

GP-70

LOS GEOSERVICIOS DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EN EL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA TROPICAL DE CUBA

Enrique Jiménez Martínez enriquej@geotech.cu, **Miguel Ribot Guzmán** miguelr@geotech.cu, **Diuvan Núñez Hernández** diuvan@geotech.cu, **Julia González Garciandía** julia@geotech.cu, **Fabián Piedra Castro** fabianv@geotech.cu

Vicedirección de Geomática, Instituto de Geografía Tropical, La Habana, Cuba.
Teléfono 832 8437

RESUMEN

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) constituye una solución de dimensión internacional que se ha amplificado con la introducción de nuevas tecnologías, transformando las pautas de producción y difusión en todas las áreas. El trabajo en conjunto y la interoperabilidad de las aplicaciones geomáticas e informativas tienen vigencia en el proceso organizacional que se lleva a cabo en Cuba. A través del siguiente trabajo se intenta promover una serie de líneas, que permitirán difundir las investigaciones recientes, referentes a los geoservicios desarrollados en el Instituto de Geografía Tropical (IGT). En este sentido se ha creado un marco común de actuación; un Geoportal de conocimiento e interacción (IDEGEO). El mismo responde a la necesidad de integración y accesibilidad a la información geográfica digital. La IDE del IGT está concebida con el empleo de software libre. Actualmente se implementa el Servicio de Catálogo; personalizado y cumpliendo con las exigencias de una IDE ambiental. En la visualización y consulta de información geográfica en la intranet, se utiliza el servicio de mapas estándar Web Map Server (WMS), sincronizado con un gestor de base de dato relacional. Se puede combinar, usar y gestionar geodatos de diferentes fuentes y acceder a parte de la cobertura de una malla ofrecida por un servidor gracias a la utilización de Web Feature Service (WFS) y Web Coverage Service (WCS). Las acciones han facilitado el acceso, intercambio y uso responsable de los datos geoespaciales de la institución, a un costo razonable, basados en normas y estándares.

Palabras claves: Geoservicios, interoperabilidad, IDE

La información geoespacial oportuna y de calidad, juega un papel crucial para tomar decisiones a escala desde la local hasta la global, en materias como el medio ambiente. Por ello las sociedades modernas, requieren involucrar explícitamente, tanto la ubicación espacial del fenómeno de interés, como las características de su entorno, obligando a tomar decisiones más inteligentes, más eficientes y menos costosas.

En este sentido, el rápido desarrollo de herramientas tecnológicas, la disminución en sus precios y la aparición del software libre y de código abierto, están cambiando radicalmente la manera en que la información geoespacial se distribuye y se usa. Las necesidades y el tipo de información espacial que requieren las organizaciones y los individuos, están evolucionando en paralelo a los avances tecnológicos (sistemas de información geográfica, sistemas de posicionamiento global, WMS, etc.). Por otro lado, la nueva cultura de transparencia democrática de la sociedad moderna, se traduce en una mayor demanda de acceso a los datos generados, que deben cumplir con normas mínimas de calidad y que deben ser compatibles con herramientas estándares de análisis.

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) [1] incluye datos y atributos geográficos, documentación suficiente (metadatos), un medio para la búsqueda, visualización, y evaluación de los datos (catálogos y visores Web), y algunos métodos para proveer acceso a los datos geográficos. Además, incluye servicios adicionales o software para apoyar aplicaciones de los datos.

Para que una IDE sea funcional, esta tiene que incluir los acuerdos organizativos necesarios para coordinarla y administrarla en una escala local, regional, nacional y/o transnacional.

Diferentes estrategias nacionales de información geográfica han surgido en la última década en el mundo con diferentes alcances y enfoques de implementación; pero todas convergentes a un mismo propósito, permitir el acceso a la información geográfica para apoyar el proceso de toma de decisiones en diferentes esferas de la sociedad [2]. Tales son las iniciativas de Las Américas, Canadá, Colombia, Uruguay entre otras.

En Cuba por acuerdo 5535 de la Secretaria del Consejo de Ministros y de su Comité ejecutivo se crea la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba. En el año 2011 el Decreto-ley no. 281 del “Sistema de Información del Gobierno” en su artículo 32 inciso e, refiere que la Oficina Nacional de Estadística e Información tiene, entre otras, la función de dirigir el desarrollo y mantenimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba [3].

