

Geovisión: una infraestructura abierta de datos espaciales

Geovisión: una infraestructura abierta de datos espaciales

Carlos A. Campos-Vargas¹, Rodolfo Mora-Zamora²,
Andrés Segura-Castillo³

Fecha de recepción: 31 de octubre del 2014

Fecha de aprobación: 6 de marzo del 2015

Campos-Vargas, C; Mora-Zamora, R; Segura-Castillo, A.
Geovisión: una infraestructura abierta de datos espaciales.
Tecnología en Marcha. Vol. 28, N° 3, Julio-Setiembre. Pág
15-24.

1 Investigador. Geovisión. Vicerrectoría de Investigación. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica. Correo electrónico: ccamposv@uned.ac.cr

2 Investigador y Consultor independiente. Correo electrónico: rjmoraza@gmail.com

3 Investigador. Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica. Vicerrectoría de Investigación. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Correo electrónico: asegurac@uned.ac.cr

Palabras Clave

Infraestructura de datos espaciales; IDE; geoinformación; datos abiertos.

Resumen

La Universidad Estatal a Distancia (UNED) ha buscado recientemente incorporar el uso de información georeferenciada como una buena práctica en su quehacer investigativo. Para ello se dió a la tarea de implementar una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) Abierta denominada Geovisión. Se presenta el proceso y los resultados de su desarrollo, desde la conformación inicial de una red de suministradores y usuarios de geoinformación, hasta la habilitación y publicación de servicios de geoinformación en línea. Geovisión se concibe como una IDE abierta tanto en términos de participación, ya que no es necesario pertenecer a la UNED para acceder a la IDE, como en el uso de plataformas de *software* y protocolos abiertos que facilitan las herramientas necesarias para publicar y compartir información espacial en un formato amigable para usuarios sin experiencia a nivel técnico, así como en formatos más complejos para usuarios especializados.

Keywords

Spatial data infrastructure; SDI; geoinformation; Open data.

Abstract

Costa Rican State University of Distance Education (UNED) has recently assumed the use of geospatial information as a good practice for its research activities. Therefore the university implemented an Open Spatial Data Infrastructure (Open SDI) known as Geovision. Its development process and corresponding results are presented, from the initial user group developing stages to the current publication of geospatial web services. Geovision conceives itself as an open SDI in two specific aspects, first the service is available to users without regard of the institutions they belong to, and second, for its use of open source software and open protocols. This SDI enables all the tools needed for publishing and sharing geospatial information in formats suited to both experienced and novel users.

Introducción

Actualmente, la disponibilidad, accesibilidad y el intercambio de información georeferenciada son requerimientos que cobran paulatinamente mayor importancia para una sociedad interesada en incorporar este tipo de información como apoyo fundamental en los procesos de planificación y toma de decisiones, tanto a nivel local como regional e inclusive global (Rix et al., 2011). Esta utilización de conjuntos de datos espaciales conlleva múltiples abordajes para el diseño y construcción de herramientas tecnológicas dirigidas hacia este fin (Rajabifard & Williamson, 2001); sin embargo, cualquiera que sea el punto de partida, es primordial que los datos georeferenciados se brinden de forma precisa, sean mantenidos adecuadamente y garanticen su veracidad (Williamson, Rajabifard, & Binns, 2006).

Ante dicha coyuntura surge la noción de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) como alternativa para suplir información georeferenciada y, a la vez, cumplir con las demandas mencionadas anteriormente en relación a su integridad y validez. Una IDE consiste en una plataforma tecnológica distribuida que permite a los proveedores publicar sus datos

geoespaciales y a los usuarios acceder a dicha información. Su principal objetivo es facilitar la interacción entre los actores interesados con el fin de promover análisis, divulgación, servicios, entre otros, que aporten novedades al conocimiento en la materia. Cabe resaltar que las IDEs incluyen un conjunto de políticas, estándares y buenas prácticas que guían su uso (Rix et. al., 2011). Es decir, la plataforma no funciona aislada de los usuarios o de la comunidad que participa en las dinámicas asociadas con el uso de información georeferenciada.

