

Análisis e implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Caso de estudio: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del catón Guachapala

Jaime Veintimilla-Reyes*1 , Franklin Avila L.**2

¹ Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca

² Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca.

Resumen. Este artículo pretende constituirse en herramienta para todas aquellas personas que desean incursionar en el campo de las infraestructuras de datos espaciales (IDE) ya que en él se indica paso a paso todos los componentes necesarios para la instalación y puesta en marcha de una IDE, así como también las diferentes formas con las que se puede realizar una correcta configuración de cada una de sus partes.

El equipo técnico de la Municipalidad de Guachapala ha trabajado sistemáticamente en la generación de información geoespacial representado en los diferentes mapas que conforman el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial; la misma que se constituye en información muy importante que no puede terminar almacenada en una PC al alcance de pocos, por el contrario la intención de este proyecto es ponerla a disposición de toda la ciudadanía y la mejor forma de hacerlo es a través de una IDE respetando las normas y estándares a nivel internacional vigentes para la información geográfica, la misma que proporciona al usuario una amplia gama de herramientas principalmente para la visualización, consulta y descarga de Información Geográfica de una manera más rápida, efectiva y en el momento que lo requiera.

Para el desarrollo del presente caso de estudio se usó en su totalidad software libre, ya que se tiene libertad para usarlo para cualquier propósito y sin restricciones; cada día las tecnologías libres juegan un papel fundamental en la construcción de las IDE, superando en implantación en muchos casos a tecnologías privativas. Si en las IDE se habla de compartir datos, con todas las ventajas que ello conlleva, con el software libre se habla de compartir tecnología.

1 Introducción

Cuando se dispone de información georreferenciada y se tiene la necesidad de publicar dicha IG, la forma más adecuada para hacerlo es a través de una infraestructura que permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable. Estándar significa que

cumple unas reglas generales que dan la posibilidad de gestionar componentes del mismo tipo y de la misma manera [Ariza López, A., Rodríguez Pascual, 2008]. Si un usuario descarga un río en un formato y sistema de referencia determinado debería poder cargarlo en un SIG con el resto de sus datos sin ningún problema. La interoperabilidad se refiere a que si se dispone de un conjunto de sistemas que gestionan IG y que mediante protocolos e interfaces estándares permita acceder a los datos en remoto. ¿Y de qué estándares se trata? Los esenciales son los estándares aplicables a la IG: la familia de normas ISO 19100 y las especificaciones del Open Geospatial Consortium (OGC). Los recursos informáticos del sistema pueden ser programas, catálogos de datos, catálogos de servicios, servidores de mapas, de fenómenos o de coberturas, páginas web, etc.

Se detallan a continuación:

“La definición clásica de una IDE es básicamente tecnológica, ya que la presenta como una red descentralizada de servidores, que incluye datos y atributos geográficos; metadatos; métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos (catálogos y cartografía en red) y algún mecanismo para proporcionar acceso a los datos espaciales. Pero puede ser útil considerar una definición más de tipo organizativo, que vendrían a decir que el término IDE se utiliza para denotar el conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información espacial. En este sentido se entiende que el término infraestructura lo que quiere es enfatizar la existencia de un entorno solvente y sostenido que garantice el funcionamiento del sistema.” “La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es considerada como un conjunto de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar el acceso a información espacial, constituyéndose en una base para la búsqueda, visualización, análisis y aplicación de datos espaciales a todos los niveles; teniendo en cuenta que sus componentes son: tecnologías, marco institucional, políticas de datos y los estándares establecidos.” El concepto más amplio en cuanto a la Infraestructura de Datos Espaciales está directamente relacionada con la nueva era tecnológica, ya que se la presenta como una red descentralizada de servidores, que incluye Datos (datos fundamentales, datos básicos, datos de valor agregado o temáticos); metadatos; métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos y servicios (WMS, WFS, WCS, etc.) para proporcionar acceso a los datos espaciales. La Infraestructura de Datos Espaciales es una colección de tecnologías relevantes de base, políticas y estructuras institucionales que faciliten la disponibilidad y acceso a la información espacial. La finalidad última es conseguir la democratización de la información. Es decir que todos los usuarios tanto especialistas como los que no lo son puedan disponer de la IG. Por ello debemos mejorar las interfaces de usuario para aumentar la usabilidad de esta información [Aronoff, 1993]. Es importante mencionar que en algo tan complejo como la IG, los componentes técnicos necesitan estar arropados por un marco legal, una sea sostenible en el tiempo y adaptable a los cambios tecnológicos. En este sentido (GINIE, 2003) habla de una IDE como un marco de políticas, disposiciones

institucionales, tecnologías, datos y personas que hacen posible al compartir y usar IG de modo eficaz.