Existe una necesidad por parte de la Agencia de Medio Ambiente de Cuba (AMA) enfrentar el despliegue de la Infraestructura de Datos Espaciales del Medio Ambiente del país, ya que cuenta con la experiencia para enfrentarla y así es reconocido por las instancias superiores de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba (IDERC), recomendándole la misión de desarrollar la IDE Ramal del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) [4]. Además, el objetivo de la Estrategia Nacional de Medio Ambiente es diseñar, desarrollar y perfeccionar por medios electrónicos el Sistema de Información Ambiental (SIA) para el intercambio de información.

La AMA responsabilizó al Instituto de Geografía Tropical (IGT) en el diseño e implementación de la IDE del Medio Ambiente. En la actualidad se está ejecutando en esta institución, un proyecto de continuidad para llevar a cabo la IDEMA: “Perfeccionamiento de la implementación del Sistema de Información Ambiental a partir de los datos espaciales de las líneas priorizadas de la Agencia de Medio Ambiente”

El IGT ha establecido acciones institucionales encaminadas a conformar la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) a favor de la producción y el intercambio de la información geoespacial. La vicedirección de geomática está implementando los mecanismos que faciliten el acceso, intercambio y uso responsable de los datos geoespaciales de la institución, a un costo razonable, basados en normas y estándares.

Geoportal

Para poder crear un marco común de actuación, se ha desarrollado un Geoportal de conocimiento e interacción.

El Geoportal IDEGEO responde a la necesidad de integración y accesibilidad a la información geográfica digital disponible. Permite de manera amigable acceder a información geográfica y a servicios de dominio público relacionados con normas y estándares de la Open Geospatial Consortium.

El geoportal está diseñado en lenguaje xhtml transicional y montado en un servidor Apache. El lenguaje xhtml permite un nivel de interoperabilidad superior a otros lenguajes y una respuesta más rápida de parte del servidor permitiendo que todos los documentos Web sean compatibles en cualquier navegador, no solamente en ordenadores, sino también en cualquier dispositivo (Laptops, TabletPcs, PDAs, Teléfonos WAP, WebPads, WebTV y otros). Se consigue que el código de las páginas Web sea más limpio y claro a los ojos de los robots de búsquedas por lo que

dicho lenguaje puede ayudar a mejorar el posicionamiento Web, más conocido como SEO(Search Engine Optimizer).

Los colores escogidos tienen en cuenta las deficiencias visuales de los investigadores como es la baja visión, asegurando que exista contraste abundante entre el primer plano y los colores del texto de fondo, así como en el tamaño del mismo. Las pestañas fueron escogidas en función de un estudio realizado sobre el estado del arte de los geoportales a diferentes niveles de jerarquía de IDE.



Figura 1. Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto de Geografía Tropical

Servicio de Catálogo del IGT

Al servicio que soporta el descubrimiento y acceso a la información geoespacial se le conoce de diferentes maneras: Servicios de Catálogo (OGC, 2008), Directorio de Datos Espaciales (IDEA, 2007), Cliringhouse y Portal Geoespacial One-Stop (U.S FGDC, 2000).

Una de las características particulares de los catálogos de información geoespacial, que los diferencia de otros tipos de catálogos, es la necesidad de ofrecer servicios de búsqueda y recuperación de información ligados a los componentes de localización de las informaciones catalogadas [13].

Es necesaria la incorporación de un servicio de catálogo a la IDEMA que posea las cualidades antes mencionadas, permitiendo la adaptación de aspectos básicos que

identifiquen un servicio condicionado a las particularidades de un catálogo ambiental. Consecuentemente estas adaptaciones facilitarían las búsquedas de los metadatos.

Por las extenuaciones que se presentan en la actualidad, con respecto a la insuficiencia de las telecomunicaciones, se considera para el desarrollo de IDEGEO, el enfoque centralizado de la búsqueda contra el Catálogo Central de Servicios y metadatos, estos últimos compartirán los servidores con los datos almacenados centralizadamente. La figura 2 muestra la interacción producida en el Servicio de Catálogo Centralizado a partir de una búsqueda simultánea de dos usuarios.

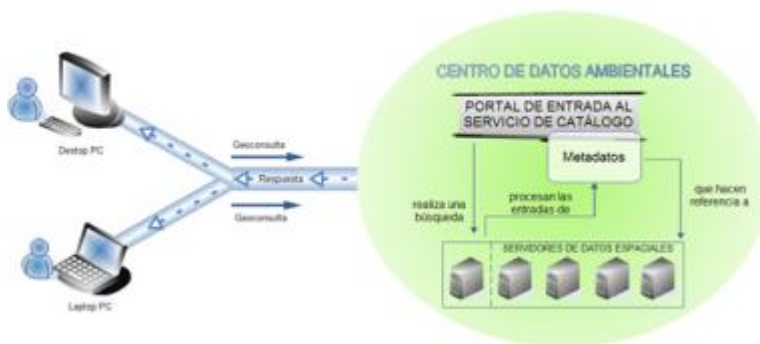


Figura 2. Búsqueda centralizada del Servicio de Catálogo Ambiental.