Si bien el concepto de IDE aún se encuentra en evolución, ha cobrado mucha vigencia en países europeos y se le considera un elemento esencial del *e-Government* o gobierno digital, particularmente para el apoyo en la toma de decisiones relacionadas con actividades económicas, ambientales y sociales (Williamson, Rajabifard, & Binns, 2006). Un ejemplo relevante en este sentido es el proyecto eSDI-Net+, que promueve esfuerzos de coordinación y cooperación entre 200 IDEs de Europa. El avance de esta iniciativa ha logrado que los países participantes impulsen sus iniciativas de geoinformación bajo un marco común de estándares y a la vez con una metodología consensuada para el desarrollo y evaluación de IDEs (Rix et. al., 2011).

Cabe mencionar que en el contexto latinoamericano también se han desarrollado IDEs recientemente. Entre ellas, se encuentran:

- La Infraestructura Nacional de Datos Espaciales (INDE) en Brasil, se oficializó mediante decreto presidencial en el 2008 (CINDE, 2010).
- La Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE Chile) (Bienes, 2010), respaldada por la Política Nacional de Información Geoespacial (Universidad de Chile, 2010; Gobierno de Chile, 2014).
- La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) bajo el respaldo de la Consolidación de la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE, 2014).
- El proyecto IDE U Cuenca de Ecuador, que nació de la colaboración de la Universidad de Cuenca y la Universidad Politécnica de Cataluña, y con el valioso aporte técnico de la IDE de Cataluña, hasta llegar a la IDE Red CEDIA (Morochó & Morales, 2012).

Es importante resaltar que en Costa Rica existen actualmente esfuerzos para constituir una IDE de carácter nacional. El decreto N.º 37773-JP-H-MINAE-MICITT, publicado en La Gaceta N.º 134 del 12 de julio del 2013, instituye oficialmente al Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) como el ente oficial encargado de propiciar la definición, operacionalización y uso de una infraestructura de datos geoespaciales costarricense. Dicha iniciativa se encuentra en curso y se espera su pronto lanzamiento público.

Asimismo, la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica ha incursionado en esta temática mediante el desarrollo de una IDE abierta denominada Geovisión (<http://geovision.uned.ac.cr>), la cual surge por parte de la Vicerrectoría de Investigación de esta institución con el propósito de generar una plataforma capaz de gestionar homogéneamente los productos susceptibles de georeferenciación de sus investigaciones y, a la vez, brindar desde la UNED servicios de geoinformación a nivel nacional e internacional. Aunque es natural para la UNED producir geodatos dada su distribución y cobertura en el país, previo a esta IDE no había en la universidad un espacio donde almacenar, publicar, compartir y analizar colaborativamente dicha información.

Geovisión es una IDE abierta tanto en términos de participación, ya que entes internos y externos de la Universidad pueden participar, como en el uso de *software* y estándares abiertos para su gestión. Esta IDE desde su concepción ligó la publicación y distribución de la información con el cumplimiento de estándares de intercambio definidos el *Open Geospatial Consortium*

(OGC) y para ello fue necesario coordinar las dinámicas de las distintas iniciativas productoras de geodatos con la implementación mediante diversos paquetes de *software* de los estándares dados. Seguidamente, se detalla la metodología utilizada para la implementación de la IDE Geovisión, los resultados obtenidos hasta el momento, así como el trabajo futuro por realizar para su escalamiento.

Metodología

El primer componente de la IDE abierta Geovisión lo constituye la Red de usuarios, proveedores y actores que se relacionan con la IDE, esta se constituyó convocando a las iniciativas: proyectos de investigación y unidades de la Vicerrectoría de Investigación de la UNED que utilizaban Sistemas de Información Geográfica (SIG), y que se encontraban inscritas en la base de datos Gestiona (sistema que cosecha y administra todas las iniciativas de investigación de la UNED). Así, la red base agrupó al Laboratorio de Ecología Urbana, al Observatorio de Pequeña y Mediana Empresa, la Red de Conservación de la Vida Silvestre y la Salud, el Centro de Investigación en Cultura y Desarrollo, y el Programa de Manejo de Recursos Naturales con su Cátedra de Sistemas de Información Geográfica.

Una vez convocados esos actores (Nodos) se inició un proceso de diagnóstico que analizó: qué información generaban o poseían, qué metodología utilizaban, y con qué equipo lo generaban; con el fin de establecer el estado de avance en la temática. Dicho diagnóstico evidenció que el trabajo que se realizaba en geoinformación se desarrollaba de forma desarticulada y, en algunos casos, de forma empírica, por lo que se inició un proceso de capacitación en el uso de SIG mediante *Quantum GIS*.

