Espaciales.

Otro objetivo de este trabajo es aportar una herramienta para realizar una evaluación (transversal) comparativa entre varios países de una región o del mundo y poder también hacer un uso más eficiente de los recursos de organismos internacionales y otras fuentes en interés de impulsar aquellas iniciativas de menores progresos.

Además de la necesidad de la investigación, sirvió como motivación para llevar a cabo este estudio, un sondeo mundial realizado por UNDESA & CRC en el 2003 dirigido a la evaluación del índice de alistamiento para gobierno electrónico en 191 estados miembros de Naciones Unidas, el cual revela los niveles de infraestructura tecnológica, conectividad Web y capital humano de cada país, y un índice compuesto que mide el alistamiento del país para enfrentar el Gobierno electrónico (e-government).

El índice de alistamiento para IDEs puede ser definido como el grado en el cual un país está preparado para compartir su información geográfica en una comunidad (local, nacional, regional o global). Demanda una variedad de servicios geoespaciales ofrecidos en la más amplia conectividad para satisfacer necesidades de información geoespacial para el gobierno, la industria y el ciudadano, y en general de toda la sociedad. (Delgado, et al 2005).

2. Metodología de estudio

La metodología usada en este estudio consta de los pasos siguientes:

1. Identificar los factores que afectan el alistamiento de un país para enfrentar una IDE Nacional.
2. Diseñar un modelo para determinar el índice de alistamiento en IDE.
3. Evaluar el modelo en un caso de estudio.
4. Generalizar la experiencia en entornos regionales y/o globales.

2.1 Factores que inciden en el índice de alistamiento de IDE

La identificación de qué factores inciden en el índice de alistamiento se llevó a cabo mediante un estudio amplio de otros trabajos publicados (Giff & Coleman, 2002) (Kok & van Loenen, 2004) (Crompvoets et al, 2004) (UNDESA, 2003) y por la

propia experiencia de la autora en la implementación de la IDE Nacional en Cuba. Los mismos pueden ser apreciados a continuación:

- Organizativos (visión-compromiso-motivación, liderazgo institucional, acuerdos que facilitan un marco legal (paraguas));
- Información (cartografía digital disponible, conocimiento de los estándares);
- Redes de acceso y software (conectividad Web; infraestructura tecnológica, disponibilidad de software geoespacial/ desarrollo propio);
- Recursos humanos (nivel educacional, cultura de IDE, liderazgo individual);
- Recursos financieros (Fuentes gubernamentales, privadas, o iniciativas geoespaciales nacionales).

2.2 Modelo para determinar el índice de alistamiento en IDE

El primer paso fue la descomposición de los factores en los criterios de decisión que influyen directamente en el índice de alistamiento de IDE (Delgado, 2005). La tabla 1 muestra esta desagregación.

Tabla 1
Descomposición de factores en criterios de decisión.

<i>Factor</i>	<i>Criterio de decisión</i>
Organizativos (O)	Visión (Ov)
	Liderazgo institucional (Ol)
	Marco legal (acuerdos) (Oa)
Information/Data availability (I)	Disponibilidad de cartografía digital (Ic)
	Disponibilidad de metadatos (Im)
People (P)	Capital humano (Pc)
	Educación-cultura sobre IDE (Ps)
	Liderazgo institucional (Pl)
Access Network (A)	Conectividad Web (Aw)
	Infraestructura de comunicaciones (At)
	Disponibilidad de software geoespacial (As)/ desarrollo propio (Ad)/cultura de open source (Ao)
Financial Resources (F)	Fondos del gobierno central (Fg)
	Políticas dirigidas a retornar la inversión (Fr)
	Actividad del sector privado (Fp)

Para cada criterio de decisión se usó una escala de verdad por categorías que dosifica la preferencia del actor de la decisión. Los extremos de falso (0) y verdadero (1) son raramente asignados. Para minimizar la subjetividad de puntos de vista

aislados se deben aplicar técnicas de expertos que ponderen los valores dados por los expertos para obtener una valoración más real.

Se modeló el problema mediante lógica difusa (fuzzy) dependiendo de la naturaleza cualitativa de la mayoría de los factores. Se asumieron las siguientes proposiciones:

- Un país está listo para enfrentar una IDE si y sólo si tiene un nivel apropiado de organización, información, personas y recursos financieros, y algún nivel de tecnología/redes de acceso.

$$\text{Alistamiento-IDE} = O \wedge I \wedge P \wedge F \wedge A^{0.5}$$

- Un país tiene un apropiado nivel de organización para una IDE si y sólo si tiene un apropiado nivel de visión, liderazgo institucional y marco legal.

$$O = O_v \wedge O_l \wedge O_a$$

- Un país tiene un apropiado nivel de información para una IDE si y sólo si tiene una apropiada disponibilidad de cartografía digital y en caso de que no la tuviera entonces tuviera un nivel importante de metadatos.

