

ARTÍCULO MONOGRÁFICO

Mecanismos de articulación de infraestructuras de datos espaciales y programas de observación de la Tierra*

[Spatial data infrastructure and earth observation joint mechanisms]

**LILIA PATRICIA ARIAS-DUARTE¹, LUIS JOYANES-AGUILAR²,
SANDRA PATRICIA RINCÓN-MÉNDEZ³**

RECIBO: 15.09.2010 - AJUSTE: 05.10.2010 - AJUSTE: 15.10.2010 - APROBACIÓN: 10.12.2010

Resumen

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) y los Programas de Observación de la Tierra (PoT) se presentan hoy día como una importante herramienta de apoyo en la toma de decisiones, debido a la necesidad de afrontar problemas globales y complejos como el cambio climático, la atención y prevención de desastres naturales y el desabastecimiento alimenticio, entre otros.

* Modelo para citación de este artículo:

ARIAS DUARTE, Lilia Patricia; JOYANES AGUILAR, Luis y RINCÓN MÉNDEZ, Sandra Patricia (2010). Mecanismos de articulación de infraestructuras de datos espaciales y programas de observación de la tierra. En: Ventana Informática. No. 23 (jul.-dic., 2010). Manizales (Colombia): Universidad de Manizales. p. 29-49. ISSN: 0123-9678

- 1 Ingeniera Catastral y Geodesta, especialista en SIG, especialista en Ingeniería de Software, candidata al Doctorado en Ingeniería Informática.
Jefe del Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: liliaparias@igac.gov.co
- 2 Licenciado y Doctorado en Ciencias Físicas, Doctor en Informática y Doctor en Sociología. Vicedecano de la Facultad de Informática, Director del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid, España. Correo electrónico: luis.joyanes@upsam.net
- 3 Ingeniera Catastral y Geodesta.
Investigadora en tecnologías geoespaciales. Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: sprincon@igac.gov.co.

A partir de la necesidad de desarrollar sistemas de información que permitan compartir información relevante, incluyendo la proveniente de las tecnologías de observación de la Tierra (oT), se originan importantes iniciativas a nivel global, como Infrastructure for Spatial Information in the European Community – Inspire y el subsecuente desarrollo de las IDE nacionales y el Sistema Global de Sistemas de Observación de la Tierra - GEOSS que recoge lo adelantado en el tema por diversos países y regiones.

Estos avances han planteado una serie de mecanismos de articulación entre las IDE y la oT, los cuales pueden impulsar aún más el avance de los temas, redundando en beneficios para los usuarios y por ende para los procesos de toma de decisiones.

Palabras clave: *Infraestructura de Datos Espaciales, Observación de la Tierra, toma de decisiones.*

Abstract

Spatial Data Infrastructures (SDI) and Earth Observation Programs are presented today as an important tool to support decision making, due to the need to tackle complex global problems like climate change, care and prevention of natural disasters and food shortages, among others.

From the need to develop information systems for sharing relevant information, including technologies from Earth Observation (EO), originate important global initiatives such as Infrastructure for Spatial Information in the European Community - Inspire and the subsequent development of national SDIs and the Global Earth Observation System of Systems - GEOSS which includes the advanced in the subject by some countries and regions.

These developments have raised a number of mechanisms linking SDI and EO, which may further stimulate the progress of the issues, resulting in benefits to users and therefore to the decision-making processes.

Keywords: *Spatial Data Infrastructure, Earth Observation, decision-making.*

Introducción

La Información Geográfica (IG) ha atravesado por grandes cambios, evolucionando desde los planos análogos a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de éstos a las Infraestructuras de Información Espaciales (IDE), consiguiendo que pueda compartirse una gran cantidad de recursos, que se den sinergias y que diferentes sistemas sean interoperables (Rodríguez, et al, 2004), para beneficio de múltiples clases de usuarios.

Así mismo, los programas de Observación de la Tierra permiten la recolección de datos de diferentes tipos, que pueden ser utilizados como apoyo en la toma de decisiones en diversas áreas que van desde el monitoreo de la atmósfera y el estudio y la predicción del clima, hasta insumos en acciones de vigilancia y seguridad.

Estos dos temas han tenido un gran auge debido, entre otros factores, a la relevancia que han tomado en escenarios internacionales, como las Cumbres Mundiales de Desarrollo Sostenible y el Cambio Climático, la Conferencia Mundial sobre la Prevención de Desastres y la Cumbre para la Sociedad de la Información, en donde se hace referencia a la necesidad de contar con información oportuna, veraz y de calidad para optimizar los procesos de toma de decisiones.

Debido a esto, se han gestado una serie de iniciativas de nivel global y regional tanto en Infraestructuras de Datos Espaciales como en Observación de la Tierra, que han generado cambios en la forma de producir, conservar, acceder y difundir la información espacial y sus datos relacionados, teniendo como fin principal el de convertirse en una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en todos los niveles y en todos los temas, especialmente en los relacionados con el medio ambiente.

Con este punto en común, se presentan a continuación reflexiones realizadas con base en el estudio de las iniciativas como el Sistema Global de Sistemas de Observación de la Tierra, GEOSS, e *Infrastructure for Spatial Information in the European Community*, Inspire, y los componentes que se han desarrollado para su implementación y puesta en producción.

1. Las infraestructuras de datos espaciales y su papel en el desarrollo

«Los altos niveles de pobreza, el analfabetismo digital y la incapacidad para mitigar los efectos del cambio climático, entre otros, son situacio-

nes con las cuales deben enfrentarse la mayoría de países, a pesar de que, en general, se vive una época en la que se cuentan con grandes avances tecnológicos y con adelantos en materia de integración y consolidación de sistemas» (Arias Duarte, 2007). Dado que actualmente los problemas sociales y económicos son globalizados y por ello más complejos, es importante contar con información oportuna y veraz que presente alternativas para abordarlos de la manera más adecuada. Este tipo de inquietudes se han discutido ampliamente en un número importante de iniciativas a nivel global, en donde además se intentan establecer los compromisos por parte de los involucrados para amortiguar la cada vez mas creciente demanda de alimentos, seguridad y mejores condiciones económicas de la población mundial.