El punto de partida para la implementación del servicio de catálogo es el cumplimiento de algunos requisitos.

- a) Alcanzar un nivel de capacitación en el tema de la catalogación geoespacial ambiental.

Se desarrollaron una serie de seminarios, talleres y conferencias, organizados por la vicedirección de geomática, jefes de proyectos y el autor, a diferentes niveles de actores de la IDEGEO. Los más importantes se relacionan a continuación:

- ▶ Curso de postgrado “Metadatos y Servicio de Catálogo de GeoNetwork v 2.6.4”. 2011
- ▶ Taller de metadatos y servicio de catálogo para jefes de proyectos del IGT. 2011
- ▶ Seminarios sobre la catalogación. IGT. Febrero – Marzo 2012

- ▶ Curso de postgrado “Normas de la información geográficas”. Diplomado en Geomática. Universidad de La Habana. Facultad de Geografía. Junio 2012

b) Contar con un marco legal institucional.

Para la creación de los metadatos espaciales en la IDEMA se hizo especial hincapié en la creación de un marco legal adecuado para la misma. La sesión jurídica de la Dirección del IGT por tener a su cargo la puesta en marcha de la IDE ambiental, se encargó de los aspectos jurídicos de este marco, presentando una resolución, en virtud de la obligatoriedad y necesidad de la documentación de los datos espaciales que se publican. A la altura de este trabajo se elaboraba el documento, se espera su definitiva aprobación en los meses venideros.

Para el proceso de creación y entrega de los metadatos en el IGT, se tuvo en cuenta varios aspectos representados en la figura 3. Es un esquema fraccionado por varios niveles en los cuales intervienen los proveedores de las diferentes vicedirecciones que componen el IGT, el consejo científico y los encargados de la revisión y publicación de los datos y metadatos en el portal de IDEGEO. En el primer nivel se considera el proceso de creación de los metadatos geoespaciales, de carácter obligatorio para todas las vicedirecciones. En este nivel juega un gran papel el consejo científico, ya que certifica el proyecto junto al oponente, que la tarea de la documentación de los datos espaciales ha sido cumplida. Por lo que más tarde se elaboran los XML. En el segundo nivel se plasma los acuerdos tomados a través de las firmas del acta, de ambas partes, según corresponda. El tercer nivel hace referencia a la entrega de los XML, auxiliados por el tipo de cosecha según la disponibilidad técnica de cada Vicedirección.



Figura 3. Esquema general de proceso de creación y entrega de los metadatos en el IGT.

La mayoría de los actores implicados en un servicio de catálogo, suelen demandar requerimientos que pueden ser organizados y clasificados atendiendo a su tipo de participación.

Sin perjuicio de la clasificación de los actores en una IDE, es posible establecer para el servicio de catálogo del IGT, clasificaciones más detalladas basándose en diferentes puntos de vista, como puede ser, por ejemplo, desde una perspectiva acorde a criterios funcionales (perfiles) o conforme a la estructura organizativa de las instituciones implicadas (unidades de trabajo).

La clasificación según los perfiles de usuarios, permite organizar a los usuarios en función de su papel en el servicio de catálogo. Los derechos asociados a los perfiles en el IGT, se ilustran en detalle en la siguiente lista:

El administrador: Tiene privilegios especiales que dan acceso a todas las funciones disponibles. Crea y cambia los perfiles de los usuarios por lo que instaura un usuario administrador por cada grupo, con los privilegios adquiridos. Este perfil tiene derecho a cambiar los perfiles de usuarios y grupos; para la creación, edición, eliminación de nuevas y viejos metadatos. También realiza la administración del sistema y las tareas de configuración.

En cuanto al despliegue vertical, aparecen una serie de perfiles descendientes al del administrador que se explican a continuación:

El usuario administrador: A nivel central, se convierte en administrador y es el que elabora los accesos y privilegios en sus centros, o sea, administrador de su propio grupo.

El perfil de usuario de administrador posee las siguientes libertades:

- Plenos derechos sobre la creación de nuevos usuarios en el propio grupo.
- Derecho a cambiar los perfiles de usuarios dentro del propio grupo.
- Plenos derechos sobre la creación, edición, eliminación de nuevos, viejos datos dentro del propio grupo.