1.1 Objetivos de una IDE

Con la puesta en marcha de las IDE se consigue que un usuario (experto o inexperto) pueda realizar si se cumplen los estándares las siguientes tareas [Beguin, 1994]

- Buscar la IG que hay disponible en una zona geográfica.
- Visualizar y superponer mapas, ortofotos, MDT y datos geográficos, con distintos sistemas de referencia y formatos, y con propiedades heterogéneas.
- Buscar una entidad geográfica por su nombre y ver dónde se ubica.
- Acceder a las entidades geográficas en un formato estándar.
- Realizar operaciones de análisis básicas, como enrutamiento, cálculo de perfiles.
- Realizar transformaciones de un modelo de datos a otro diferente.
- Descargar los datos que se precisen para analizarlos en un SIG

Los objetivos de una IDE son:

- Garantizar la producción ordenada de la información geoespacial.
- Facilitar el acceso y uso de la información geoespacial.

- Implementar medios o instrumentos de gestión (clearinghouse), bases de datos compartidas (nodos) u otros que permitan el intercambio, acceso, uso y actualización permanente de la información geoespacial.

1.2 Componentes de una IDE

En cualquier contorno espacial y temático (a más del componente geográfico formado por los datos, metadatos y servicios), un aspecto fundamental es la organización, responsable de ordenar, regular, estructurar y armonizar el resto de componentes de una IDE (hardware, software, marco legal, etc) para que todo funcione correctamente [Bernabé, 2006].

Debe preverse en la organización un componente tecnológico capaz de:

- La creación de un organismo colectivo, compuesto por el conjunto de actores que conforman la IDE en igualdad de voz y voto.
- La aprobación de un marco legal adecuado que promueva y regule la implementación de una IDE. La definición de los convenios, alianzas y acuerdos de colaboración necesarios para aumentar la disponibilidad de datos y servicios espaciales.
- Los acuerdos entre los productores de IG, principalmente entre los productores oficiales, para la generación y mantenimiento de la IG.
- Establecer los estándares y normas necesarios para que los sistemas y servicios de datos puedan ser interoperables.
- Realizar la coordinación del conjunto de herramientas y mecanismos informáticos (hardware, software, comunicaciones) que permitan que la red sea operativa y se pueda buscar, consultar, acceder, obtener y usar datos geográficos.
- Por último hay un componente social o conjunto de actores que intervienen en una IDE (productores, proveedores de servicios, desarrolladores, intermediarios, usuarios) cada uno con el rol que le corresponda en una comunidad colaborativa.

1.2.1 El componente político

Una IDE es un proyecto colectivo en el que participan variedad de actores, y necesita de iniciativas y actuaciones legales que establezcan y regulen su desarrollo [Cano, 2010].

Necesidad de un organismo colectivo En un proyecto IDE intervienen la

Administración, la empresa privada, la universidad y los usuarios, con intereses propios y particulares. Por lo que es importante que sus iniciativas y actuaciones estén coordinadas e integradas en un contexto más amplio, con pleno reconocimiento ante terceros interesados y con efectos jurídicos y técnicos de conformidad con la normativa aplicable en el ámbito territorial. Pero, ¿quién o qué autoridad tiene competencia para esta tarea de regulación? Una solución sería que dicha labor la cumpla un organismo colectivo, en el que todos los actores estuvieran representados y además se sientan cómodos.

La importancia de la existencia de un marco legal El establecimiento de un marco común y la necesidad de coordinación entre todos los agentes implicados, son las que hacen necesario el marco legal para sostener el proyecto IDE. El marco legal establece las competencias, el régimen jurídico, los requisitos de colaboración entre organismos públicos, la política general de datos a adoptar, en el ámbito de la cartografía y de la IG de los organismos implicados [Chuvieco, E., Bosque, J., Pons, X., Conesa, C., Santos, J.M., Gutiérrez, J., 2005].

1.2.2 El componente tecnológico

En los proyectos IDE, usamos arquitectura cliente-servidor, en la que una serie de clientes (navegadores web) solicitan una serie de servicios a ordenadores-servidores remotos.

Lenguajes de transferencia y comunicación: La estructura principal de las páginas que se muestran a través del internet es una estructura de etiquetas, en la que se asigna un valor a cada una de ellas. En el ámbito de las IDE es importante destacar dos lenguajes:

- XML: es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el W3C.
- GML: es un dialecto de XML para el modelado, transporte y almacenamiento de la IG.

Concepto de interoperabilidad. Normas y estándares: Uno de los objetivos de las IDE es que se pueda compartir la IG procedente de diversas fuentes a través de Internet. Para ello es necesario que los sistemas se entiendan entre sí, y además que los datos que se compartan sean inteligibles y comparables para cada uno de los sistemas que se usan. Para conseguir este objetivo se establecen estándares que facilitan la interoperabilidad necesaria para que los datos, servicios y recursos de una IDE puedan utilizarse combinados y compartidos.