Entre los más importantes acontecimientos de este tipo, se destaca la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible llevada a cabo en 1992, la cual expone en su Agenda 21 que «en el desarrollo sostenible, cada persona es a la vez usuario y portador de información, considerada en un sentido amplio, que incluye datos, información y el conjunto adecuado de experiencias y conocimientos. La necesidad de información se plantea en todos los niveles, desde el de dirección superior, en los planos nacional e internacional, al comunitario y el individual. Hay dos esferas de programas que deben aplicarse a fin de velar por que las decisiones se basen cada vez más en información fidedigna, a saber: a) Reducción de las diferencias en materia de datos y b) Mejoramiento del acceso a la información» (CNUMAD, 1992, Cap. 40). De otro lado, también determinó la necesidad de fortalecer los mecanismos nacionales e internacionales de procesamiento e intercambio de información y la asistencia técnica conexa a fin de que haya un acceso efectivo y equitativo a la información generada en los planos nacional, regional e internacional con sujeción a la soberanía nacional y a los derechos aplicables de propiedad intelectual.

La subsecuente Cumbre de Johannesburgo⁴, en lo que se refiere al enfoque tecnológico, propuso ayudar a los países en desarrollo y a los países con economías en transición a reducir la brecha informática, creando oportunidades en materia informática y aprovechando el potencial de las tecnologías de la información y las comunicaciones para el desarrollo. Así mismo, se respaldaron los avances alcanzados por

4 Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible llevada a cabo en 2002, cuyo objetivo fue renovar el compromiso político con el desarrollo sostenible, contraído una década antes en Río de Janeiro.

diferentes países en materia de producción y utilización de la información geográfica⁵, en donde es importante resaltar la promoción del «uso de tecnologías satelitales y la recolección de datos de calidad, así como el mejoramiento de las observaciones de la tierra, como soporte a la producción de datos confiables y consistentes a lo largo del tiempo» (UN, 2004, Num. 132), lo cual incluye cartografía global y sistemas de información geográfica.

Tales requerimientos pueden ser cubiertos de manera efectiva por las IDE, las cuales son definidas por Brand (1998) como un conjunto estable de reglas, estándares, procedimientos, guías e instrucciones para la creación, el mantenimiento, el intercambio y uso de información geográfica, incluso para propósitos de contingencia. Sus componentes principales se pueden apreciar en la estructura mostrada en la Figura 1 y se definen brevemente de la siguiente manera:



Figura 1. Estructura General de las Infraestructuras de Datos Espaciales (Nebert, 2009)

- **Datos Fundamentales:** Se definen como un conjunto de datos geográficos básicos, de calidad, disponibles oportunamente y que son de utilidad para múltiples aplicaciones temáticas y en especial para la toma de decisiones.

5 Plan de implementación de Johannesburgo.

- Políticas para la gestión de la información geográfica: «declaraciones oficiales de una autoridad reconocida que establece principios, guías, procedimientos y directrices» (FGDC, 1998).
- Estándares de Información Geográfica: «Los estándares aseguran o previenen la consistencia de las interfaces entre datos, usuarios y sistemas y se constituyen en el núcleo de una IDE» (Chaparro, 2004).
- Metadatos Geográficos: De acuerdo a Nebert (2004), este término es utilizado para describir información resumida o características de un conjunto de datos. Más recientemente, el término metadato ha sido aplicado también a los servicios como una descripción de características de servicios publicados.
- Servicios Geográficos en línea: Según Plewe (1998), son un gran arreglo de productos y servicios que tienen que ver con el uso de las tecnologías de Internet para darle a la gente el acceso a la información geográfica en una variedad de formas como mapas, imágenes, conjuntos de datos, operaciones de análisis y reportes.

Es importante establecer que una IDE incluye los canales de comunicación, los estándares de transferencia, el soporte de educación y entrenamiento, los mecanismos de mantenimiento, la conciencia pública, los acuerdos legales para controlar el acceso, el uso y los precios, tal como lo menciona Groot (1997).

Eventos como la Cumbre Mundial para el Cambio Climático, la Conferencia Mundial sobre la Prevención de Desastres y la Cumbre para la Sociedad de la Información, entre otros, hacen referencia de forma directa o indirecta a las IDE, al mencionar términos como “*observación sistemática*”, “*intercambio* (de información, investigaciones, experiencias, conocimiento)”, “*transferencia* (de conocimientos, tecnología y personal especializado)”, “*recopilación* (de información)”, “*fortalecimiento* (de organizaciones, capacidades)”, “*conectividad*”, “*implementación* (de políticas, tecnologías, infraestructuras)” y otros más, coinciden con la definición tanto de las IDE como de sus componentes, convirtiéndose así en una iniciativa que presenta una serie de soluciones en la consecución de información oportuna, actualizada y de fácil acceso para apoyar la toma de decisiones en una serie de temas prioritarios para el desarrollo.

2. Los programas de observación de la Tierra y su influencia en la seguridad y el medio ambiente

Los programas de Observación de la Tierra, en el ámbito internacional, han utilizado sensores remotos de forma sistemática desde la década de 1920 con varios propósitos como el monitoreo de la atmósfera, el estudio y la predicción del clima, y como herramienta para la realización de acciones militares. El desarrollo tecnológico en este tema permite, hoy día, contar con sistemas satelitales para la recolección de datos de diferentes tipos, que una vez procesados, son interpretados y utilizados como herramientas para la toma de decisiones.

«La incursión de los países en actividades espaciales, motivada originalmente por el interés de las potencias mundiales en el avance de la ciencia y para fines de tipo militar, tiene actualmente motivaciones mucho más diversas, relacionadas con objetivos de progreso tecnológico, desarrollo socio-económico y la aplicación en soluciones espaciales a problemas globales, nacionales y locales en campos tan variados como la seguridad de las personas, el medio ambiente, la educación, la salud, la industria, la agricultura, las comunicaciones, la observación y el transporte» (CCE, 2007, 52).

La necesidad de datos de observación de la Tierra para su desarrollo sostenible fue reconocida por la «Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en 2002, al determinar que la colaboración internacional es esencial para aprovechar el potencial creciente de las Observaciones de la Tierra como apoyo en la toma de decisiones en un mundo más complejo. Una de las decisiones de esta Cumbre fue establecer el Grupo de Observación de la Tierra (GEO) para proporcionar un marco para la colaboración internacional en la coordinación y ejecución de proyectos de igualdad de oportunidades relacionadas con los datos de las organizaciones internacionales, nacionales y regionales. La importancia del desarrollo sostenible y de políticas ambientales adecuadas se reflejó en el plan de acción de GEO para los próximos años, con el único objetivo de crear el Sistema Global de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS)» (Díaz et al, 2009).