Posteriormente, con el fin de regular la dinámica de interacción de la red se establecieron una serie de regulaciones, específicamente una carta de entendimiento que contempla la dinámica de cooperación, los derechos de autor y los derechos de publicación; y una plantilla de metadatos de los datos compartidos. La carta de entendimiento constituye un documento suscrito entre las partes que establece qué datos comparte y cuáles son las restricciones de acceso a ellos. Por otro lado, la plantilla de metadatos tomó como base el protocolo *Dublin Core*, que es el estándar de metadatos promovido por la Fundación de datos abiertos geoespaciales (OSgeo, por sus siglas en inglés) el cual se adaptó y validó según las necesidades de los nodos de la red.

Desde un punto de vista técnico una IDE se conforma de al menos tres capas de aplicación por medio de las cuales se puede administrar la información de distintas fuentes y ofrecerla al usuario en formatos transparentes y semantizados a sus intereses.

La capa de almacenamiento

La primera de estas capas es la de almacenamiento. La implementación más simple de esta capa puede ser un directorio de archivos en formatos espaciales; por ejemplo, el formato *SHAPE* de *ESRI*. Este tipo de implementación requiere que los archivos recopilados se reemplacen en el caso de una actualización lo que conlleva la característica que la información de este tipo suele mantenerse estática en períodos largos de tiempo.

Una implementación más compleja de esta capa es por medio de bases de datos relacionales con componentes espaciales, como *PostGIS* u *Oracle Spatial*, este tipo de implementación permite actualizar la información con mayor frecuencia y por insumos de múltiples usuarios simultáneamente, brindando una fuente de datos dinámica en contraste con la presentación estática de la estructura de archivos.

Por último se puede tomar como capa de almacenamiento una plataforma de servicio final provista por otra arquitectura; es decir, el producto final de una IDE puede encadenarse como insumo inicial de otra IDE. Esta estrategia permite a los administradores de la plataforma poner a disposición de los usuarios material original de otras fuentes pero contextualizados a un entorno deseado.

La capa de servicio

La información espacial puede presentarse en diversos formatos de intercambio según el tipo de dato y la aplicación que lo generó. El OGC mantiene estándares de intercambio para datos espaciales de distintas naturalezas, de manera que cualquier cliente que requiera acceso a la información pueda interpretarla sin necesidad de conocer su formato de origen. La capa de servicio es la encargada de implementar estos estándares, a partir de la información almacenada en distintas presentaciones.

De todas las especificaciones de estándar del OGC los más utilizados son los Servicios de Web de Mapas (WMS), los Servicios Web de Características (WFS) y los Servicios Web de Cobertura (WCS). El formato WMS está definido en su especificación de la siguiente manera: "Un Servicio de Mapas Web (WMS) produce mapas dinámicos a partir de datos referenciados espacialmente provenientes de información geográfica. Este estándar internacional define un "mapa" como un retrato de información geográfica en la forma de un archivo digital de imagen apto para su despliegue en una pantalla de computador" (Beaujardiere, 2006).

Dado que la información generada por un servicio WMS se presenta en formatos pictóricos como JPEG, PNG o GIF, este tipo de servicio es conveniente cuando se desea presentar al cliente información únicamente de consulta, la interoperación con datos provenientes de un WMS es posible; sin embargo, es muy limitada e ineficiente.

A pesar de sus limitaciones el formato WMS es el más cómodo para presentar información en la mayoría de las aplicaciones ya que permite presentar muchas temáticas de información en un mismo contexto de mapa virtual con la ventaja adicional que consume menos recursos en comparación con los demás estándares.

Si se requiere que los usuarios finales sean capaces de interoperar, analizar los datos o generar nueva información a partir de la suministrada por un servicio, el esquema WMS puede resultar insuficiente.

El estándar WFS brinda al usuario la información de coberturas vectoriales codificadas en el Lenguaje Demarcado de Geografía (GML) (Vertanos, 2005). Esta presentación de la información le permite al usuario final realizar operaciones que involucren la geometría de las capas obtenidas así como de los atributos definidos para cada objeto espacial representado en la capa, tales como operaciones de análisis, operaciones topológicas, interpolaciones, o cruce de datos. La especificación WFS-T suministra una interfaz transaccional que permite al administrador del sistema ofrecer a sus usuarios la potestad de modificar los datos almacenados, integrando así el componente participativo en el esquema técnico de la IDE.

