

Servicios Web de transmisión geográfica como instrumentos en la ordenación del territorio

Sandra Yanet Velazco Flórez¹, Luis Joyanes Aguilar², Carlos Hernán Gómez Gómez³, Javier Medina Daza⁴

sandra.velazcof@gmail.com, luis.joyanes@upsam.net, ch@ieee.org, rmedinadaza@gmail.com

¹DEA. Universidad Pontificia de Salamanca, Paseo Juan XXIII, 3, 28040. Madrid – España.

²Facultad de Informática. Universidad Pontificia de Salamanca. Paseo Juan XXIII, 3, 28040 Madrid – España.

³Universidad de Caldas, Universidad Nacional de Colombia.

⁴Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Resumen: Actualmente, estamos presenciando una creciente proliferación de la Información Geoespacial (IG), tanto en disponibilidad como en posibilidad de uso. Dicha proliferación se debe a aspectos, tales como: el auge de los dispositivos móviles (GPS, teléfonos móviles,...), Internet de banda ancha, disponibilidad de cartografía más completa, precisa y económica, mayor cantidad de satélites de observación de la Tierra, la posibilidad de creación de información geoespacial temática por parte de organizaciones públicas o privadas, la popularización de aplicaciones y servicios gratuitos (Google Maps, Google Earth, etc.), acuerdos para la estandarización (OGC, ISO) y su implantación, el soporte para la interoperabilidad de componentes comerciales y de código libre, así como la implicación de las autoridades nacionales o internacionales (según el caso) para facilitar el descubrimiento, acceso y utilización de la información y servicios geoespaciales. Una gran variedad de herramientas y Servicios Web, nos ofrecen la posibilidad de adaptar y adoptar estas tecnologías como herramientas GIS que nos permiten, entre otras cosas, obtener datos georreferenciados de nuestros territorios con el fin de ser compartidos y consultados a tiempo real. Un gran número de administraciones públicas se esfuerzan en ofrecer una serie de servicios a través de los llamados Geoportales multiplicando así las posibilidades de compartir, intercambiar y distribuir información geográficamente referenciada, como instrumento válido en los procesos de planificación y gestión territorial.

Palabras clave: Servicios Web, IDE, Geoportales, Interoperabilidad, OGC, WMS.

Abstract: We are currently witnessing a growing proliferation of Geospatial Information (GI), in both availability and possibility of use, this proliferation is due to such aspects: as the rise of the mobile device (GPS, mobile phones, ...), Internet broadband, availability of mapping more complete, accurate and economic, greater amount of Earth observation satellites, the possibility of creating a thematic geospatial information by public or private organizations, the popularization of applications and free services (Google Maps, Google Earth, etc.), agreements for standardizing (OGC, ISO) and their implementation, support for interoperability of commercial components and code free, as well as the involvement of national or international authorities (as the case may be) to facilitate the discovery, access and use of the geospatial information and services. A wide variety of tools and Web Services, we offer the possibility to adapt and adopt these technologies such as GIS tools that allow us among other things obtaining georeferenced database of our territories in order to be shared and consulted in time real. A large number of public administrations are striving to offer a range of services through the so-called geoportals, thus multiplying the possibilities to share exchange and distribute geographically referenced information, such as instrument valid in the processes of planning and management territorial.

Keywords: Web Services, IDE, Geoportals, Interoperability, OGC, WMS.

1. Introducción

Información Geoespacial (IG) son todos aquellos datos referidos a un lugar (un conjunto de coordenadas geográficas) que a menudo pueden ser recogidos, manipulados, y mostrados en tiempo real [Folge09]. Esta información geoespacial o geográfica puede estar representada en mapas, imágenes, fotografías, archivos, descripciones..., cualquier cosa, información geográficamente referenciada, es decir, unida de alguna forma a una posición geográfica (latitud, longitud, calle,...), sea mediante coordenadas geográficas, un topónimo, una dirección postal, etc.

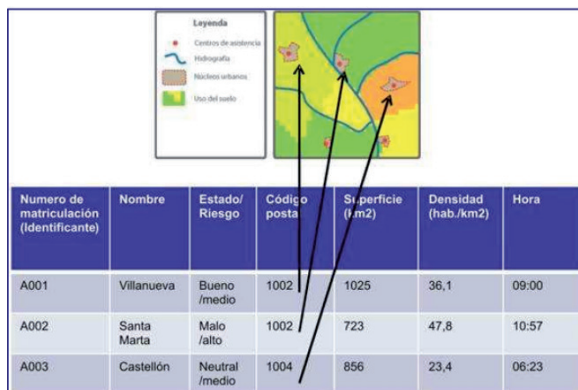


Figura 1. Representación de la información geográfica. [Fuente: www.ign.es/].

Actualmente, hay grandes cantidades de datos geográficos que se han ido recogiendo a lo largo del tiempo con diferentes propósitos y por diferentes instituciones y empresas. Toda esta información geográfica es vital para los sistemas de toma de decisiones y sistemas de gestión de recursos (recursos naturales, redes básicas de suministro, catastro, economía, agricultura, etc.), a diferentes niveles (local, provincial, regional, nacional o global).

Tanto las administraciones públicas como las empresas utilizan cada día **IG** para el desarrollo de estrategias en la toma de decisiones. Resulta evidente, pues, la necesidad de generar conocimiento científico y tecnológico en este campo. El territorio se transforma y se adapta a nuevas necesidades, a los que no son ajenos los fenómenos que conlleva el nuevo paradigma de la Sociedad de la Información. Gestionar la complejidad de dicha transformación requiere información global [Guimet03], de carácter común y compartido. Esto conlleva y motiva a que la información disponible sobre el territorio soporte un desarrollo progresivo, aunque presente ciertas dificultades especialmente de acceso, imposibilitando obtener una visión más homogénea por parte de los diferentes actores presentes en el territorio.