Entidades internacionales como la Organización de las Naciones Unidas, ONU, y grupos de trabajo alrededor de los temas de observación global de la Tierra GEO y GEOSS; así como la presencia de la UNO-

OSAP, la articulación del COPUOS, la FAO, la GLCN y GTOS⁶, por mencionar algunos, han unido sus acciones para establecer recursos y políticas en observación de la Tierra, oT, mediante la realización de cumbres orientadas a consolidar políticas, convenios, acuerdos y estrategias para vincular países y promocionar la importancia de expandir los horizontes en el tema de observación de la Tierra.

Así mismo, en el ámbito supranacional se han desarrollado iniciativas de cooperación que buscan el apoyo tecnológico, el intercambio de datos y conocimiento, y avances en la Investigación y el Desarrollo, con el propósito de integrar el progreso tecnológico y la innovación para la solución de problemas nacionales.

3. Iniciativas globales y regionales en infraestructuras de datos espaciales y observación de la Tierra

El desarrollo sostenible implica la incorporación efectiva de los derechos económicos, sociales, políticos, y de conservación así como de factores de manejo de recursos en la toma de decisiones, tal como lo observan Ting y Williamson (2001). La necesidad de apoyar la toma de decisiones para abordar los múltiples problemas relativos al desarrollo sostenible origina la creciente necesidad de organizar los datos a través de disciplinas y organizaciones mediante el desarrollo de la infraestructura de datos espaciales (IDE), la cual consiste, fundamentalmente, en la facilitación y la coordinación del intercambio y difusión de datos espaciales entre las partes interesadas según lo expuesto por Feeney, Rajabifard y Williamson (2001).

Como paso preliminar en la toma de decisiones para el desarrollo sostenible, se ha reconocido el papel de la información geográfica para generar conocimiento, aportar valor agregado para identificar problemas, ayudar a la hora de proponer alternativas y definir una línea de acción, por medio del descubrimiento acceso y uso de la información geográfica.

6 GEO: Grupo de observación de la Tierra.
 GEOSS: Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra.
 UNOOSAP: Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la ONU y sus Programas.
 COPUOS: Comisión para la Utilización del Espacio Ultraterrestre con fines Pacíficos.
 FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
 GLCN: Red Global de la Cobertura de la Tierra.
 GTOS: Sistema Global para la Observación de la Tierra.

En este aspecto las tecnologías de observación de la Tierra se convierten en un instrumento esencial en la colaboración internacional para aprovechar su potencial y apoyar la toma de decisiones en un cada vez más complejo y ambientalmente tensionado mundo, de acuerdo al reconocimiento hecho por la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de 2002. Adicionalmente el desarrollo tecnológico en este tema permite contar con sistemas satelitales para la recolección de datos de diferentes tipos, que una vez procesados, son interpretados y utilizados en diversas áreas que contribuyen a la solución de las principales problemáticas mundiales.

A continuación se exponen algunos casos tanto en Infraestructuras de Datos Espaciales como de Observación de la Tierra que actualmente son un instrumento de apoyo para el desarrollo sostenible y se muestran como un ejemplo de la evolución de estas dos temáticas.

3.1 Mapa global

Como respuesta a la Agenda 21, la cual expresó que la información espacial específica es fundamental para la comprensión del estado del medio ambiente y el monitoreo de sus cambios, el Ministerio japonés de Construcción del Japón (actualmente Ministerio japonés de Tierra, Infraestructura y Transporte), propuso, de acuerdo con Globalmap (s.f.), en diciembre de 2008, el Proyecto Mapa Global, como una contribución a la conservación del medio ambiente global, por parte del sector cartográfico, cuyos datos deben cumplir con las siguientes características:

- Cobertura total de la superficie terrestre.
- Incluir información espacial sobre los temas de vegetación y uso del suelo debido a que afectan de manera directa las condiciones del medio ambiente global.
- Presentación en escalas uniformes.
- Preparación en formato digital y amigable a los usuarios.

La versión 0 del mapa global consistió en la conversión de la información espacial existente, para que cumpliera con las especificaciones planteadas. La siguiente versión, tuvo en cuenta los estándares nacionales de nueve países para el 2000: Japón, Tailandia, Laos, Nepal, Sri Lanka, Filipinas, Colombia, Australia y Bangladesh.

Cuenta con ocho capas temáticas a escala 1:1.000.000, las cuales se generaron tanto en formato *ráster* como en formato vector. En el primer formato se tienen las capas de elevación, vegetación, uso del suelo y cubierta de la tierra y en el segundo límites, transporte, drenaje y localidades.

El Mapa Global tiene como principal objetivo la determinación del estado del medio ambiente y la observación y vigilancia de sus cambios, con usos potenciales en:

- Estado de la cobertura vegetal: sobre la utilización de información de la superficie terrestre, tomar medidas preventivas encaminadas a conservar áreas de bosques nativos y a establecer estrategias en los usos que amenazan su existencia.
- Relieve de la superficie terrestre: con el fin de establecer patrones de variaciones de clima y vegetación así como los factores para la formación de ecosistemas regionales.
- Expansión de las actividades humanas: las redes de transporte y otras huellas de la dinámica del hombre, intervienen el paisaje en ocasiones de forma permanente en otras transitoria. La determinación de estos comportamientos establece su impacto para el medio ambiente y la comprensión de estos fenómenos.
- Predicción: especialmente aplicado al suministro de alimentos, la conservación de ecosistemas, el reabastecimiento del recurso hídrico y la prevención de la destrucción del medio ambiente, por medio de la construcción de escenarios y del desarrollo de modelos que puedan establecer este tipo de sucesos. Esto a su vez contribuye a la definición de políticas efectivas tanto a nivel nacional como regional.