1.2.3 El componente geográfico

La descripción geográfica de un territorio y de un fenómeno que sobre ella ocurren, exigen la existencia de un conjunto de datos de los que se conozcan también las características de calidad, actualidad, procedencia, etc. Con dichos datos se puede ofertar servicios en su publicación en internet [Delgado Fernández T., 2009].

Los datos: Los datos geográficos que se utilizan en las IDE pueden clasificarse en:

- Datos de referencia: son los datos fundamentales que sirven de base para construir o referenciar otro conjunto de datos temáticos.
- Datos temáticos: son elaborados a partir de los datos de referencia, adicionando nueva información, describen hechos concretos como por ejemplo la hidrografía.

Los metadatos: Ellos informan sobre las características de los datos y servicios

geográficos.

- Metadatos de datos, describen las características de datos geográficos: la escala, el sistema de referencia, fecha de creación, su autor, etc.
- Metadatos de servicio, describen características del servicio. Para el servicio WMS: la dirección URL, la organización, el tiempo de respuesta, etc.

Los servicios: En la norma ISO 19119:2005 aparece la definición de servicio: “servicio es una parte distinguible de la funcionalidad proporcionada por una entidad a través de una interfaz”. Para nuestro entender geomático se puede decir que un servicio web no es más que una aplicación web que está permanentemente ejecutándose en un servidor, accesible desde internet, y cuando recibe una petición en el formato adecuado entrega la respuesta correspondiente [Ordóñez Galán C., 2003]. Una IDE está conformada por una serie de servicios web que ofrecen funcionalidades útiles para todos los usuarios a través de un simple navegador de internet y en el que se puede: visualizar, consultar, analizar y descargar de datos geográficos. El OGC(Open Geospatial Consortium) es el organismo encargado de elaborar documentos técnicos, los principales servicios especificados por este consorcio se pueden ver claramente en la figura 1 y son listados a continuación:

- Servicio Web de Mapas (WMS): Su principal objetivo es visualizar la IG almacenada en los servidores de datos de las instituciones que conforman la IDE. Este servicio es solicitado por medio del navegador web del usuario en forma de URL. Los mapas generados por los WMS pueden visualizarse a través de un navegador web (también llamados clientes ligeros), como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Google Chrome, etc., o a través de algún software (llamados clientes pesados).
- Descriptor de estilos de Capa (SLD): Es una extensión del WMS que permite a los usuarios usar estilos propios, permitiendo definir como se va a representar la IG a través de la web. La OGC define las características del lenguaje para crear cada uno de los estilos.
- Servicio Web de Fenómenos, entidades u objetos (WFS): Este servicio permite acceder y consultar los atributos de un objeto (feature) gráfico como un río, una ciudad, un lago representado en forma vectorial, con una geometría descrita por un conjunto de coordenadas. Un WFS permite no solamente visualizar la información como lo hace un WMS, sino que también permite acceder a la información y descargarla.
- Servicio de Nomenclátor (WFS-G): Es un caso específico del servicio WFS ya que ofrece la posibilidad de localizar un objeto geográfico y consultar los atributos que tenga asociados. Es un servicio muy importante ya que es el modo más natural de seleccionar la zona que el usuario quiere consultar.
- Servicio Web de coberturas (WCS): Es el servicio análogo al WFS pero en lugar de trabajar con datos en formato vectorial, lo hace con datos raster. Permite no sólo visualizar información raster, como lo hace un WMS, además permite consultar del valor de los atributos almacenados en cada píxel.
- Servicio de Catálogo para la Web (CS): Permite la publicación y búsqueda de información que describe datos, servicios, aplicaciones y en general, todo tipo de recursos de la IDE. Los servicios de catálogo, que están basados en la consulta a los metadatos de los datos y servicios, necesarios para facilitar capacidades de búsqueda y solicitud de recursos dentro de una IDE.
- Otros estándares en las IDE: Además de las que ya se han mencionado anteriormente existen otros estándares que se aplican y utilizan en una IDE. Como la organización W3C que ha definido entre otros el estándar SOAP, que define los estándares para la petición y respuesta de servicios en la red; el estándar FTP para la descarga de archivos; o RDF para la semántica de recursos.