Cuando en cualquier proceso se utiliza información geográfica es necesario considerar dos factores primordiales que van a influir en su uso, su variabilidad y la necesidad de su acceso inmediato [Moya07]:

- **Variabilidad.** La **IG** es una información altamente cambiante. Bien sea por la acción del hombre o por causas naturales, las características de la Tierra son poco estables y para tomar decisiones fundamentadas el sentido común dicta que es necesario disponer de datos lo más actualizados posibles. Sin embargo, si la captura de la información geográfica ya de por sí es costosa económicamente, también lo es el mantenimiento y actualización periódica de la misma.
- **Acceso.** En los casos críticos de toma de decisión instantánea (prevención y atención de desastres), pero también como simple valor temporal para reducir al mínimo los costes, se requiere que la información esté disponible de manera instantánea. Esto implica que los centros de distribución de información deben estar cercanos al lugar de la crisis o tener agilidad de entrega, cosa que no es posible en la mayoría de las ocasiones.

Lo ideal y que daría solución a estas dos aseveraciones estaría en la posibilidad de acceder instantáneamente a la información más actual. Este tipo de información reside en quien la produce o distribuye, y es posible que el acceso más rápido, extendido y universal se realice por medio de la Web. Ante esto, el incremento y popularización de la **IG** en Internet tiene un impacto significativo, suministrando servicios de cartografía Web como *Google Earth*, *Yahoo Maps*, *OpenStreetMap*, etc., así como, la producción cada vez mayor de servicios Web sobre geolocalización, como *Google Latitud*, *Google Places*, y del desarrollo de geoportales, como el geoportal el geoportal de la Infraestructura de Información Espacial de la Comunidad Europea ([www.inspire-](http://www.inspire-geoportal.ec.europa.eu/)

www.inspire-geoportal.ec.europa.eu/); administrados por diferentes entidades, grandes corporaciones, agencias gubernamentales, comunidades abiertas o particulares.

Por otro lado, el desarrollo de la información geográfica está también significativamente influenciada por una amplia difusión de los sistemas de navegación (ej., **GPS**) y de los dispositivos móviles multifunción (*smartphone*), cada día más y más populares.

Sin duda, las nuevas tecnologías de la información provocan hoy día grandes desafíos organizacionales y una carrera constante hacia la innovación, tanto al interior de las empresas como de las administraciones públicas ya sean estas a nivel nacional, regional o local.

Por otro lado, se dispone de una gran cantidad de **IG** que se genera desde cualquier ámbito y en particular desde estas administraciones. Es por ello, que para acceder a esta información con mayor facilidad y aceptación, se utilizan una serie de servicios por medio de portales Web geográficos que posibilitan un manejo conjunto, interoperable e integrado de la información procedente de distintas fuentes, posibilitando así el desarrollo de nuevas herramientas y Tecnologías de la Información Geográfica, como es el caso de los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**) y de las Infraestructuras de Datos Espaciales (**IDE**), incluyendo los nuevos servicios de Geoportales.

Ante la necesidad de acceder, compartir e integrar datos entre distintas instituciones y bases de datos, se debe dar solución a ciertas características asociadas a la información geográfica para que ésta logre ser compartida con facilidad. La Interoperabilidad es “la condición mediante la cual, sistemas heterogéneos pueden funcionar como si formaran parte de un sistema único, y así intercambiar datos y distribuir procesos” [Moya07].

Los estándares que hacen esto posible se han elaborado y promulgado por varias Organizaciones, entre las más destacables el Consorcio Geoespacial Abierto (**OGC**, *Open Geospatial Consortium*). El desarrollo de estos estándares y la revolución del *software* libre o de código abierto han permitido el progresivo acercamiento de la **IG** al usuario común [Tsao09].

La Interoperabilidad se consigue cuando las personas, organizaciones o sistemas pueden trabajar juntas. Esto es importante para la información geográfica debido a la exigencia de “compartir información” y procesos en un campo amplio que incluya a diversos tipos de información sobre el mundo con su diversidad de características y complejidades [Kresse12].

Tanto el intercambio como la visualización de información por medio de servicios Web geográficos basados en la arquitectura de servicios Web del **OGC**, permiten la integración de una amplia variedad de servicios “*online*” de visualización, geoprocésamiento y localización, que facilitan a los **SIG**, comunicarse unos con otros mediante una variedad de lenguajes (**XML**, **HTTP**), lo que indica que dichos sistemas son capaces de conocer como de utilizar tales servicios.

Una forma clara y de fácil consulta y visualización de información geográfica son los visores de información

geográfica disponibles en la Web a través de los llamados Geoportales. Dichos visores son herramientas que cumplen las normas y estándares de implementación e Interoperabilidad, desarrollados para aquellos usuarios cuyas necesidades no son el análisis ni la edición, sino simplemente ubicación, localización, consulta y contextualización de información.

2. Materiales, datos y métodos

2.1 Conceptualización General

Es indudable la importancia de los datos geográficos, principalmente en el ámbito territorial. Desde este punto de vista, las Tecnologías de la Información Geográfica (**TIG**) representan un apoyo importante a la hora de gestionar y planificar el territorio, de diagnosticar problemas actuales y futuros, o de encontrar las rutas más viables para la toma de decisiones [Doménech10].

El objetivo fundamental de estas tecnologías es el de “gestionar y analizar información geográfica o geoespacial” [Gómez05]. Los avances en estas tecnologías han conducido a un incremento fenomenal en la cantidad de datos espaciales, a nuevos métodos de análisis para convertir estos datos en información para su respectiva aplicación, ya sea en el campo de los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**), los Sistemas de Geoposicionamiento Global (**GPS**), la Percepción Remota (**PR**), o las Infraestructuras de Datos Espaciales (**IDE**).

Los **SIG** se convirtieron rápidamente en sistemas capaces de proporcionar ayuda en los procesos de toma de decisión, gestión de territorios, gestión de urgencias, gestión de negocios, etc. [Bañares01], pasado de ser una herramienta de cartografía automatizada y gestión de datos a ser una tecnología de análisis con capacidad de manipulación de datos espaciales [Weng10].