3.2 Infraestructura de Información especial en la Comunidad Europea (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community, Inspire*)

«Inspire debe basarse en las infraestructuras de información espacial creadas por los Estados miembros, haciéndolas compatibles con unas normas de ejecución comunes y complementadas por medidas a nivel comunitario. Estas medidas deben garantizar que las infraestructuras de información espacial creadas por los Estados miembros sean compatibles y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo» (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2007, 1). «Su objetivo es apoyar la formulación, implementación, monitoreo y evaluación de las políticas ambientales de la Comunidad Europea» (Craglia and Annoni, 2007).

De acuerdo al sitio oficial (Inspire, 2010) Inspire fue adoptada el 14 de marzo de 2007 mediante la Directiva 2007/2/EC, acordada por el Consejo y el Parlamento Europeos, con la finalidad de aprovechar los componentes existentes en las Infraestructuras Nacionales de Datos Espaciales europeas, siempre y cuando estén dentro de un contexto político el cual se obtiene a través de las normas técnicas. De acuerdo

a los Anexos de la directiva de Inspire, estas normas deben implementarse para los componentes clave de la infraestructura, es decir, para metadatos, especificaciones y armonización de datos, servicios de red, servicio de distribución de datos y monitoreo y reporte.

Con base en lo expuesto por Craglia y Annoni (2007), para organizar este proceso, se pusieron en marcha dos mecanismos: uno, el de la participación de las organizaciones europeas nacionales y subnacionales que ya tienen un mandato jurídico formal (LMO), para la coordinación, producción o uso de la información geográfica y ambiental y el otro el de facilitar la auto-organización de las partes interesadas, incluidos tanto los proveedores de datos como los usuarios de los datos espaciales, en comunidades de interés de datos espaciales (SDIC), por regiones, sectores sociales, y asuntos temáticos.

Dado que «los metadatos constituyen el mecanismo para caracterizar datos y servicios con el fin de que sean empleados por otros usuarios y aplicaciones» (Nogueras, Zarazaga y Muró, 2005), Inspire se centra en la elaboración de las normas técnicas que describan el contenido y la estructura de los metadatos tanto para datos espaciales como para servicios, para que sean creados en 2 o 5 años, de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1. Metadatos que deben ser implementados de acuerdo a la Directiva Inspire (Parlamento Europeo & Consejo Unión Europea, 2007)

Metadatos	Anexos de la directiva	Plazo de creación
Aspectos geográficos de carácter meteorológico	III	5 años
Condiciones atmosféricas	III	5 años
Cubierta terrestre	II	2 años
Direcciones	I	2 años
Distribución de la población – demografía	III	5 años
Distribución de las especies	III	5 años
Edificios	III	5 años
Elevaciones	II	2 años
Geología	II	2 años
Hábitats y biotopos	III	5 años
Hidrografía	I	2 años
Instalaciones agrícolas y de acuicultura	III	5 años
Instalaciones de observación del medio ambiente	III	5 años
Instalaciones de producción e industriales	III	5 años
Lugares Protegidos	I	2 años
Nombres geográficos	I	2 años
Ortoimágenes	II	2 años
Parcelas catastrales	I	2 años

Metadatos	Anexos de la directiva	Plazo de creación
Rasgos geográficos oceanográficos	III	5 años
Recursos energéticos	III	5 años
Recursos minerales	III	5 años
Redes de transporte	I	2 años
Regiones biogeográficas	III	5 años
Regiones marinas	III	5 años
Salud y seguridad humanas	III	5 años
Servicios de utilidad pública y estatales	III	5 años
Sistema de cuadrículas geográficas	I	2 años
Sistemas de coordenadas de referencia	I	2 años
Suelo	III	5 años
Unidades administrativas	I	2 años
Unidades estadísticas	III	5 años
Uso del suelo	III	5 años
Zonas de riesgos naturales	III	5 años
Zonas sujetas a su ordenación, a restricciones o reglamentaciones y unidades de notificación	III	5 años

Con base en la evaluación⁷ llevada a cabo por Vandenbroucke y Jannsen (2008), de los 1.635 grupos de datos reportados para la actualización del Estado del Arte de Inspire, el 55,7% tiene servicio de localización, el 49,2% de visualización y el 27,2% de descarga que puede ser de la totalidad del conjunto de datos o de partes del mismo. En cuanto a los servicios, 167 son de localización, 559 de visualización y 149 de descarga de los cuales el 72.5% está disponible para el público en general y el 72.5% es de libre uso.

3.3 Sistema Global de Sistemas de Observación de la Tierra (Global Earth Observation System of Systems, GEOS)

«Es una iniciativa coordinada por muchas naciones para hacer frente a las necesidades de información del sistema Tierra expresado en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de 2002» (Hollingsworth et al, 2005). Tras la aprobación del Plan de Aplicación de Johannesburgo, los ministros de varias naciones más la Comisión Europea adoptaron en el marco de la Primera Cumbre sobre Observación de la Tierra en 2003, una Declaración de compromiso político para avanzar hacia el desarrollo de un sistema de observación de la Tierra completo, coordinado y sostenido y reafirmó la necesidad de contar con información

7 Estudio efectuado en 2007, con información recolectada para 32 países en Europa, de los cuales 27 son estados miembros, cuatro países EFTA (Asociación Europea de Libre Comercio) y un país candidato.

oportuna y de alta calidad, a largo plazo, de información global como base para la correcta toma de decisiones.

Durante el desarrollo de la primera cumbre en el 2003 en Washington fue adoptada la declaratoria con un compromiso político para alcanzar el desarrollo de los sistemas de oT, y se conformó el grupo de trabajo de GEO, constituido actualmente por 72 países y la Comisión Europea. La meta principal de esta organización es implementar el plan de observación de la Tierra para 10 años (2005 – 2015) y establecer una estructura de vigilancia continua del medio ambiente, a través de la creación del Sistema de Sistemas para la Observación Global de la Tierra (GEOSS). En el marco de este plan se definieron nueve áreas prioritarias de beneficio social:

- Desastres: Reducir las pérdidas materiales y de vidas humanas debido a los desastres naturales y a los inducidos por el hombre.
- Salud: Comprensión de los factores ambientales que afectan la salud humana y el bienestar
- Energía: Mejorar la Gestión de los Recursos Energéticos
- Clima: Comprensión, evaluación, predicción, mitigación y adaptación al cambio y la variabilidad climáticos
- Agua: Incrementar la gestión del recurso hídrico mediante una mejor comprensión del ciclo del agua
- Meteorología: Mejorar la información meteorológica, la previsión y las alertas
- Ecosistemas: Optimizar la gestión y la protección terrestre, costera y marina
- Agricultura: Apoyar la agricultura sostenible y combatir la desertificación
- Biodiversidad: Entender, monitorear y conservar la biodiversidad