$$I = I_c \wedge (\neg I_c \rightarrow I_m) = I_c \wedge (\neg(\neg I_c) \wedge (\neg I_c \wedge I_m^2))$$

- Un país tiene un apropiado nivel de recursos humanos para una IDE si y sólo si tiene un apropiado nivel de capital humano medido globalmente en toda la sociedad, tiene cultura de SDI y liderazgo individual.

$$P = P_c \wedge P_s \wedge P_l$$

- Un país tiene un apropiado nivel de recursos financieros para una IDE si y sólo si tiene un apropiado nivel de financiamiento central del gobierno o del sector privado o de la recuperación de la inversión de la industria geoespacial.

$$F = F_g \vee F_p \vee F_r$$

- Un país tiene un apropiado nivel de red de acceso o tecnología para una IDE si y sólo si tiene un nivel apropiado de infraestructura tecnológica, de conectividad Web, y una apropiada disponibilidad de software geoespacial o desarrollo geoinformático propio o cultura de software libre.

$$A = A_t \wedge A_w \wedge (A_s \vee A_d \vee A_o)$$

Formalizando estas proposiciones mediante la lógica difusa, se obtiene la expresión:

$$\text{Alistamiento IDE} = (O_v \wedge O_l \wedge O_a) \wedge (I_c \wedge (\neg(\neg I_c) \wedge (\neg I_c \wedge I_m^2))) \wedge (P_c \wedge P_s \wedge P_l) \wedge (F_g \vee F_p \vee F_r) \wedge (A_t \wedge A_w \wedge (A_s \vee A_d \vee A_o))^{1/2}$$

Un sistema de lógica multivalente llamado Lógica Compensatoria, útil para problemas de toma de decisión (Espín, 2004), fue empleado para evaluar expresiones fuzzy en la determinación del índice de alistamiento para las IDE, debido a su sensibilidad ante la variedad.

Aplicando la lógica compensatoria, se puede obtener la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Índice de Alistamiento IDE} = & (O_v * O_l * O_a)^{1/3} * (I_c * (I_c * ((1 - I_c) * I_m^2))^{1/2})^{1/2})^{1/2} \\ & * (P_c * P_s * P_l)^{1/3} * (1 - ((1 - F_g) * (1 - F_p) * (1 - F_r))^{1/3}) \\ & * ((A_t * A_w * (1 - ((1 - A_s) * (1 - A_d) * (1 - A_o))^{1/3}))^{1/3})^{1/2} \end{aligned}$$

3. Evaluando el índice de alistamiento en IDE para el caso de Cuba

La República de Cuba es una isla ubicada en el Caribe que cubre 109.886,19 kilómetros cuadrados, con una población de 11.177.743 habitantes según último Censo de Población y Viviendas realizado en el 2002 (ONE, 2003).

En 1999, el Servicio Hidrográfico y Geodésico identificó la necesidad de desarrollar una Infraestructura Nacional de Datos Espaciales. Este año fue tomado en este estudio como primer año de evaluación del modelo. El segundo momento de evaluación corresponde al año 2005, en el cual fue lanzado el Portal Geoespacial Nacional. En este caso el modelo es aplicado para hacer un análisis comparativo en el tiempo de una misma iniciativa. Los valores para cada factor son reflejados en la Tabla 2.

Tabla 2

Asignación de valores a los criterios de decisión; años 1999 y 2005.

<i>Factor</i>	<i>Criterio de decisión</i>	<i>1999</i>	<i>2005</i>
Organización (O)	Visión de los políticos (Ov)	0,2	0,7
	Liderazgo institucional (OI)	0,3	0,7
	Acuerdos legales paraguas (Oa)	0,4	0,6
Información/disponibilidad de datos (I)	Disponibilidad de cartografía digital (Ic)	0,3	0,6
	Disponibilidad de metadatos (Im)	0,1	0,3
Personas (P)	Capital Humano (Pc)	0,9	0,9*
	SDI cultura-educación (Ps)	0,1	0,6
	Liderazgo institucional (PI)	0,2	0,7
Tecnologías	Conectividad Web (Aw)	0,1	0,166*
	Infraestructura de Telecomunicaciones (At)	0,05	0,051*
	Disponibilidad de software geoespacial (As)	0,4	0,6
	Desarrollo geoinformático propio (A)	0,5	0,8
	Asimilación OpenGis	0,1	0,4
Recursos Financieros (F)	Financiación central del Gobierno (Fg)	0,3	0,7
	retorno de la inversión en la industria de la producción de datos geoespaciales (Fr)	0,6	0,6
	Actividad del sector privado/empresas mixtas (Fp)	0,1	0,4