El revisor de contenidos: Es la única persona autorizada para la publicación de metadatos en la Intranet y / o en Internet: Derechos sobre la revisión de contenido de metadatos dentro del propio grupo y se autoriza su publicación.

El editor: de las obras en los metadatos con los privilegios siguientes: Plenos derechos sobre la creación / edición / eliminación de nuevos / viejos datos dentro del propio grupo.

El Usuario Registrado: Tiene más privilegios de acceso que los no usuarios autenticados: Derecho a la descarga de datos protegidos.

Habitualmente, el número de usuarios que pertenecen a cada uno de los perfiles previamente señalados suele distribuirse de forma decreciente desde la primera (usuario registrado) hasta la última de las categorías (administrador). Debido a esta característica, puede definirse una estructura jerárquica basándose en la herencia de perfiles de usuario, como la representada en la Figura 4. Esto significa que un usuario con perfil de editor puede crear y modificar nuevos registros de metadatos, sino que también puede utilizar todas las funciones de un usuario registrado.



Figura 4. Clasificación de usuarios basada en perfiles

Se entiende por unidad de trabajo a una delimitación del contexto asociado a la IDE conforme a un determinado criterio. Cada vicedirección proveedora del IDEGEO constituye una unidad de trabajo. En este sentido cada entidad se compone de los roles predefinidos en el epígrafe anterior para el servicio de catálogo, con el objetivo de simplificar la puesta en marcha de esta aproximación.

El conjunto de todas las unidades de trabajo se encuadran en un marco general donde existe, además, un administrador general del servicio de catálogo central. La suma de todos ellos conformará el entorno de trabajo global del sistema.

El perfil de metadatos geoespacial permite identificar y catalogar un dato o conjunto de datos de medio ambiente, de manera que se reduzcan los esfuerzos en los aspectos de reconocimiento, consulta y uso de la información ambiental que posee el país.

El perfil de metadatos propuesto se confeccionó a partir de las pautas trazadas en la ISO 19106 (2002). Se realizó un estudio detallado de la norma ISO 19115 y el perfil de datos biológicos de la FGDC.

Mediante los criterios de expertos se logró verificar y corroborar los resultados del estudio anterior y la utilidad de los elementos que habían sido preseleccionados mediante el estudio de las normas existentes. Esto contribuyó a la selección de las entidades y atributos a incluir, sobre todo, en los elementos taxonómicos relacionados con algunas de las instituciones.

La estructura del perfil propuesto incluye siete entidades, seis provienen del estándar ISO 19115 y una del perfil de la información biológica:

Metadatos (MD_Metadata): constituye el núcleo o entidad principal en la que se agrega el resto de las mismas, es obligatoria, aunque tiene elementos opcionales.

Identificación (MD_Identification): recoge la información básica que únicamente identifica los datos. Incluye la forma de citar el recurso, un resumen, el propósito para el que se obtuvo, el estado de desarrollo y el punto de contacto para conocer sobre el mismo. Esta entidad es obligatoria y contiene elementos obligatorios, condicionales y opcionales. En esta entidad aparece una subclase denominada MD_DataIdentification que es básica a la hora de identificar datos

En la Identificación se agregan las entidades correspondientes a: formato de los datos, vista gráfica, restricciones (de uso, de seguridad y legales), palabras clave que describen el recurso y frecuencia de actualización y mantenimiento de los datos.

Calidad de los datos (DQ_DataQuality): valoración general de la calidad del conjunto de datos. La calidad de los datos es un agregado del linaje (LI_Lineage) y de los elementos de calidad (DQ_Element).

Distribución (MD_Distribution): contiene información sobre el distribuidor del recurso y las opciones para obtenerlo. En esta entidad se agregan las opciones referidas a la distribución digital del conjunto de datos, identificación del distribuidor y el formato de distribución, en todas ellas hay elementos obligatorios y opcionales.

Representación espacial (MD_SpatialRepresentation): se refiere a los mecanismos usados para representar espacialmente la información.

Sistema de referencia (MD_ReferenceSystem): informa sobre los sistemas de referencia espacial usados en el conjunto de datos, los parámetros de proyección, elipsoide, datum, coordenadas de origen, etc.

Extensión Taxonomía (MD_ExtensiónTaxonomía): contiene información sobre los elementos extendidos sobre la taxonomía: Cobertura taxonómica, Cobertura Altitudinal y las herramientas analíticas.

En el perfil se realizaron otras extensiones, en las listas de códigos sobre el nombre del medio (anexo 5 D. 10), provincias de Cuba según la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) de la República de Cuba.

Como resultado del proceso de selección y estudio de los elementos de las normas antes mencionadas, se ha obtenido un perfil de metadatos específico para la descripción de la información de Medio Ambiente que consta de un total de 90 elementos.