Sin embargo, aunque un **SIG** pueda obtenerla **IG** de sus servidores dispersos, para poder compartir toda la información disponible sobre un territorio, hace falta que existan acuerdos entre los propietarios de esa información para que pueda ser compartida y programas capaces de mostrar la información compartida.

Es aquí donde intervienen en las Infraestructuras de Datos Espaciales (**IDE**). Una **IDE** aparece como consecuencia de las dificultades de lograr una Interoperabilidad de los datos. La Interoperabilidad permite a los sistemas intercambiar datos y ejecutar tareas en conjunto [Zapata09], llegando a un punto en que la información debe ser entendida y útil después de dicho intercambio [Danko 12].

Las **IDE** se muestra como un medio legal, organizativo, económico y técnico que proporcionan el acceso universal a los **SIG** con respecto a un área en particular, contribuyendo al uso eficaz de la “información” para el desarrollo sostenible de una zona en cuestión permitiendo la gestión racional de los recursos de geoinformación [Rossa11]. Dependiendo del área a ser cubierta por la **IDE**, puede tener diferentes características: que sean éstas a nivel mundial, nacional, regional o local.

La puesta en práctica de un proyecto **IDE** se materializa a través de un Geoportal, sitio que permite como mínimo

prestar servicios de: *visualización* (permitiendo la visualización de los datos a través de servicios Web y, opcionalmente, su consulta), *localización* (posibilitando la búsqueda de conjuntos de datos y servicios a través del contenido de sus metadatos) y de *Catálogo* (permitiendo la localización en un mapa a través de un nombre geográfico) [Velazco13]. El desarrollo y mantenimiento de un Geoportal, permite, tanto a productores como a usuarios de la información geográfica, el acceso, la disponibilidad, el uso, la reutilización y el intercambio de datos espaciales, así como el desarrollo de aplicaciones específicas online para la satisfacción de necesidades puntuales de la sociedad convirtiendo a la información geográfica en un bien de uso y beneficio común [Crompvoets04].

Uno de los objetivos de las **IDE** es poder compartir la **IG** que está dispersa en Internet con el objetivo de visualizarla o utilizarla al grado que permita el dueño de esos datos. Esto implica que las máquinas se entiendan entre sí (protocolos de comunicación compartidos) y los datos que se compartan deben ser entendidos y utilizados por todas las máquinas que los usen, es decir, debe de permitirse la interoperabilidad.

Ante esto, una de las principales motivaciones para el desarrollo de las **IDE** es hacer eficientes el trabajo con los datos geográficos. Para ello, se crean los estándares del Comité Técnico/211 del *International Organization for Standardization (ISO/TC211)*, el *Open Geospatial Consortium (OGC)*, y el *World Wide Web Consortium (W3C)* con los que se resuelven problemas derivados de la diferencia de formato de información, consiguiendo Interoperabilidad, es decir: “la capacidad de comunicarse, para ejecutar programas, o para transferir datos entre varias unidades funcionales de una manera que requiera al usuario tener poco o nada de conocimiento de las características únicas de esas unidades” [Vilches06].

Una de las especificaciones más utilizadas y extendidas es *Web Map Service (WMS)*. La intención de **WMS** es la de permitir la superposición visual de información geográfica compleja y distribuida en diferentes servidores. Estas especificaciones tienen como objetivo fomentar la interoperabilidad geoespacial.

2.2 Visualización de las IDE en la Web

La Web es un medio libre, tecnológicamente maduro y de extensión global para la comunicación entre los participantes, principalmente los publicadores y consumidores de información y recursos digitales. En la comunidad de las **IDE** pronto se han visto las ventajas de esta capacidad, y actualmente la Web está siendo usada como la plataforma base de la implementación tecnológica para las **IDE**. La publicación de forma distribuida de información y de recursos de información geográfica para su reuso es una de las características de una **IDE** [Florczyk12].

La habilitación de nuevas herramientas y tecnologías informáticas ofrecen nuevas oportunidades que contribuyen a los objetivos de las **IDE**, como por ejemplo el intercambio de conocimientos. En este aspecto, un “geoportal” es utilizado como uno de los elementos

constitutivos de una **IDE**. Un geoportales es el punto de acceso a los contenidos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Un geoportales se puede entender como “*un sitio Web, un punto de entrada a contenidos geográficos en la Web o, es decir, un sitio Web donde el contenido geográfico puede ser descubierto*” [Florczyk12].

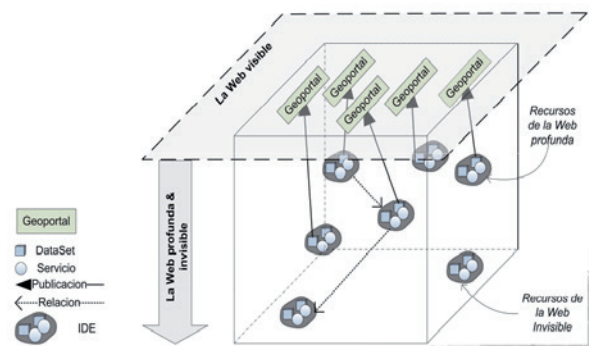


Figura 2: Geoportales como puntos de acceso a las IDE.
[Fuente: Florczyk12].

2.3 Servicios Web Geográficos

Aunque existen múltiples definiciones sobre lo que son los servicios Web, una posible sería hablar de ellos como un conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para Interoperar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer unos servicios [Márquez07].

En el ámbito geográfico, existen dos entidades activas que trabajan principalmente en el tema de normalización, en este aspecto: el *Open Geospatial Consortium (OGC)*, que es una agrupación de empresas, universidades y gobiernos. La otra es el *Comité Técnico 211 de la ISO*. La diferencia entre las dos es que **OGC** es un estándar abierto mientras que **ISO** es de pago.