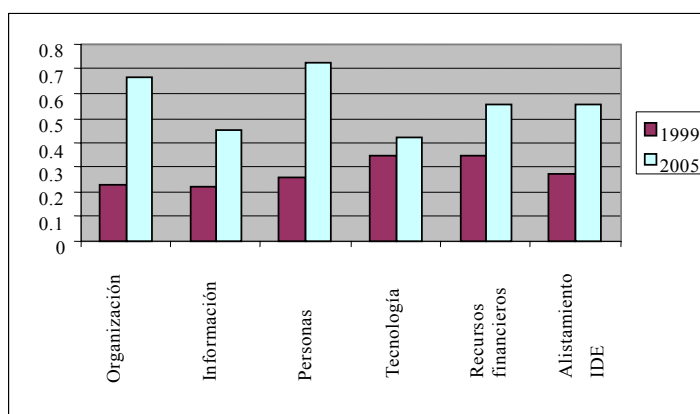
* Estos valores fueron tomados del Sondeo Mundial llevado a cabo por UN (UNDESA, 2003).

La tabla 3 que se aprecia a continuación muestra los valores calculados para cada factor global identificado y para el índice de alistamiento de una IDE que han sido representados gráficamente en la figura 1.

Tabla 3
Índice de alistamiento de Cuba para la IDERC, 1999-2005

<i>Factores</i>	<i>1999</i>	<i>2005</i>
Organización	0,23	0,66
Información	0,22	0,45
Personas	0,26	0,72
Redes de Acceso	0,34	0,42
Recursos Financieros	0,38	0,58
Alistamiento en IDE	0,28	0,56

Figura 1
Índice de alistamiento de Cuba para una IDE (1999-2005)



Como puede apreciarse en la figura 1, el comportamiento de los factores que inciden en el alistamiento de una IDE, incluyendo el propio índice de alistamiento, ha evolucionado positivamente en todos los casos. Se observa que los mayores incrementos se producen en los factores organizativos y de recursos humanos, lo cual es consistente con la etapa de fortalecimiento institucional que ha caracterizado los primeros años de la iniciativa. La explotación de la IDERC deberá incidir en mayor grado sobre otros factores en el futuro.

El incremento en cada factor también refleja el trabajo realizado, y demuestra que, por ser éste un problema dinámico de alta complejidad que involucra al más alto nivel de la sociedad, queda por delante un largo trecho hacia el desarrollo pleno de una efectiva Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (Delgado, 2005).

4. Conclusiones y trabajo futuro

Un índice de alistamiento en IDE basado en un modelo de lógica fuzzy-compensatoria brinda un medio cuantitativo para comparar países en relación a estas iniciativas, así como también para comparar el progreso de una IDE en un mismo país, como fuera reflejado en el caso de Cuba expuesto en este trabajo.

La generalización del modelo mediante la evaluación en otros países de la región de las Américas puede contribuir a la identificación de los principales obstáculos de nuestros países para enfrentar una IDE. Trabajo futuro deberá emprenderse con el Comité Permanente para la Infraestructura de Datos Geoespaciales de las Américas (PC IDEA) u otras organizaciones internacionales para llevar a cabo un sondeo que permita la aplicación de esta investigación en otros escenarios.

Agradecimientos

De manera especial, se agradece la colaboración del Profesor Dr. Rafael Espín del Centro de Dirección del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría de Cuba, por sus aportes al modelo. También se agradece la contribución hecha en materiales de consulta por Kate Lance del Servicio Geológico de EUA y por Margaret Buck de la Universidad de Wisconsin-Madison, EUA.

Referencias

- Crompvoets, J. et al, 2004. Assessing the worldwide developments of national spatial data clearinghouses. *Int. J. Geographical Information Science*. Vol. 18, No. 7, October-November 2004, 665-689.
- Delgado, T., 2004. Cuban Spatial Data Infrastructure (IDERC): Enterprise, Information, Computation and Engineering Perspectives. IV International Congress GEOMATICA 2004.
- Delgado, T. 2005. Methodology of SDI based on Data Centre. Thesis presented to PhD grade. ITM, Geodesy and Cartography Commission. 2005.
- Espín, R., et al, 2004. Compensatory logic: A fuzzy approach to decision making. International Congress NAISO, Portugal, June 2004.
- eTechnology Group@IMRB, 2003. E-Readiness Assessment of Central Ministries and Departments. Draft Report. India.
- Giff, G. & Coleman, D., 2002. Spatial Data Infrastructure Funding Models: A necessity for the success of SDI in Emerging Countries, FIG XXII International Congress, Washington D.C., USA, April 19-26, 2002.
- Hyman, G., Perea, C., Rey, D., and K. Lance, 2003. Survey of the Development of National Spatial Data Infrastructures in Latin America and the Caribbean. In Proceedings of ESRI User's Conference, July 2003, San Diego, CA.
- Kok, B. & van Loenen, B., 2004. How to assess the success of National Spatial Data? Infrastructures. *Computers, Environment and Urban Systems*. Elsevier Editor. Article in press.
- ONE, 2003. Cuban Statistics Yearbook, Edited by National Statistics Office in 2003.
- UNDESA &CRG, 2003. UN Global E-Government Survey 2003.