Al Servicio de Catálogo de GeoNetwork, utilizado por el IGT se le hicieron algunas adaptaciones con el objetivo de personalizarlo (figura 5). Por ejemplo se adaptaron los parámetros de búsqueda de la información ambiental, el idioma por defecto, para su personalización y alcanzar una mayor rapidez en las operaciones que se realizan y aspecto del diseño de la aplicación web para buscar los metadatos. Se tipificaron los grupos de usuarios y la elaboración de un tesoro a partir de la importación de otros establecidos internacionalmente.

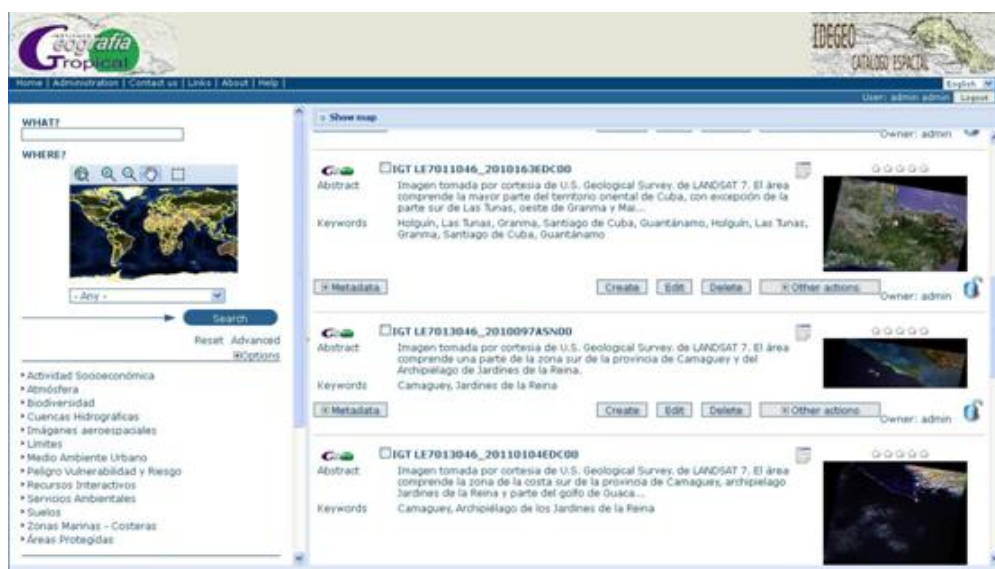


Figura 5. Vista personalizada del servicio de catálogo del IGT.

En el IGT, se está llevando a cabo la implementación y explotación de un Servidor de Mapas como parte de la IDE institucional, que permitirá a los usuarios conectados en la intranet, consumir los servicios de mapas que este ofrece.

Los servidores de mapas, permiten al usuario la interacción con la información geoespacial, ofreciéndole la posibilidad de realizar consultas avanzadas o complejas

como si estuviese trabajando con el SIG offline o en su escritorio empleando una máquina independiente.

La arquitectura de los servidores de mapas es de tipo cliente/servidor. Los clientes suelen ser de dos tipos:

- **Clientes ligeros:** navegadores (Explorer, Firefox, Chrome, Opera)
- **Clientes pesados:** Sistemas de Información Geográfica (SIG)

En la actualidad, la información en el IGT, se encuentra dispersa y en ocasiones con errores geométricos, topológicos, mal diseño de su base de datos, mal sistema de referencias entre otros errores. La ventaja de implementar un servidor de mapas y brindar este servicio en la red, radica en que la información geoespacial existente estará centralizada y podrá ser accedida por cualquier usuario en la intranet institucional, según las políticas trazadas.

Herramientas empleadas.

Entre las herramientas empleada para poner en marcha el módulo de servicio de mapas que se utilizan, encontramos:

- Servidor Web Apache,
- Servidor de mapas MapServer,
- Gestor de Base de Datos Objeto Relacional Postgres/PostGIS,
- Sistema de Información Geográfica (SIG) Quantum GIS o como se le conoce en abreviatura QGIS de código libre.

MapServer es una aplicación CGI OpenSource, que facilita el acceso a la información espacial a través de una Intranet/Internet, fue inicialmente desarrollando por la Universidad de Minnesota (UMN) con el apoyo de la NASA y el Departamento de Recursos Naturales de Minnesota. Actualmente, es mantenido por el proyecto TerraSip (NASA) y la UMN.