El **OGC** está compuesto por centenares de empresas del sector que trabajan en la elaboración de estándares tecnológicos con el fin de generar un ambiente común para el intercambio de la información geográfica. Estos estándares pueden ser usados por cualquier persona u organización sin coste alguno. En relación con los servicios Web geográficos, el principal objetivo que persigue el **OGC** es que estos servicios se puedan ensamblar adecuadamente en entornos distribuidos con el propósito de obtener una adecuada interoperabilidad entre los mismo.

Desde el punto de vista de las **IDE**, al usuario no le interesa ya tanto descargarse los datos en su sistema, sino obtener directamente las respuestas que necesita y que un servicio le ofrece. Los servicios **IDE** ofrecen funcionalidades accesibles a través de una red con un simple navegador sin necesidad de disponer de otro *software* específico para ello [Duarte10].

Los servicios Web geográficos o geoservicios son una especialización de servicios Web, y como tal, son aquellos protocolos y estándares que definen las reglas de transmisión de información geográfica, de manera que se puedan compartir, difundir y utilizar de forma interoperable en distintas plataformas tecnológicas [Icde09].

Podemos observar que los servicios Web geográficos es uno de los componentes de mayor articulación en la construcción de las **IDE**, ya que permiten, de una manera práctica, que las instituciones participantes de dicha Infraestructura compartan y usen la información geográfica en el marco de estándares y políticas de **IG**.

Las especificaciones del **OGC** garantizan la interoperabilidad de contenidos y servicios de la información geográfica. En ellas, se definen vocabularios, sintaxis y comandos comunes para lograr la comunicación e Interoperabilidad entre clientes y servidores de distintas plataformas, formatos, *software*, marcas comerciales, etc. Existe una especificación **OGC** para cada geoservicio, que establece cómo debe ser estándar e interoperable. Entre estas especificaciones (o estándares), podemos citar como las más importantes:

- *Para la transferencia de datos:*
 - Servicios de mapas para la visualización (**WMS**).
 - Servicios de objetos geográficos en línea (**WFS**).
 - Servicio de coberturas (**WCS**).
- *Para el acceso a los datos:*
 - Servicios de catálogo (**CSW**) para descubrir información geográfica a través de *metadatos*.
- *De integración de datos:*
 - Lenguaje de Marcado Geográfico (**GML**) en **XML** para definición y estructuración de datos geográficos en línea.

2.4 Herramientas SIG como Soporte al Ordenamiento Territorial

El Ordenamiento Territorial es un proceso estratégico orientado al futuro, sustentado en criterios racionales para la toma de decisiones.

En países como Colombia, el Ordenamiento Territorial (**OT**) constituye un instrumento que expresa la dimensión espacial de las políticas sociales, económicas, culturales y ecológicas, con múltiples objetivos, entre los cuales sobresalen el desarrollo socio-económico y equilibrado del territorio con equidad entre hombres y mujeres, mejoramiento de la calidad de vida y de la seguridad ciudadana y humana de sus habitantes, la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del ambiente y la utilización racional y diferenciada del suelo, entre otros [Sdpb09]. El **OT** se constituye como la carta de navegación para ordenar el territorio, tanto en el suelo urbano como en el suelo rural, pudiéndose expresar en un modelo espacial de ocupación del territorio a consolidar en el largo plazo, acompañado por un conjunto de herramientas que posibilitan supuesta en marcha, a través de la definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo, en función de los objetivos económicos, sociales, urbanísticos y ambientales de la región.

Pero para realizar una adecuada gestión del territorio, es necesario definir la localización y características de las cosas del mundo real, del mundo que nos rodea, de

manera que se pueda ver, interpretar y analizar la complejidad del medio tanto natural como humano. De esta forma se podría generar información que permita tomar decisiones con el fin de realizar un uso adecuado de los recursos, y de la misma forma optimizarla planificación y la gestión de distintas actividades que contribuyan al desarrollo consensual de la población.

Por otro lado, los mapas se han convertido en algo habitual, y cualquier recurso puede ser localizado sobre uno de ellos. Geolocalizar es como bien, dice su palabra, localizar un punto es un lugar concreto, en un mapa. Actualmente, es muy común hablar de georreferenciación o geolocalización, que consiste simplemente en conocer la ubicación geográfica de algo o de alguien de manera automática a partir de unas determinadas coordenadas.

No obstante, aunque existen un gran número de instrumentos que nos faciliten determinar ubicación en forma de coordenadas (latitud, longitud) como los **GPS** o los dispositivos móviles de última generación, Internet, también nos ofrece servicios basados en localización. Ejemplo de ello es *Google Maps* [maps.google.com/] que nos ofrecen geolocalización sin necesidad de disponer de un dispositivo **GPS**, navegador o móvil, simplemente con una conexión a Internet, desde el navegador (*Internet Explorer, Chrome, Firefox, Opera*), usando el **API** de geolocalización que tiene *Google*. De tal manera que si necesitamos ir de un sitio (lugar) a otro, gracias a esta tecnología, solo tenemos que decir a dónde vamos, pues por medio del servicio de geolocalización ya se sabe dónde estás y posiblemente a donde llegar.

Sin duda, *Google Maps* es una de esas herramientas que han evolucionado el mundo de la geolocalización, permitiendo que sus usuarios vean a escala un lugar específico del globo.

La difusión de *Google Maps* y de *Google Earth* (earth.google.com/), junto con sus programas interfaces (**API**) han estimulado a los usuarios a desarrollar usos de Web que permiten visualizar y tener acceso a **IG** de un modo más rápido, fácil y eficaz.

2.5 Propuesta para la creación del Geoportal IDE del Municipio Colombiano Chinácota

Chinácota es un Municipio ubicado en el Departamento de Norte del Santander, distante 39,7 km de su capital Cúcuta y 586 km de Bogotá (capital de Colombia). El territorio municipal se encuentra ubicado en el valle de la cordillera oriental, a 7°37' latitud norte y 72°36' longitud oeste, del *Meridiano de Greenwich*. El Municipio de Chinácota pertenece a la subregión sur-oriental del departamento Norte de Santander, con una extensión total de 166.64 Km², extensión área urbana: 3.8 Km², extensión área rural: 162.84 Km².