Como resultado de la segunda cumbre, celebrada en Tokio en 2004, fue establecido el plan de trabajo del GEO, orientado al establecimiento de los principios de operatividad del GEOSS; en el 2005 en Bruselas, fue abierta la membrecía para hacer parte del GEO a los países miembros de las Naciones Unidas y la Comisión Europea, al igual que a organizaciones intergubernamentales, internacionales y regionales relacionadas con la observación de la Tierra o con actividades propias en el seguimiento de: 1) los desastres; 2) la salud humana; 3) los recursos energéticos; 4) el cambio climático y la variabilidad del clima; 5) la gestión de los recursos hídricos; 6) el tiempo; 7) los ecosistemas; 8) la agricultura y la lucha contra la desertificación, y 9) la biodiversidad. (Figura 2).

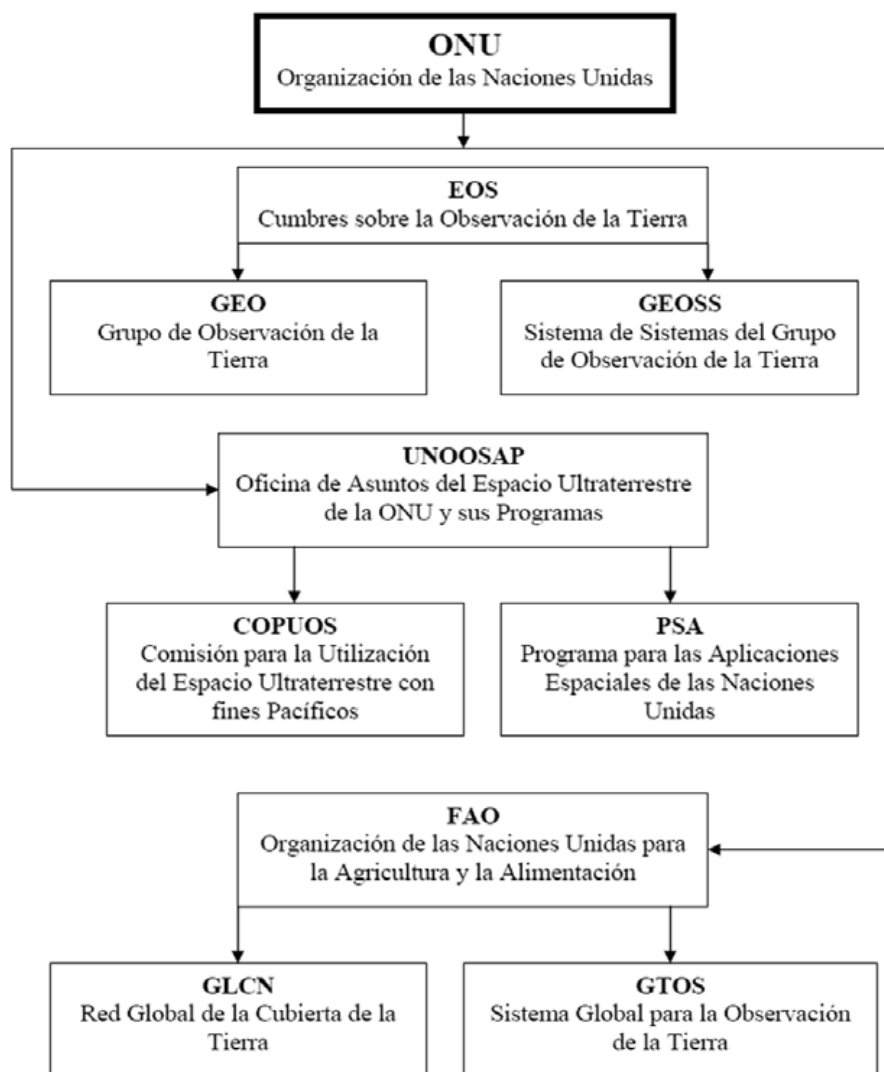


Figura 2. Organismos Internacionales relacionados con aplicaciones de OT (Machado, 2009)

La Infraestructura común de GEOSS permite a los usuarios de observación de la Tierra acceder, buscar y usar datos, información herramientas y servicios disponibles. Tiene cinco elementos principales:

- El GeoPortal que suministra una interfaz Web directa a través de la cual los usuarios acceden a GEOSS en búsqueda de información y servicios.
- El *Clearinghouse* de GEOSS que es el motor que dirige el sistema completo. Conecta directamente con los diferentes componentes permitiendo acceder a sus servicios, colecciones y búsquedas de información y de datos y servicios distribuidos a través del Portal.

- El Registro GEOSS de Componentes y Servicios que es similar a un catálogo de biblioteca. Todos los gobiernos y organizaciones que contribuyen con componentes y servicios a GEOSS suministran detalles importantes acerca del nombre, contenido y gestión de su contribución. Este elemento asiste al *Clearinghouse* y, en última instancia, el usuario identifica las fuentes de GEOSS que son de su interés.
- El Registro GEOSS de Estándares e Interoperabilidad hace posible que quienes contribuyen con GEOSS configuren sus sistemas para que puedan compartir información con otros sistemas. Este registro es vital para que GEOSS funcione como un verdadero sistema de sistemas y suministre información y servicios integrados y transversales. Los contribuyentes también pueden compartir ideas de manera informal a través del Foro de Estándares e Interoperabilidad.
- La *Wiki* de Mejores Prácticas ofrece a la comunidad GEOSS un medio para proponer, discutir y converger en las mejores prácticas en todos los campos de observación de la Tierra.

Estos componentes se basan en la cooperación de los miembros y las organizaciones pertenecientes a GEO. La Figura 3 muestra el funcionamiento de la Infraestructura común.