De la misma forma que WFS brinda al usuario la información de los objetos vectoriales, el estándar WCS suministra la información de coberturas que representan fenómenos en el espacio o el tiempo en un formato apto para visualización, pero que puede alimentarse a aplicaciones de análisis como modelos científicos o sistemas de información geográfica y detección remota (Baumann, 2012). Cada tesela de una capa obtenida por WCS contiene toda la información pertinente del fenómeno estudiado, ya sea de todas las bandas en una imagen multi espectral, o los valores reales en un mapa de distribución de temperaturas.

La capa de cliente

Toda la información provista por los servidores de la segunda capa, ya presentada en formatos estándar y organizadas según los criterios del publicador de información, puede ser consumida por distintas aplicaciones cliente.

En la actualidad, muchas aplicaciones de información geográfica, tanto de licencia comercial como libres, cuentan con las herramientas para captar y desplegar información proveniente de servicios OGC publicados en Internet, tales como WMS, WFS o WCS. De la misma forma existen múltiples bibliotecas para aplicaciones de escritorio y web que permiten la visualización de temáticas disponibles en servicios de mapas. Las dos más populares son la Interfaz de Programación de Aplicación (API) de *Google Maps* y su contraparte libre la API de *OpenLayers*. Ambas brindan herramientas suficientes para diseñar y publicar un visor de mapas web interactivo con capas vectoriales o imágenes provenientes de servicios OGC. Entre las herramientas más comunes que brinda una API para mapas web pueden encontrarse las de desplazamiento y acercamiento, mostrar y ocultar capas temáticas, consultar atributos de las capas, mostrar etiquetas, seleccionar elementos, dibujar elementos en el mapa, entre otras operaciones.

Implementación de Geovisión

La capa de almacenamiento de Geovisión está soportada por un servidor *Linux Debian 7.X* en el cual se están recopilando principalmente archivos de tipo *ESRI SHAPE* con la información de las capas geográficas. La información es previamente procesada utilizando *Quantum GIS*, en esta etapa los datos son validados y se filtran los atributos que se desean desplegar en los servicios publicados. En el mismo servidor *Debian* está instalado y configurado el servidor de aplicaciones *Jetty*, dentro del cual está configurada la capa de servicios con *GeoServer* y *GeoNetwork*.

GeoServer es una plataforma de código abierto escrito en *Java* que permite a los usuarios compartir información geoespacial utilizando los estándares abiertos del OGC. *GeoServer* es la implementación de referencia de WFS y WCS y está certificado por OGC por su compatibilidad y eficiencia con WMS (OpenPlans, 2014). Además de contar con una gran comunidad de usuarios, *GeoServer* es utilizado por múltiples proveedores comerciales que, a la vez, contribuyen con el mantenimiento y desarrollo de la plataforma (Open Source Geospatial Foundation, 2014). Los más destacados son los *Boundless*, creadores originales de *GeoServer* que ahora se dedican a la implementación comercial de IDEs para empresas (Boundless, s.f.) y *GeoSolutions*.

Por último, la capa de cliente está implementada utilizando el API abierto *OpenLayers* integrado en un portal web interactivo desarrollado en HTML 5. Para los visores de mapas de Geovisión se personalizó el árbol de exploración de capas, lo que permitió la incorporación de herramientas relativas a la capa, tales como: zoom a la capa, despliegue de simbología de la capa, despliegue de metadatos de la capa, entre otros, en una interfaz integrada y de acceso inmediato para el usuario.

Resultados y discusión

Dado que las IDEs conectan a las personas y los datos de un modo operacional (Hvingel, Baaner, & Schroeder, 2014), podría decirse que marcan el grafo de la red; es decir, los nodos

asociados con una IDE pueden concebirse según rol o roles que desempeñan. Vaccari, Shvaiko, & Marchese (2009), conciben los nodos de una IDE como usuarios y proveedores con una naturaleza institucional, y los definen como instituciones públicas que requieren información geográfica para solventar sus deberes; instituciones internacionales, regionales o nacionales que coordinan e integran información geográfica provista por diferentes agentes SIG; instituciones de investigación que esperan analizar la disponibilidad y calidad de información geográfica que se genera en áreas específicas de trabajo; compañías privadas que necesitan información geográfica para crear productos y servicios empresariales (*Geo-marketing*); y usuarios no expertos con necesidad de localizar de forma fácil y accesible características geográficas. Por otro lado, Richter, Miscione, & Georgiadou (2010) consideran una gama más amplia de nodos, descritos en categorías según una estructura jerárquica.