En el transcurso de los años, el Municipio de Chinácota, a través de su Administración, ha emprendido una serie de esfuerzos para generar información espacial que le permita conocer cómo proyectar eficazmente el desarrollo de su territorio. De esta manera, las diferentes dependencias de la Alcaldía (Ayuntamiento) de Chinácota obtienen y mantienen información espacial imprescindible para el desarrollo de sus actividades, y que

a su vez puede ser aprovechada por los diferentes entes (públicos y privados) actuantes en el Municipio y por la ciudadanía en general.

Sin embargo, estos esfuerzos no siempre se han hecho de manera conjunta, lo cual han llevado a ocasionar una serie de inconvenientes en la gestión de dicha información. La interacción de estos inconvenientes (falta de integración de la información, duplicidad de esfuerzos, manejo de diversos sistemas de coordenadas, incompatibilidad entre los mismos, ausencia de políticas y estándares para la gestión de datos, etc.) dificulta sustancialmente el diagnóstico requerido para una adecuada y óptima planificación y gestión del territorio.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, sumados a la imperiosa necesidad de revisión, modificación y ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial (**POT**) del Municipio de Chinácota, por medio de este proyecto, pretendemos proponer un "modelo de Geoportal IDE" como puerta de entrada a la que puede ser la "Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Chinácota – **IDECHINÁCOTA**". Este gran esfuerzo debe ser visto como un instrumento que permitirá identificar de manera constante la dinámica, expansión, procesos, proyectos y necesidades del Municipio, en su componente Urbano y Rural, para disponer de elementos interoperables y georreferenciados, relevantes, oportunos y confiables que le faciliten a las autoridades municipales obtenerla más acertada toma de decisiones en beneficio del Municipio y sus habitantes, posibilitando así el desarrollo sostenible de los mismos.

Ante esto y teniendo en cuenta que la información geográfica juega un papel muy importante en el desarrollo de la sociedad, los entes municipales deben considerar de vital importancia los avances tecnológicos que conduzcan a facilitar al ciudadano el acceso a la información, como una oportunidad para potenciar las Infraestructuras de Datos Espaciales con información correspondiente al ámbito local, permitiendo así, que municipios como Chinácota, puedan estar en una posición de privilegio para su potencial incorporación en la **IDE** de Colombia y poder convertirse en una administración pionera y de referencia en este ámbito a nivel regional.

La puesta en práctica de un proyecto **IDE** se materializa a través de un **Geoportal** que ofrezca como mínimo tres servicios: de *visualización* (a través de serviciosWeb), de *localización* (búsqueda de conjuntos de datos y servicios a través de sus metadatos) y de *Catálogo* (localización a través de un nombre geográfico).

No podemos negar que una Infraestructura de Datos Espaciales es mucho más que un Geoportal, pero en este proyecto nos enfocaremos especialmente a esta herramienta.

El desarrollo y mantenimiento de un Geoportal permite tanto a productores como a usuarios de la información geográfica, el acceso, la disponibilidad, el uso, la reutilización y el intercambio de datos espaciales, así como el desarrollo de aplicaciones específicas *online* para la satisfacción de necesidades puntuales de la sociedad, convirtiendo a la información geográfica en un bien de uso y beneficio común [Crompvoets04].

Así, pues, un Geoportal es un sitio Web cuyo objetivo es ofrecer al usuario, de forma práctica e integrada, el acceso a una serie de recursos y servicios basados en información geográfica, resolviendo en las **IDE** la conexión física y funcional entre los almacenes de datos geográficos y los usuarios de información geográfica [Bernabé07], favoreciendo la interoperabilidad, integración, e intercambio de información entre ciudadanos, instituciones o agentes sociales. Con el auge de las **IDE**, estos servicios han aumentado considerablemente su potencialidad, tanto por la prestación del servicio (desarrollos sobre servicios Web geográficos estandarizados **OGC**: **WMS**, **WFS**, **WCS**, Catálogos,...) como por la posibilidad de ser invocados tanto desde el Portal propio como desde otros externos.

2.6 Fase de Análisis: Identificación y Selección de Alternativas

Para lograr concretar un modelo de trabajo razonable, se determinaron las necesidades principales en cuanto al funcionamiento y características tecnológicas del sistema, así como el análisis de la información existente para alimentar la base de datos geográfica. Este análisis permitirá a los gestores públicos contar con criterios claros para la fase de implementación completa del sistema y prepararse en función de los requerimientos tecnológicos.

1. **Análisis del software necesario.** En los últimos años, el *software* libre y abierto cobran cada vez más fuerza como alternativa real y posible ante el *software* propietario. Este tipo de *software* permite a los usuarios el acceso al código fuente, modificarlo, corregirlo, mejorarlo, adaptarlo y redistribuirlo en función de sus necesidades. Cuando se tiene un modelo de *código libre/abierto*, se previene, entre otras cosas, el reinventar opciones, duplicar trabajo, reducir tiempo de distribución; permitiendo que el trabajo del *software* ya hecho pueda ser reutilizado en otras actividades.
2. **Sistemas Gestores de Bases de Datos.** Una base de datos se muestra como un conjunto de datos relacionados entre sí. Los Sistemas de Gestión de Bases de Datos (**SGBD**) son un tipo de *software* muy específico dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan, y que permiten almacenar y posteriormente acceder de forma rápida y estructurada a la información contenida en una base de datos. A partir de la utilización de un **SGBD**, se integra la **IG**, junto a información alfanumérica asociada y otros tipos de información.
3. **Análisis sobre el Servidor Web.** Un servidor Web será el encargado en contestar todas aquellas peticiones de ejecución que le haga un cliente o un usuario, de forma adecuada, entregando como resultado ya sea una página Web o cualquier otro tipo de información de acuerdo con los comandos solicitados.
4. **Análisis sobre el Servidor de Mapas.** Los servidores de mapas permiten la interacción con la información

espacial almacenada en servidores de datos espaciales accesibles vía Web. Un servidor de mapas se encarga de atender las peticiones del servidor Web para acceder a la información geográfica y desplegar la misma a los clientes del sistema. El desarrollo de los servidores de mapas ha sido paralelo al desarrollo de aplicaciones en Internet y a su integración con tecnologías de **SIG**, por lo cual existe una amplia variedad de posibilidades y desarrollos.