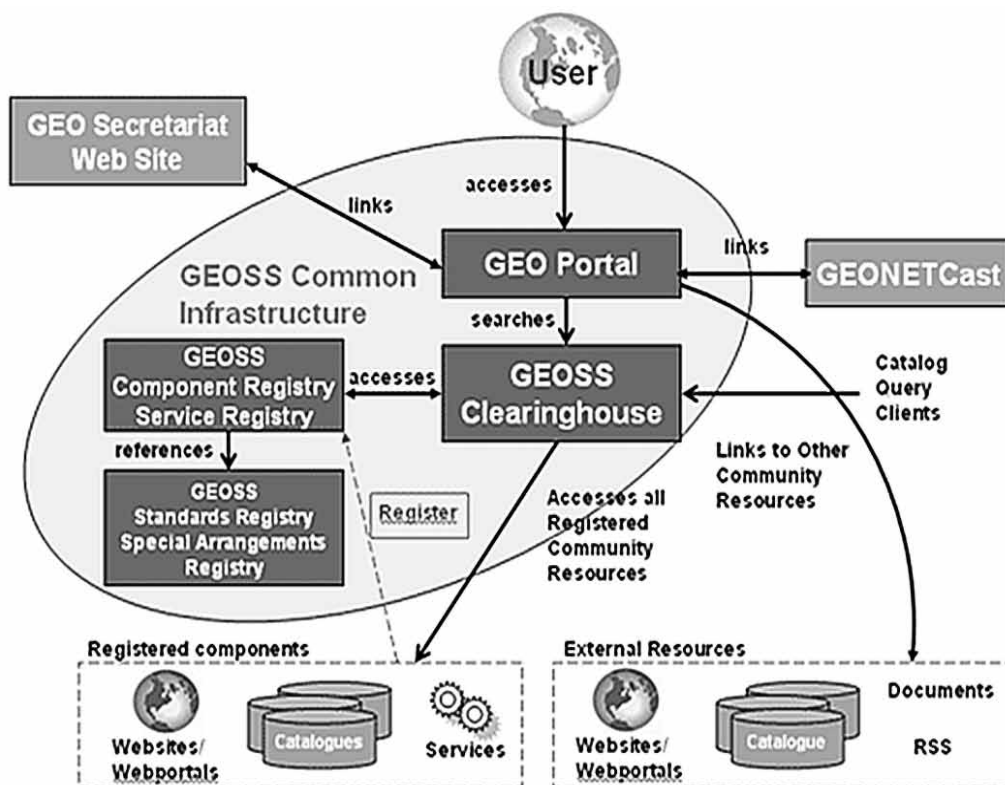


Figura 3. Infraestructura Común de GEOSS (GEO, 2009)

3.4 Vigilancia Mundial del Medioambiente y la Seguridad (Global Monitoring for Environment and Security - GMES)

Surgió en el marco del seminario de usuarios del Instituto de Aplicaciones Espaciales (SAI), en el Manifiesto de Baveno⁸ que fue elaborado en 1998 en donde participaron la CE, la ESA y las agencias espaciales nacionales. Sin embargo, la comunidad de interés de GMES la constituye un grupo mucho más amplio que incluye agencias usuarias/proveedoras como la EEA⁹, EUROSTAT¹⁰, EUMETSAT¹¹, los sectores del espacio y de valor agregado en la industria, instituciones de investigación y muchas organizaciones nacionales e internacionales.

A finales de 2000, se formó la Asociación GMES con la participación de los Estados miembros, las principales agencias espaciales, representantes de la industria y la CE. Su cometido fue ayudar a formular la Propuesta de GMES en respuesta a la petición del Consejo Europeo, con el fin de recoger los requerimientos de los usuarios, se establecieron tres grupos de trabajo, a saber: Convenciones ambientales, Estrés ambiental y Riesgos y amenazas.

El Plan de acción GMES de la Comisión Europea, el cual figura en una comunicación de la Comisión, publicada en 2001, reconoce claramente tres elementos clave del trabajo en el periodo inicial de GMES:

1. «Entrega de un conjunto de productos y servicios de información piloto de medio ambiente y temas prioritarios de seguridad.
2. La evaluación de las capacidades actuales, los elementos de organización y las políticas necesarias para el suministro de información y para determinar el grado de eficacia que permita el cumplimiento de los requisitos.
3. La elaboración de la definición de la arquitectura del futuro sistema y los servicios integrados sobre la base de las necesidades identificadas» (Harris and Browning, 2004)

8 Proclamación hecha en la localidad italiana de Baveno, en 1998, sobre la necesidad de establecer una capacidad europea de observación del medio ambiente con el fin de obtener información que permitiera gestionar las situaciones de riesgo causadas por actividades humanas o por fenómenos naturales. (Remiro y Fernández, 2009, 329).

9 European Environment Agency (Agencia Europea del Medio Ambiente), cuyo sitio es <http://www.eea.europa.eu/>

10 -Statistical Office of the European Communities (Oficina Europea de Estadística), cuyo sitio es <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

11 European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos), cuyo sitio es <http://www.eumetsat.int/Home/index.htm>

En el *Planteamiento europeo de la Vigilancia Mundial del Medio Ambiente y la Seguridad (GMES)*: a cubrir las necesidades de los usuarios desarrollado por la CE y la ESA en 2001, se describen las áreas prioritarias, de acuerdo con los siguientes criterios: (i) la pertinencia de las políticas de la UE, (ii) la posibilidad de producir resultados con rapidez, (iii) complementarlos con un valor agregado a las actividades en curso, (iv) usuarios interesados conocidos.

Estas áreas han sido seleccionadas en colaboración con la EEA y con base en los aportes de los grupos de interés durante el proceso de consultas. Ellos incluyen:

- Cambio en la ocupación del suelo en Europa
- Estrés ambiental en Europa
- Seguimiento de la vegetación mundial
- Observación mundial de los océanos
- Seguimiento de la Atmósfera Global
- Apoyo a las ayudas al desarrollo regional
- Sistemas de Gestión de Riesgos
- Sistemas de Gestión de Crisis y Ayuda Humanitaria

De acuerdo a la Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el Programa Europeo de Observación de la Tierra (GMES) y sus operaciones iniciales (2011-2013) «Los primeros servicios operativos de gestión de emergencias y vigilancia terrestre se están financiando como acciones preparatorias. En principio, entre 2011 y 2013, se ofrecerán servicios operativos del GMES a mayor escala, que tendrán como base y complementarán las actividades de desarrollo financiadas por el capítulo espacial del Séptimo Programa Marco y las actividades intergubernamentales y nacionales. Esta acción comunitaria se centrará en toda la cadena de servicios para la respuesta a emergencias y la vigilancia terrestre, el acceso a los datos y las operaciones de infraestructura» (Comisión de las Comunidades Europeas, 2009, 3-4)

El marco de gobernanza del GMES garantizará la coherencia entre la investigación y las actividades operativas. Para el diseño y la aplicación técnica de los servicios, la Comisión recurrirá al Centro Común de Investigación (JRC) y a Eurostat.