Así, los nodos pueden concebirse como elementos que incluyen usuarios, miembros, indicadores; como creadores, que agrupa narradores, conductores, evaluadores y sensores humanos; como adaptadores, que abarca estudiantes y perceptores; y como Creadores/Adaptadores en potencia, que incluye a los practicantes. Geovisión se concibió como una red colaborativa de usuarios de quienes, al otorgarles capacitación y apoyo de nodos más avanzados en la temática SIG, se espera desemboquen en una red de proveedores, conductores y hasta evaluadores de información; incluso se espera que con el pasar del tiempo se cubra toda la gama de posibles nodos, dado que, las redes se encuentran en constante evolución y nunca llegan a un estado final (Latour, 1996).

Por otro lado, a pesar que la red se mueve en una dinámica cambiante, esta sí debe ser regulada por un marco común de reglas y estándares, dadas las implicaciones legales que conlleva la generación, administración y distribución de información relacionada geográficamente. En este contexto los metadatos juegan un rol fundamental al permitir conocer quién generó la información, cuando la generó, cómo la generó y dónde la generó. Por ese motivo se han generado una serie de estándares para el reporte de metadatos cuya naturaleza puede ser propietaria como el caso de ISO 19115:2003 *Geographic Information Metadata*, ISO 19119:2005 *Geographic Information Services*, o libre como el caso *Dublin Core*. Geovisión sigue esta última vertiente, dado que es el perfil recomendado por la OSgeo y cabe recalcar que es libre manteniendo así la política de acceso abierto. Si bien el perfil de metadatos de Geovisión se basa en un estándar diferente a la propuesta de Jiménez (2012) para la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica (IDECORI) o el Perfil latinoamericano de metadatos que se desarrolló teniendo en cuenta el "Anexo C: Extensiones y perfiles de metadato, Cláusula C.6: Reglas para crear un perfil *Rules for creating a profile*" en el estándar ISO 19115:2003" (IGAC & IPGH, 2011), este sí es compatible con estos modelos de metadatos en cuanto a los contenidos.

Con respecto a la comparación de los esquemas de metadatos en su valores obligatorios la plantilla de Geovisión concuerda con la propuesta de IGAC & IPGH (2011); sin embargo, difiere en dos aspectos con respecto a Jiménez (2012), dado que este sugiere la incorporación del elipsoide de referencia y del datum, y en la plantilla de Geovisión no se incorporan esos valores porque ello está implícito en cada sistema de referencia por lo que el ESPG es suficiente.

Finalmente, con respecto a las dinámicas de la red, el tema de derechos de autor de los datos se encuentra en estudio; no obstante, sí se tiene definido el uso de *Creative Commons*, mediante la característica *Attribution-ShareAlike 4.0 International* (CC BY-SA 4.0) que asegura el mantenimiento de la accesibilidad de los datos.

La publicación de una IDE mediante estándares abiertos implicó la operacionalización de la arquitectura lo cual se logró mediante el ensamble de múltiples plataformas y servicios abiertos (*GeoServer, GeoNetwork, OpenLayers y Quantum GIS*) que se comunican entre sí a

través de los protocolos definidos por la OGC, abarcando las diferentes capas técnicas de las arquitectura de la IDE.

Con respecto a la capa de almacenamiento, los archivos contenidos a la fecha son *shapes*, dado que es el formato más utilizado por lo nodos; sin embargo, se espera que en el futuro se habilite un modelo de trabajo que involucre la migración de *shapes* a una base de datos espacial como *PostGIS*.

Por otro lado, la capa de servicio sí ha sido explotada al máximo; así, el servicio que permite compartir y editar la información almacenada en la capa de almacenamiento es *GeoServer*, donde si bien existen otras plataformas similares como *MapServer* o *deegree*, esta se caracteriza por una facilidad de manejo, dado que la configuración se realiza a través de una aplicación Web que evita la edición de complejos ficheros de configuración, además dispone de una potente comunidad, con listas e-mail muy activas que dan soporte al proyecto (Ministerio de Bienes Nacionales 2011) y permite la implementación de servicios WFS-T. Adicionalmente, *GeoNetwork* al ser un repositorio digital accesible por internet que permite encontrar y acceder información geoespacial, cumple un rol de permitir a los proveedores de datos describir sistemáticamente sus datos y servicios (Ticheler & Hielkema, 2007), mediante las plantillas de metadatos.