3 Resultados

3.1 Transferencia Tecnológica Final

Las aplicaciones y tecnologías propuestas para la implantación de la arquitectura del Geoportal, se sustentan completamente en *software* libre. En lo correspondiente a las aplicaciones, se proponen las siguientes:

1. **Servidor de Bases de Datos.** De acuerdo con el análisis realizado sobre el sistema gestor de bases de datos (entre *MySQL*¹ y *PostgreSQL*²), se considera que *PostgreSQL* resulta ser la mejor opción como Sistema Gestor de Bases de Datos junto con la extensión espacial *PostGIS*³. Este Sistema Gestor de Bases de Datos Objeto-Relacional, con más de 16 años de desarrollo activo, en donde su estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares se exponen como las características más destacables durante su desarrollo. *PostgreSQL* funciona muy bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema, mostrándose hoy día como el sistema libre más avanzado, fiable y con gran diferencia, soporta la mayoría de las transacciones **SQL**, control concurrente e integridad de datos. La extensión espacial *PostGIS*, es un proyecto separado que ofrece el soporte de objetos geográficos y funciones geométricas y topológicas para el tratamiento de los datos espaciales basados en Estándares **OGC** (*Open Geospatial Consortium*).
2. **Servidor de Mapas.** Se propone la plataforma de código abierto *MapServer*⁴, (sobre *GeoServer*⁵ y *MapGuide*⁶) como aplicación intermedia que permita servir los datos espaciales a través de servicios Web geográficos (**WMS**, **WFS**) a los clientes del sistema. *MapServer*, originalmente desarrollado por la Universidad de Minnesota, permite el acceso a la base de datos espacial y publicación de la información geográfica de acuerdo con los Estándares del **OGC** (*Open Geospatial Consortium*). Este servidor de mapas posibilita la integración de todas las fuentes de datos geográficos *ráster* y *vectorial* del sistema para proporcionar la

¹*MySQL*, página principal del proyecto [www.mysql.com]

²*PostgreSQL*, página principal del proyecto [www.postgresql.org]

³*PostGIS*, página principal del proyecto [<http://postgis.refrains.net/>]

⁴*MapServer*, página principal [www.mapserver.org/]

⁵*Geoserver*, página principal del proyecto [geoserver.org/]

⁶*Mapguide*, página principal del proyecto [mapguide.osgeo.org/]

renderización (proceso de generar una imagen desde un modelo), ya sea como imágenes georreferenciadas o vectores a los visores Web de mapas en la aplicación, o a los clientes que soporten estos Estándares. Desde este punto de vista, *MapServer* brinda la suficiente estabilidad, desempeño, flexibilidad y escalabilidad para el desarrollo del módulo de información geográfico del Geoportal con las ventajas que representa el código abierto en coste y adquisición junto con la libertad para modificarlo y utilizarlo.

3. **Servidor Web.** Se considera que la aplicación intermedia encargada de comunicar las peticiones del cliente con las respuestas de los servidores de aplicaciones es *Apache HTTP Server*⁷, por ser uno de los más potentes del mercado, ofreciendo una perfecta combinación entre estabilidad y sencillez. Por otro lado, corre en una multitud de Sistemas Operativos, lo que hace de éste prácticamente una herramienta universal. Es una tecnología gratuita de código abierto. Es un servidor altamente configurable de diseño modular. Es muy sencillo ampliar sus capacidades. Trabaja con una gran cantidad de lenguajes. Permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el Servidor.
4. **Servicio Web de Mapas.** Se considera la aplicación *gvSIG*⁸. En la actualidad una de las mejores herramientas para Sistemas de Información Geográfica (SIG) desarrollado en *software* libre. Entre sus múltiples funcionalidades se encuentra la posibilidad de conectar con Servidores que ofrecen **WMS** permitiendo la visualización de la imagen cartográfica con la ventaja de poder mostrar la leyenda con múltiples niveles de desagregación. Aparte, combina la visualización con las funcionalidades de una herramienta **SIG**: posibilidad de combinar capas, de montar nuevas capas teniendo el **WMS** como referencia, de obtener información sobre los elementos identificados en el propio Servicio **WMS** (*GetFeatureInfo*), etc. *gvSIG* permite al usuario publicar información geoespacial y metadatos a través de Servicios Web estándares **OGC**, desde la propia interfaz de *gvSIG* y sin necesidad de hacerlo directamente sobre el *software* del servidor correspondiente.

4 Conclusiones

Basados en la idea de definir un modelo que pudiese integrar tecnologías facilitadas por los servicios Web con aquellos que son proporcionadas por los Sistemas de Información Geográfica (**SIG**), se proponen estas tecnologías a modo de herramientas para la visualización, manejo y análisis de la información geográfica, como instrumento válido y eficaz para los administradores públicos como ayuda en la toma de decisiones para una óptima y adecuada gestión y planeación del territorio.

⁷*Apache HTTP Server*, página principal del proyecto [www.apache.org/]

⁸*gvSIG*, página principal del proyecto [www.gvsig.org/]

Esta transferencia tecnológica da cabida a la creación del **Geoportal IDE** del municipio de Chinácota, ubicado en el departamento Norte de Santander al nororiente de Colombia. Este **Geoportal IDE**, servirá como puerta de entrada a futuro de la Infraestructura de Datos Espaciales del municipio y de la región.