4. Mecanismos de articulación

Con base en lo expuesto anteriormente, se pueden distinguir puntos comunes que pueden destacarse como articulaciones entre las dos ini-

ciativas. Uno de los puntos comunes son los estándares de información, ya que tanto en las IDE como en oT es un componente necesario con el fin de que los datos recolectados puedan convertirse en información que: i) pueda ser utilizada para varios fines y ii) sirva como herramienta de apoyo a los tomadores de decisiones, esto sin que se requiera ser un experto para manejar la información que se utilice.

Las IDE dentro de sus componentes principales tienen los servicios geográficos en línea, que consisten en varios tipos de utilidades para los usuarios en la búsqueda, consulta y análisis de los datos disponibles. Para ello se han diseñado los geoportales con los servicios de *clearinghouse* (Directorios de búsqueda de información geográfica), de catálogo de metadatos y de integración con otros servicios geográficos en línea (interoperabilidad); en algunos casos y como resultado de la evolución de la Web, también se implementan servicios de la Web 2.0 como *wikis*, *blogs*, foros y comunidades, entre otros. En GEOSS, se plantea una Infraestructura común que tiene:

- El GeoPortal que suministra una interfaz Web directa a través de la cual los usuarios acceden a GEOSS.
- El *Clearinghouse* de GEOSS que es el motor que dirige el sistema completo.
- El Registro GEOSS de Componentes y Servicios que es similar a un catálogo de biblioteca. Este elemento asiste al *Clearinghouse* y, en última instancia, el usuario identifica las fuentes de GEOSS que son de su interés.
- El Registro GEOSS de Estándares e Interoperabilidad hace posible que quienes contribuyen con GEOSS configuren sus sistemas para que puedan compartir información con otros sistemas.
- La *Wiki* de Mejores Prácticas ofrece a la comunidad GEOSS

A simple vista puede apreciarse que se trata de componentes similares que cobran importancia porque permite a los usuarios acceder, buscar y usar datos, información herramientas y servicios disponibles.

5. Conclusiones

- Desde la Agenda 21 sobre desarrollo sostenible se ha planteado la necesidad de contar con una plataforma de información para la toma de decisiones (la IDE) y aprovechar las tecnologías de observación de la Tierra. Sin embargo, casi veinte años después, en los diversos países no es explícita la relación entre las dos iniciativas,

en lo que se refiere a la formulación de políticas, generación de información, arquitectura de servicios y mecanismos de fortalecimiento institucional.

- Las iniciativas mundiales de desarrollo sostenible como son las cumbres de gestión ambiental, gestión del riesgo y cambio climático, plantean las IDE y los programas de Observación de la Tierra desde el punto de vista tecnológico: infraestructura y consolidación de bases de datos. No es clara la identificación de estos temas como procesos complementarios e indispensables para implementar las estrategias de análisis de variables en el contexto geográfico.
- A pesar de que GEOSS ha establecido comités de arquitectura y datos e interfaz de usuarios, en los cuales establece acciones de gestión de información geoespacial, no plantea de manera explícita su relación con las iniciativas IDE, ni la importancia de que los datos fuentes provenientes de los satélites, evolucionen hacia información geográfica de calidad, disponible de manera oportuna, en bases de datos de cubrimiento nacional, para atender los nueve campos de aplicación establecidos como prioritarios; es decir, no plantea la necesidad de las IDE como plataforma de información para la toma de decisiones y el desarrollo sostenible.

Bibliografía

- ARIAS DUARTE, L.P. (2007). Sociedad de la Información e IDE. Trabajo de Investigación (Doctorado en Informática). Madrid (España): Universidad Pontificia de Salamanca. 70 p.
- BRAND, M. (1998). Global Spatial Data Infrastructures: Policy and Organisational issues [en línea]: Lisboa (Portugal): EUROGI, European Umbrella Organisation for Geographic Information. <<http://www.eurogi.org/gsdi/canberra/theme.html>> [Consulta: 20/06/2010]
- CHAPARRO, M. (2004). Estándares de información geográfica. Notas de Clase Curso Básico de SIG. Bogotá D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.
- CNUMAD, CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO (1992). Agenda 21: Sección IV Medios de ejecución, Capítulo 40 Información para la adopción de decisiones [en línea]. En: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (3-14/06/1992). Rio de Janeiro (Brasil): CNUMAD. Documentos CNUMAD, Ensenada (Baja California, México): Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE. <<http://agenda21ens.cicese.mx/capitulo40.htm>> [consulta: 24/07/2010].
- COMISIÓN COLOMBIANA DEL ESPACIO (2007). Ciencia y Tecnología Espacial en Colombia. En: Revista Análisis Geográficos No. 35 (2007), p. 52-74. Bogotá (Colombia): IGAC. ISSN: 0120-8551.
- COMISIÓN COLOMBIANA DEL ESPACIO, CCE (2007). 1. Campos de Aplicación de las Tecnologías Espaciales y Aéreas de Acción de la Política Espacial [en línea]. En: Análisis Geográficos No. 35, edición espacial. p. 51-60. Bogotá (Colombia): Instituto Geográfico Agustín Codazzi. ISSN: 0120-8551. <http://www.cce.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=5e0ad1d6-4e8f-407a-96c8-5188d90e37bc&groupId=10711>

- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2009). Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el Programa Europeo de Observación de la Tierra (GMES) y sus operaciones iniciales (2011-2013). [en línea]. Bruselas: Comisión Europea. (20/05/2009). <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0223:FIN:ES:PDF>> 44 p. [consulta: 23/07/2010]
- CRAGLIA, M. and ANNONI, A. (2007). Inspire: An Innovative Approach to the Development of Spatial Data Infrastructures in Europe. En: ONSRUD, H. (Ed.). Research and Theory in Advancing Spatial Data Infrastructure Concepts. Redlands (CA, USA): ESRI Press. p. 93-105. ISBN: 978-1-56948-162-6.
- DÍAZ-SÁNCHEZ, L.; GRANELL-CANUT, C.; HUERTA-GUIJARRO, J. and SIMONAZZI-DOMÍNGUEZ, W. (2009). Global Earth Observation Initiatives: European Contribution to GEOSS. En: Cepis Upgrade. Vol. X No. 2 (abr., 2009). p. 29 - 36. s.l.: UpGrade. ISSN 1684-5285. <<http://www.cepis.org/upgrade/files/issue%20II-2009-diazsanchez.pdf>> consulta: [20/06/2010]
- EUROPEAN COMMISSION. (2007). Inspire Work Programme: Transposition Phase 2007-2009. [En línea] Bruselas: EC GI & GIS Workshop <http://www.ec-gis.org/inspire/reports/transposition/Inspire_IR_WP2007_2009_en.pdf> [consulta: 20/06/2010]
- FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE, FGDC. (1998). Directive No. 12. Terms and Definitions. Reston (Virginia, USA): FGDC. 12 p.
- FEENEY, M. E.; RAJABIFARD, A. and WILLIAMSON, I. P. (2001). Spatial Data Infrastructure Frameworks to Support Decision-Making for Sustainable Development. En: 5a Conferencia GSDI (21-24/05/2001). Cartagena de Indias (Colombia): Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.
- GEO, GROUP ON EARTH OBSERVATIONS (2009). The GEOSS Common Infrastructure [en línea]. Geneva (Switzerland): GEO. <http://www.earthobservations.org/gci_gci.shtml> [consulta: 07/10/2010]
- GLOBALMAP (s.f.) "Share the Global Map" Project [en línea]. s.l.: Globalmap.org <<http://www.globalmap.org/english/index.html>> [consulta: 15/07/2010]
- GROOT, R. (1997). Spatial data infrastructure (SDI) for sustainable land management. [en línea]. En: ITC Journal Vol. 3 No. 4 (1997), p. 287-294. Enschede (Netherlands): ITC, University of Twente. <<http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/KeySpeakers/AGroot.pdf>> [consulta: 09/07/2007]
- HARRIS, R. and BROWNING, R. (2004). Data Policy Assessment For GMES - Final Report. London (UK): University College London – Department of Geography. 138 p.
- HOLLINGSWORTH, A.; UPPALA, S.; KLINKER, E.; BURRIDGE D.; VITART, F.; ONVLEE, J.; DE VRIES, J.W.; DE ROO, A. and PFRANG, C. (2005). The transformation of earth-system observations into information of socio-economic value in GEOSS. En: Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Vol. 131, No. 613, Parte C. (oct., 2005), p. 3493-3512. West Sussex (UK): John Wiley & Sons, Ltd. ISSN: 1477-870X
- INSPIRE (2010). European Commission Inspire [en línea]. Vienna (Austria): Inspire JRC. <<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm>>. [consulta: 15/07/2010]
- MACHADO O., J. J. (2009). Satélites para la observación de la tierra [en línea] En: Conferencia Anual Cisco Networking Academy (05/06/2009), Maracay (Venezuela): Cisco Networking Academy. <http://empvet.com.ve/conferencias/Presentaciones.pdf/ABAE.Juan%20Machado.Satelites_para_la_Observacion_de_La_Tierra.pdf> [consulta: 20/06/2010]
- NEBERT, D. (2009). Spatial Data: Infrastructure Concepts and Components. [En línea] Needham (MA, USA): Global Spatial Data Infrastructure Association, GSDI. 30 diapositivas. <www.fgdc.gov/library/presentations/documents/NSDI09.ppt> y <www.gsdi.org/gsdi11/wrkshpslides/w1.1a.pdf> [consulta: 23/07/2010]
- NEBERT, D. (ed.) (2004). Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook [En línea] Needham (MA, USA): Global Spatial Data Infrastructure Association, GSDI. <<http://www.gsdi.org/pubs/cookbook/Default.htm>> [consultado: 24/07/2010].
- NOGUERAS-ISO, J.; ZARAZAGA-SORIA, F. J. and MURÓ-MEDRANO, P. R. (2005). Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures: Resources, Interoperability, Information Retrieval. New York (NY, USA): Springer. 264 p. ISBN 978-3-540-24464-6
- PARLAMENTO EUROPEO y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2007). Directiva 2007/2/CE [en línea] En: Diario Oficial de la Unión Europea, 25/04/2007. Berna (Suiza): Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea. 14p. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:es:PDF>> [consulta: 23/07/2010]

- PLEWE, B. (1998). GIS on line: Information, retrieval, mapping and Internet. Albany (NY, USA): Thompson Learning. 311p. ISBN 1-56690-137-5
- REMIRO BROTONS, A. y FERNÁNDEZ EGEA, R. M. (ed.) (2009). El cambio climático en el derecho internacional y comunitario [en línea]. Bilbao: Fundación BBVA. 363 p. ISBN 84-96515-85-0 <<http://www.fbbva.es/TLFU/tifu/esp/publicaciones/libros/fichalibro/index.jsp?codigo=426>> [consulta: 07/10/2010].
- RODRÍGUEZ, A.; ABAD, P.; ALONSO, J. A. y SÁNCHEZ, A. (2004). La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): un proyecto colectivo y globalizado. En: I Jornadas Técnicas de la IDEE, JIDEE2004, (4-5/09/2004), Zaragoza (España): IDEE.
- TING, L. and WILLIAMSON, I. (2001). Land Administration and Cadastral Trends: The impact of the changing humankind-land relationship and major global drivers - the New Zealand experience. En: Survey Review, Vol. 36 No. 281 (jul., 2001). Bristol (UK): Commonwealth Association of Surveying and Land Economy (CASLE). ISSN 0039-6265.
- UN DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS (2004). Johannesburg Plan of Implementation: X. Means of implementation [en línea] En: Cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 26/08-04/09/2002). (15/12/2004). <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIChapter10.htm> [consulta: 07/10/2010]
- VANDENBROUCKE, D. and JANSSEN, K. (2008). Spatial Data Infrastructures in Europe: State of play 2007. Summary report by the Spatial Applications Division of Leuven, SADL. Leuven (Belgium): SADL. 62 p.)