Asimismo, quien complementa los servicios web ofrecidos por las plataformas anteriores es el SIG *Quantum GIS*, un SIG de código abierto y que está sujeto a la Licencia Pública General (GNU). *Quantum GIS* es comparable a plataformas libres como: GvSIG, Kosmo, *Marble*; o propietarios como: *ArcGIS*, *ArcView* o *Manifold*; pero, a diferencia de algunas de las plataformas que se mencionan es considerado como una aplicación amigable que proporciona funciones y características comunes. Además, admite diversos formatos de datos *ráster* y vectoriales, y de pueden añadir nuevos formatos usando la arquitectura de complementos (QGIS, 2014).

El ensamble de la IDE permitió la habilitación de servicios dirigidos a diferentes tipos de usuarios, por ejemplo, gracias al servicio WFS mediante un nivel de transferencia básico se le permite al usuario la utilización y descarga de los datos; pero no así la modificación de los datos originales contenidos en el servidor. Sin embargo, cabe aclarar que posterior a la descarga los datos sí pueden ser modificados de manera local por el usuario y para el público en general el servicio WMS permite el acceso a visores temáticos que constituyen una herramienta para transferir el conocimiento desde los investigadores hasta el público, al admitirles hacer visibles los resultados de investigación de sus proyectos por un periodo de tiempo establecido, así, los visores representan un mapa interactivo, con variables controladas que le permiten al usuario una navegabilidad fácil y eficiente.

Conclusiones

La red asociada con una IDE se caracteriza por una naturaleza dinámica y creciente; sin embargo, los actores claves dentro de la red sí podrían considerarse finitos por lo que se debe trabajar en conectarlos. En el caso de Geovisión se han conectado algunos de estos actores, especialmente dentro del Sistema de Investigación de la UNED, pero se debe seguir trabajando en incorporar más nodos dentro y fuera de la institución.

Para asegurar una adecuada dinámica de trabajo en red y acceso abierto a la información es imprescindible contar con un protocolo de reporte de metadatos y establecer una política legal para el acceso y uso de la información. La experiencia de este proyecto muestra que el *GeoNetwork* es una herramienta de gran utilidad en el reporte de metadatos al permitir publicarlos mediante diferentes estándares incluidos *Dublin Core* e ISO. Por otro lado, las

licencias auspiciadas bajo *Creative Commons* es una excelente alternativa para normar el uso y acceso a los datos.

El conocimiento y aplicación de estándares es vital para homogeneizar la información proveniente de distintas fuentes; en el caso de Geovisión, el uso de estándares de servicio OGC permite al usuario cruzar la información espacial de todos los nodos que alimentan el sistema sin mayor requerimiento técnico que un explorador de Internet.

La combinación de plataformas libres como *Jetty*, *GeoServer*, *GeoNetwork* y *OpenLayers* posibilitan el ensamblaje completo de la arquitectura técnica de una IDE desde su capa de almacenamiento hasta sus aplicaciones de visualización. La amplia documentación disponible en todas las herramientas y la aplicación de estándares abiertos permite ensamblar la infraestructura como piezas de un rompecabezas que se ajustan a la perfección y requieren poca configuración.

Una IDE suministra todas las herramientas para compartir información espacial que una organización necesita en un formato amigable para usuarios sin *expertise* técnica así como en formatos más completos para usuarios especializados.