Mapserver es multiplataforma el cual puede ser implementado Linux/Apache, Windows, Mac OSX, Solaris, etc. Se distribuye bajo la licencia General Public License (GPL).

El paquete de MapServer fue creado para facilitar su instalación y utilización por cualquier usuario para ambiente Windows. Dicho paquete, consta de los componentes siguientes según su versión:

- Apache HTTP Server
- PHP
- MapServer CGI
- PHP/MapScript
- GDAL/OGR Utilities
- MapServer Utilities
- OGR/PHP Extension
- OWTChart

Entre sus bondades podemos destacar acceso a Bases de Datos tales como:

- Oracle
- PostgreSQL
- MySQL
- etc.

Acceso a datos vectoriales como:

- ESRI Shape
- PostGIS
- ESRI ArcSDE
- GRASS
- OGR

Acceso a datos raster como:

- TIFF/GeoTIFF
- Erdas
- SDE Raster
- PNG, JPEG, GIF
- GRASS raster (solo 8 bit)
- GDAL

Especificaciones Web del OGC.

- OGC:WMS versión 1.0.0, 1.0.7, 1.1.0 y 1.1.1
- OGC:WFS versión 1.0.0 no transaccional
- OGC:WCS versión 1.0.0

- OGC:SLD 1.0.0 Descriptores de Estilos de Capas
- OGC:GML 2.1.2, 3.1.0

Arquitectura de una aplicación MapServer

MapServer usa los siguientes recursos para mostrar la información:

1. Un servidor http Apache o Internet Information Server.
2. MapServer (ms4w).
3. El archivo “Map”, fichero de configuración que le indica a MapServer que hacer con los datos.
4. Un archivo plantilla que controla la Interface del Usuario en un navegador.
5. Los Datos que pueden ser de tipo raster, vectoriales o provenientes de bases de datos.

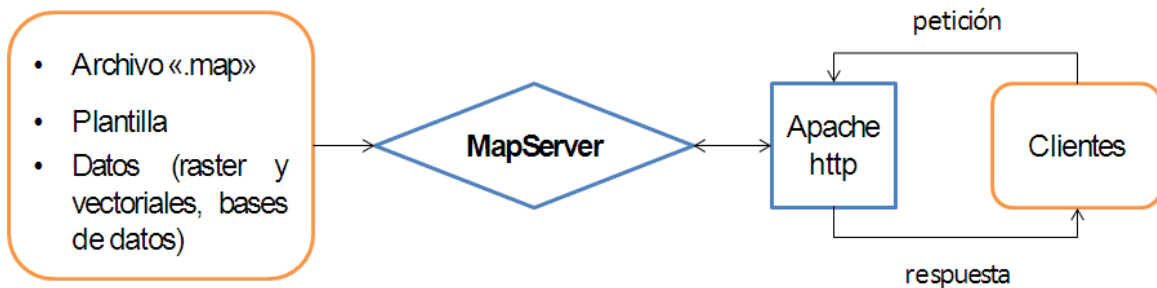


Figura 6. Esquema de proceso de una aplicación con MapServer.

Como se muestra en el esquema anterior, se debe tener de ante mano los datos que se utilizarán para mostrar a través de una intranet/internet. La información espacial debe estar de bien diseñada, con topología, base de dato bien estructurada.

Estos datos como se puede apreciar, pueden ser de dos tipos fundamentalmente: raster o vectoriales, existiendo la posibilidad de que provengan de Bases de Datos Relacionales Orientadas a objetos (PostgreSQL, ORACLE, MySQL, etc).

Los datos son procesados en un SIG ya pueden ser de Código Abierto o Comercial, en los que se generarán los mapas temáticos finales que se subirán al servidor. Una vez listo los mapas temáticos a publicar, se procede a generar un archivo de extensión “.map” que en su interior tiene unos parámetros que le dice al servidor de mapas MapServer que hacer con los datos.

Finalmente, un usuario o cliente hace una petición desde un navegador o un SIG, el servidor revisará si esta petición es correcta y devolverá un resultado.

La plantilla, es una interfaz de usuario que le permite al cliente explorar e interactuar de manera amigable con los datos en un navegador. Existen diversas plantillas prediseñadas y con la posibilidad de ser adaptables a las necesidades de los administradores del sitio que también se le conocen como Visores de Mapas; estas a su vez cumplen con los estándares mínimos establecidos por la OGC.

- Ampliar y reducir,
- Mover en pantalla la información,
- Obtener información de un punto,
- Apagar o encender las capas,
- Medir distancias.

Aunque el usuario podrá crear sus propias plantillas, como se mencionó anteriormente ya existen algunas que pueden ser usadas para generar aplicaciones en la Web:

- K-map
- Pmapper
- OpenLayer
- GoogleMap
- etc.