Las aplicaciones y tecnologías propuestas para la implantación del **Geoportal IDE** están basados en un modelo cliente-servidor de tres niveles y se fundamentan en el uso del *software libre y abierto*, cuyo fin será el de prestar una serie de servicios que sirvan como soporte a la hora de tomar decisiones viables y acertadas en cuanto a una apropiada Gestión y planificación del territorio del municipio de Chinácota y en lo posible de la región.

Entre los servicios que logrará prestar el Geoportal se encuentran:

- Servicio de Información General.
- Servicios Web de Información Espacial.
- Servicios Cartográficos.
- Servicios de Georreferenciación.
- Servicios de Documentación.
- Servicios de Noticias.
- Visor Cartográfico.

Creando la posibilidad de obtener grandes ventajas y beneficios que se podrán palpar al momento de implementar esta propuesta de **Geoportal IDE**, fundamentada únicamente en *software* libre, como gran alternativa al *software* comercial y sus elevados costes económicos, posibilitando al municipio de Chinácota ser pionero en el desarrollo y establecimiento de herramientas tecnológicas de estas características, que sin duda servirá como instrumento válido para favorecer la toma de decisiones en lograr una apropiada gestión y planificación del Territorio y de la región en general.

Referencias bibliográficas

- [Bañares01] BAÑARES, J., BERNABÉ, M., GOULD, M. *et al. Aspectos Tecnológicos de la Creación de una Infraestructura Nacional Española de Información Geográfica* 2001. Disponible en: [http://redgeomática.rediris.es/metadatos/publica/articulo03.htm] [Consultado en: Junio 23, 2012].
- [Bernabé07] BERNABÉ POVEDA, M.A. MOYA HONDUVILLA, J, MANRIQUE SANCHO, M.T. "La Usabilidad de los Geoportales: Aplicación del Diseño Orientado a Metas (DOM)". Grupo de Investigación MERCATOR – Universidad Politécnica de Madrid. ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía. 2007. Pg. 1-12.
- [Crompvoets04] CROMPVOETS, J., BREGT, A., RAJABIFARD, A., and WILLIAMSON, I. "Assesing the worldwide developments of national spatial data clearinghouses". En: *International Journal Geographical Information Science*, 2004. Vol.18, Pg. 25.

- [Danko12] DANKO, David M., KRESSE, Wolfgang. "Cap. 12. Geospatial Metadata". En: *Springer Handbook of Geographic Information*. New York: Springer, 2012. Pág. 362.
- [Doménech10] DOMÉNECH QUESADA, Juan Luis, y SANZ LARRUGA, Francisco Javier. *Guía para la Implementación de un Sistema de Gestión Integrada de Zonas Costeras*. España, Netbiblo, S.L., 2010. Pág.120.
- [Duarte10] DUARTE, Alicia. "Geoservicios del Open Geospatial Consortium". *Infraestructura de Datos Espaciales, Provincia de Santa Fe, Uruguay*. Disponible en:
[<http://www3.neuquen.gov.ar/COPAIDE/idera/pdfs/geoservicios-ogc-idera-4.pdf>] [consultado en: mayo 23, 2012].
- [Icde09] Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. "Geoservicios". 2009. Disponible en:
[<http://www.icde.org.co/Web/guest/wiki/wiki/Wiki%20de%20la%20ICDE/Geoservicios>] [consultado en: 23 mayo, 2012].
- [Florczyk12] FLORCZYK, Aneta Jadwiga. "Search Improvement within the Geospatial Web in the context of Spatial Data Infrastructures". Director: ZARAZAGA-SORIA, Francisco Javier [tesis doctoral] Universidad de Zaragoza. Departamento de Ciencias de la Computación, 2012.
- [Folge09] FOLGE, Peter. *Geospatial Information and Geographic Information Systems (GIS): Current Issues and Future Challenges*. Congressional Research Service, USA. 2009. Pág. 7.
- [Gómez05] GÓMEZ DELGADO, Montserrat y Cano Barredo, José Ignacio. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*, Editorial Ra-Ma, Segunda edición, Madrid, España, 2005. PG. 21.
- [GUIMET03] GUIMET, J. "Internet, información y territorio". En: *Proceedings del 1er Congreso Internacional sobre Territorio y Ciudad. La metropolis presente y futura*. Barcelona, 2003.
- [Kresse12] KRESSE, Wolfgang, Danko, David, Fadaie, Kian. "Cap. 13 Standardization". En: *Handbook of Geographic Information*. Editorial Springer. New York, 2012, pg. 394.
- [Moya07] MOYA HONDUVILLA, Javier. "Análisis y Diseño de Alternativa al Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Aplicación de la Metodología de Diseño Orientada a Metas (DOM) de Cooper". [Proyecto Fin de Carrera]. Director: RODRIGUEZ-PASCUAL, Antonio F. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía. Madrid, Febrero 2007. A01, Pg. 6.
- [Márquez07] MÁRQUEZ SOLÍS, Santiago. *La Web Semántica: Web Semántica y Servicios Web Semánticos*. Primera Edición. 2007. Pg. 50.
- [Rossal1] ROSSA, Maciej, LITWIN, Leszek. *Geoinformation Metadata in Inspire and SDI: Understanding*. New York: Publishing Springer, 2011. Pg. 7.
- [Tsoa09] TSAO Santín, Francisco Javier. "Introducción a los servicios OpenGIS". En: *IX Jornadas sobre Software Libre*. Grupo de Programadores y Usuarios de Linux - Grupo de Ingeniería Cartográfica de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 21 de Abril de 2009.
- [Sdpb09] Secretaria Distrital de Planeación de Bogotá. "Abc del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. Nociones básicas y elementos para su revisión". 2009. Pg. 1-41. Disponible en:
[[http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/POT/QueEs/abc_del_POT\(Final%EDsimo-Feb-23-09\)ERG.pdf](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/POT/QueEs/abc_del_POT(Final%EDsimo-Feb-23-09)ERG.pdf)].
- [Velazco13] VELAZCO FLÓREZ, Sandra Yanet, JOYANES AGUILAR, Luis, MONTENEGRO MARÍN, Carlos Enrique. "Herramientas y servicios Web geográficos como instrumentos de gestión territorial". *Revista TECCENCIA*, Vol. 7, No. 14 (2013) Escuela Colombiana de Carreras Industriales, Bogotá D.C., Colombia.
- [Vilches06] VILCHES BLÁSQUEZ, L., RODRIGUEZ PASCUAL, A., BERNABÉPOVEDA, M. "Ingeniería ontológica: el camino hacia la mejora del acceso a la información geográfica en el entorno Web" En: GRANELL, Carlos, GOULD Michael. *Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Treballs D'Informàtica i Tecnologia, Núm 26, Universidad Jaume I. Ponencias presentadas en las III Jornadas Técnicas de la IDEE, Castelló de la Plana. 2006. Pág. 96.
- [Weng10] WENG, Qihao. *Remote sensing and GIS Integration: theories, methods, and applications*. New York, McGraw-Hill, 2010.
- [Zapata09] ZAPATA JARAMILLO, Carlos Mario, GONZÁLEZ CALDERÓN, Guillermo, MARÍN MORALES, María Isabel. "Un caso de Estudio en Interoperabilidad entre Sistemas de Información Geográfica". En: *Sistema de Información Científica, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. Redalyc, Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Colombia, Vol. 8, núm. 15, julio-diciembre, 2009. Pg. 11-20 Disponible en:
[<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=75017199003>].