Bibliografía

- Baumann, P. (2012). OGC® WCS 2.0 Interface Standard-Core: Corrigendum (OGC 09-110r4). Massachusetts: Open Geospatial Consortium. Disponible en: <https://portal.opengeospatial.org/files/09-110r4>
- Beaujardiere, J. (2006). OpenGIS® Web Map Server Implementation (OGC® 06-042). Massachusetts: Open Geospatial Consortium. Disponible en: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14416
- Bienes. (2010). Sistema Nacional de Información Territorial- Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile. Disponible en: <http://www.ide.cl/images/Publicaciones/Revistas/2010.pdf>
- Bravo, E. & Montenegro, P. (2011). Proyecto: Base de Datos Geográfica - Cartográfica en el Instituto Geográfico Militar del Ecuador con *software* libre. Instituto Geografico Militar, Ecuador. Disponible en: <http://www.geoportalmigm.gob.ec/portal/index.php/infraestructura-de-datos-espaciales/>
- Boundless. (s.f.). About. Disponible en: <http://boundlessgeo.com/about/>
- CINDE (Comité de Planeación de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales). (2010). Plan de Acción para la Implantación de la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales. Disponible en: http://www.concar.gov.br/arquivo/PlanoDeAcaoINDE_ESP.pdf
- Gobierno de Chile. (2014). Política Nacional de Información Geoespacial. Información del territorio para la toma de decisiones. Disponible en: <http://www.ide.cl/images/Snit/Politica-Nacional-de-Informacion-Geoespacial.pdf>
- Hvingel, L., Baaner, L., y Schroeder, L. (2014). Spatial Data Infrastructures - legal implications. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, Vol (9) 2014. 26 p.
- IGAC y IPGH. (2011). Perfil Latinoamericano de Metadatos Geográficos - LAMP. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 126 p.
- ICDE. (2014). Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. Disponible en <http://www.icde.org.co/>
- Jimenez, J. (2012). Propuesta del Perfil de Metadatos para la Infraestructura de Datos Espaciales de Costa Rica (IDECORI). II Encuentro Nacional de Usuarios de SIG y Teledetección. Heredia, Costa Rica.
- Ministerio de Bienes Nacionales. (2011). Análisis de plataformas tecnológicas para implementación de IDE. SNIT. Disponible en: <http://www.ide.cl/images/Publicaciones/Documentos/DOCUMENTOS/DocAnálisisIDE.html>
- Morocho, V. & Morales, A. (2012). El Vertiginoso Crecimiento de la IDE Ucuencia hacia la IDE RedCEDIA: un estudio de Caso Exitoso de IDE Subnacional. Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca. Disponible en: <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/580/1/Crecimiento%20de%20IDE%20Ucuencia%20hacia%20IDE%20RedCEDIA.pdf>
- OGC® Standards and Supporting Documents | OGC(R). (s.f.). *Open Geospatial Consortium* | OGC(R). Disponible en: <http://www.opengeospatial.org/standards>

- OpenPlans. (2014). GeoServer: Overview. Disponible en: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/introduction/overview.html>
- Open Source Geospatial Foundation. (2014). GeoServer Commercial Support. Disponible en: <http://geoserver.org/support/>
- QGIS. (2014). QGIS User Guide, Publicación 2.2. Disponible en: <http://docs.qgis.org/2.2/pdf/es/QGIS-2.2-UserGuide-es.pdf>
- Rajabifard, A. & Williamson, I. P. (2001). Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions, in Proceedings, of GEOMATICS' 80 Conference, Tehran, Iran.
- Richter, C., Miscione, G., & Georgiadou, Y. (2010). Conceptualizing people in SDI literature: Implications for SDI research and development. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2010, Vol.5, 286-325.
- Rix, J., Fast, S., Masser, I., Salgé, F., & Vico, F. (2011). Methodology to Describe, Analyse and Assess Subnational SDIs: Survey, Experiences and Lessons Learnt. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2011, Vol.6, 23-52.
- Ticheler, J & Hielkema, J. (2007). GeoNetwork opensource. *Internationally Standardized Distributed Spatial Information Management. The Journal of the Open Source Geospatial Foundation Volume 2 / September 2007.*
- Universidad de Chile. (2011). Servicio de elaboración de una propuesta de política nacional de información geoespacial. Informe Preliminar de Diagnóstico. Disponible en: <http://www.ide.cl/images/Snit/Propuesta-de-politica-nacioanl-de-informacion-geoespacial-informe-preliminar-de-diagnostico.pdf>.
- Vaccari, L., Shvaiko, P., & Marchese, M. (2009). A geo-service semantic integration in Spatial Data Infrastructures. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2009, Vol. 4, 24-51.
- Vretanos, P. (2005). Web Feature Service Implementation Specification (OGC 04-094). Massachusetts: Open Geospatial Consortium. Disponible en: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14145.
- Williamson, I.; Rajabifard, A., & Binns, A. (2006). Challenges and Issues for SDI Development. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2006, Vol. 1, 24-35.