Cuando hablamos de clientes se debe mencionar que existen dos variantes Clientes Ligeros que refieren a los navegadores y Clientes Pesados que se identifican por los SIG.

A continuación esquema de cómo se subdividen estos clientes.

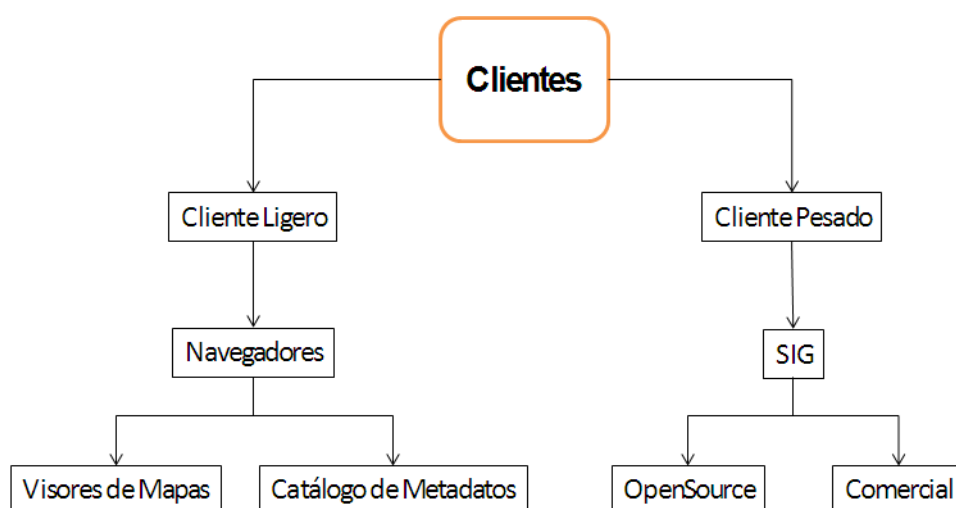


Figura 7. Subdivisión de clientes

Quantum GIS o QGIS

QGIS como se le conoce, es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows. Era uno de los primeros ocho proyectos de la Fundación OSGeo. Permite manejar información espacial en formatos raster y vectorial, así como bases de datos externas.

Algunas de sus características son:

- Soporte para la extensión espacial de bases de datos PostgreSQL/PostGIS, ORACLE, SpiteLite.
- Manejo de archivos vectoriales Shapefile, ArcInfo coverages, Mapinfo, GRASS GIS, etc.
- Soporte para gran número de archivos raster (GRASS GIS, GeoTIFF, TIFF, JPG, etc.)

Una de sus mayores ventajas es la posibilidad de usar Quantum GIS con la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) del SIG GRASS, utilizando toda la potencia de análisis de este último. QGIS está desarrollado en C++, usando la biblioteca Qt para su interfaz gráfica de usuario.

La licencia de QGIS es de uso público conocida como GNU. Es decir, cualquier usuario puede hacer uso del mismo e incluso hacer cambios o adaptar a sus necesidades la aplicación.

A continuación algunos ejemplos de consumo de servicios WMS, WFS.

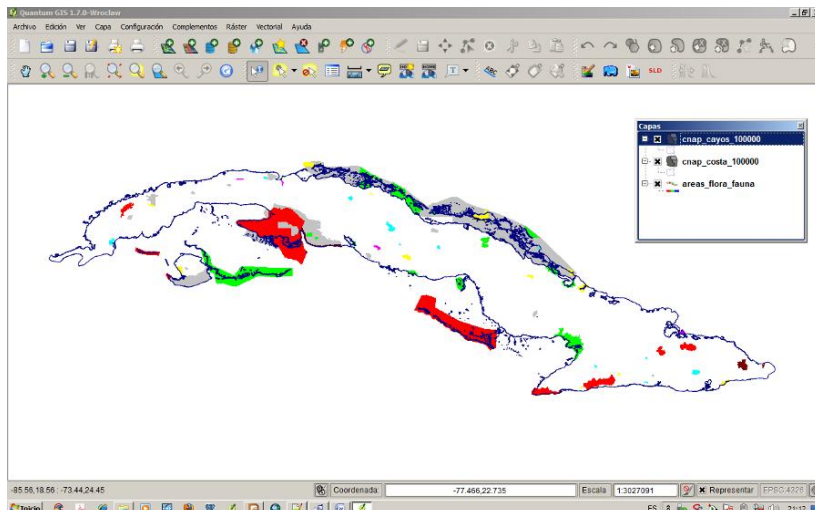


Figura 8. Consumo de un servicio WMS cliente pesado SIG.