Modelo para la creación de escenarios en sistemas de soporte a las decisiones, aplicando simulación de procesos transaccionales

Dr(c). Víctor Manuel Cornejo Aparicio^{1,2} Dr. Javier Tejada Cárcamo^{1,3}

vcornejo5@hotmail.com, jtejada@itgrupo.net

¹Universidad Nacional San Agustín de Arequipa

Av. Independencia S/N - Cercado

²Universidad Alas Peruanas Filial Arequipa

Urb. Daniel Alcides Carrión G-14 Dist. José Luis Bustamante y Rivero

³IT Software Consulting

Calle Jerusalen 101 - Yanahuara

Arequipa – Perú

Resumen: El presente trabajo de investigación propone un modelo para la generación de escenarios por medio de simulación a ser empleado en la construcción de sistemas de soporte a las decisiones en función a generación de data almacenada por los procesos transaccionales donde dicho modelo estará provisto del método para la identificación de las variables aleatorias a emplearse en los procesos de simulación. Adicionalmente, contar con las respectivas técnicas para la selección de elementos, dato de una variable aleatoria, con lo que se podrá emplear elementos de análisis y evaluación de sistemas reales tan solo con el redireccionamiento de dichos sistemas reales hacia las nuevas fuentes de datos simuladas.

Palabras clave: Sistemas de Soporte a las Decisiones, Sistemas Transaccionales, Simulación de Sistemas, Creación de Escenarios.

Abstract: This research work proposes a model for the generation of scenarios through simulation to be used in building support systems decisions based on stored data generation for transactional processes, where the model will be provided with the method for identifying the random variables used in the simulation process additionally having the respective techniques for the selection of data elements of a random variable, whereby elements may be employed for analysis and evaluation of real systems so forwarding only those real systems to new data sources simulated.

Keywords: Decision Support Systems, Transactional Systems, Simulation Systems, Creating Scenarios.

1 Introducción

Las instituciones que hoy día buscan el liderazgo en el rubro en el que se desarrollan, regularmente están provistos de herramientas que les permiten desarrollar sus actividades de producción o servicios [1] [2]. Estas están provistas de mecanismos que se acoplan a sus procesos productivos, adicionalmente, no es extraño, que sus acciones sean registradas en sistemas computacionales que, en el ínterin de su funcionalidad, graben datos originales y directamente de las fuentes que generan la información que trabajan. A estos sistemas se les denomina “sistemas transaccionales” [1] que, vistos desde el punto de vista de la clasificación de sistemas, solamente registran los datos primarios que posteriormente son empleados para resolver problemas de diversa índole y nivel en la organización, para lo cual las instituciones que tienen estos mecanismos implementados, cuentan con diversos sistemas computacionales que lo emplean para revisar, evaluar y posteriormente, tomar decisiones desde temas medianamente complejos, hasta cuestiones del más alto nivel [3].

Cabe destacar que estos sistemas son de uso común por los autores de decisiones a los diversos niveles. No requieren mayor entrenamiento para que puedan explotar la información generada en sus sistemas transaccionales, y por lo cual al crear, por medio de simulación, esta data transaccional (nuevo escenario), y si los sistemas de uso cotidiano tienen la capacidad de redireccionar hacia esta data simulada, podrían evaluar la situación que presente

esta información ficticia, proveyendo un escenario simulado con condiciones establecidas, el cual puede ser materia de elementos de juicio para la toma de decisiones al nivel que corresponda el análisis.

2 Composición del modelo

De forma contextual, el modelo se compone de tres capas: la primera referida a la materia del asunto del negocio, el cual debe ser susceptible de réplica algorítmica; la segunda capa está referida a la identificación de variables aleatorias, para lo cual se cuenta con un método propuesto, y por último, se debe escoger la técnica de selección de variable aleatorias más adecuada al proceso que se desea simular. La constitución del modelo se presenta en la figura siguiente:

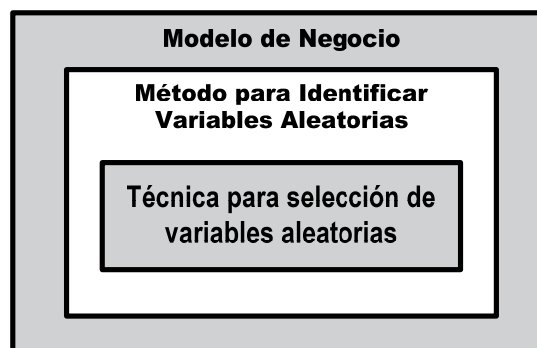


Figura 1. Esquema de la Composición del Modelo.