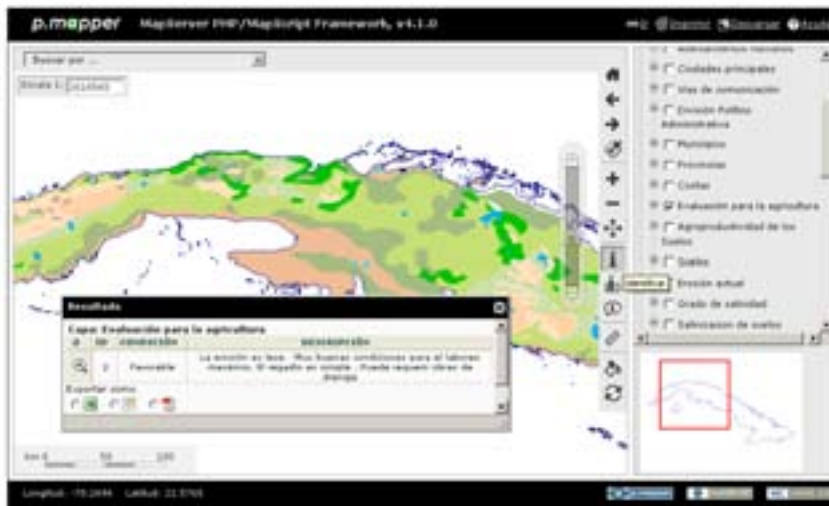


Figura 9. Consumo del servicio WMS a través de un cliente ligero Visualizador.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Nebert, D. Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook, Version 1.0, July, 2000, disponible en http://www.gsdi.org/cookbook706_v2.pdf.
2. Masser, I. The First Generation of National Geographic Information Strategies, paper presented at the 3rd Conference, Canberra, Australia, 17-19 November 1998, www.gsdi.org/canberra/masser.html.
3. Consejo de Estado de Cuba. Decreto Ley No. 281. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ministerio de Justicia; 2011. No 10.
4. Palet, Marlen; Cuzan Yoel; Mena, Nestor. Proyecto Infraestructura de Datos Espaciales de Medio Ambiente. Instituto de Geografía Tropical. Resumen ejecutivo. La Habana. 2009.

Bibliografía

1. Rajabifard, A. The role of sub-national government and the private sector in future spatial data infrastructures, International Journal of Geographical Information Science. Vol. 20, No. 7, August 2006, p. 727–741
2. Delgado, Tatiana. 2005. Metodología para el desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales basadas en centros de datos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Departamento de Geoinformática. Grupo Empresarial GEOCUBA. La Habana, Cuba. 142 p.
3. NASA. Digital Earth Office. El nuevo Modelo de Referencia de la Iniciativa Tierra Digital. Ed. J. D. Evans. Versión 0.5, Junio 2001, Disponible en URL: <http://www.nasadigitalearth/modelo de referencia>.
4. Torréns, R. Manejo de Metadatos ECO-RED Venezuela. Reunión ECO-RED Venezuela. Abril, 2003. Mérida, Venezuela.
5. Bernabé, M. A. y M. A. Manso. Metadatos. Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Infraestructuras de Datos Espaciales. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2001
6. Jiménez, Enrique; González, Julia. Premisas para la elaboración del perfil de metadato geoespacial medioambiental en Cuba. Informática 2011. V I I

Congreso Internacional de Geomática; 2011 feb 6-10; La Habana, Cuba. P. 20-3.

7. Rajabifard, A. et al. From Local to Global SDI Initiatives: a pyramid of building blocks, Presentado en 4 th Global Spatial Data Infrastructure Conference, Cape Town, South Africa. 2000.
8. González, Julia. Manual del servicio de catálogo de metadatos del software GeoNetwork 2.4.0. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Instituto de Geografía Tropical (IGT). La Habana. 2010. pp. 63
9. Sitio web consultado en enero de 2012
<http://posicionamientobuscadores.developers4web.com/xhtml-ventajas-al-posicionamiento>
10. Archivo en formato de ayuda:
OReilly - HTML & XHTML The Definitive Guide - 5th Ed 2002 [CHM].chm
11. <http://es.wikipedia.org/wiki/MapServer>. Modificada por última vez el 13 mayo 2011, a las 09:33.
12. http://es.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium. Modificada por última vez el 4 febrero 2011, a las 05:56.
13. <http://es.wikipedia.org/wiki/OSGeo>. Modificada por última vez el 1 mayo 2011, a las 18:49.