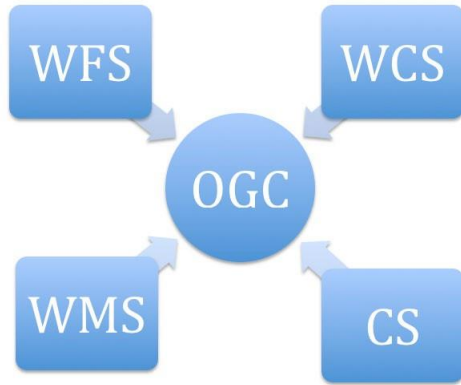


Figura 1: Relación entre los servicios que ofrece OGC dentro de una IDE

2 Metodología

2.1 Componentes de la IDE-Guachapala

Los componentes utilizados para el desarrollo de este proyecto son los siguientes:

- Hardware: Para el desarrollo de la IDE se utilizó un equipo HP Proliant ML110 G6
 - Procesador Intel Xeon X3430 2.40Hz.
 - Memoria cache 8 MB
 - Memoria 4GB PC3-10600E ddr3
 - Disco Duro 250GB SATA
 - Controlador HP Embedded Smart Array B110i SATA RAID
 - Micro ATX Tower

- Software: Al optar por una arquitectura de gestión que utiliza software libre se configuraron los siguientes productos:
 - Sistema Operativo Ubuntu Server 12.04 LTS de 64 bits
 - Java versión 1.7.0 01
 - Javac versión 1.7.0 01 (compiladore de Java).
 - Tomcat7 7.0.26
 - Geoserver versión 2.1.3
 - Oracle Corporation 1.7.0 01 Java Hotspot (TM) 64-Bit Server VM
 - Geonetwork opensource versión 2.6.4
 - Geoexplorer Ext JS Library 3.4.0
 - Joomla versión 3.12

En la figura 2, se pueden observar claramente cuales fueron los componenes de software empleados para la elaboración de la IDE-Guachapala:

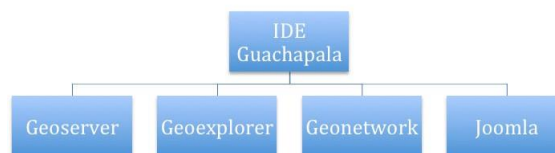


Figura 2: Componentes utilizados en la creación de la IDE para el caso de estudio

2.2 Geoserver como servidor de mapas

Se escogió a geoserver como nuestro servidor de mapas porque satisface todas las necesidades planteadas en nuestros objetivos, es decir que nos va a permitir realizar el almacenamiento de todos los archivos que contengan información espacial que son el resultado del plan de ordenamiento territorial de la municipalidad y ponerlo a disposición de toda la ciudadanía.

Los servicios que ofrece es decir WMS, WFS, WCS y CS, se encuentran disponibles una vez que se instaló y configuró la aplicación, cabe indicar, que cuando se migró toda la información del caso de estudio ésta se pudo compartir mediante los servicios anteriormente indicados [Rajabifard, 2008].

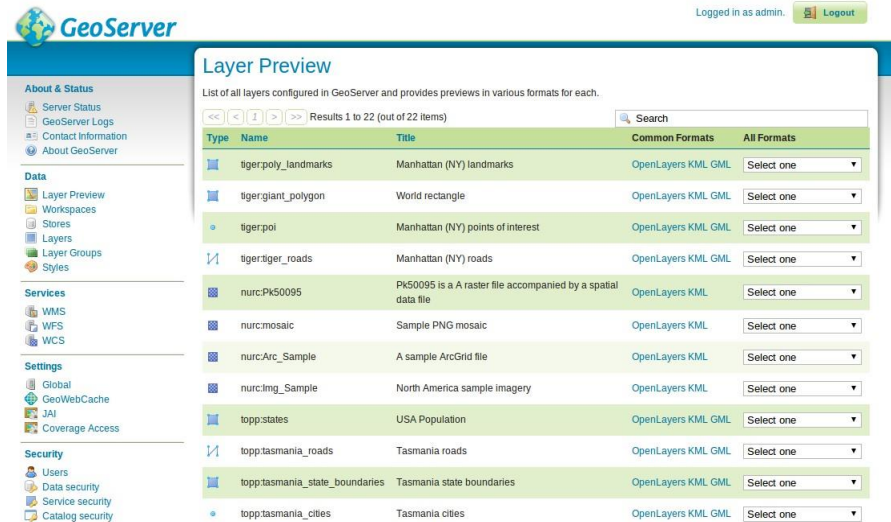


Figura 3: Interfaz de la pantalla que dispone Geoserver

2.3 Geoplorer como visualizador de mapas

Consiste en una herramienta de código abierto que está teniendo un crecimiento realmente rápido y que permite la integración de diferentes fuentes o servicios de datos. Está basada en una librería de Java llamada Openlayers y que también mantiene la licencia de antes mencionada.

Para el correcto funcionamiento e instalación de la mencionada aplicación es necesario tener previamente instalado y configurado Geoserver.

En la figura 4, se puede ver la interfaz de la aplicación, hay que tener presente que al ser de código abierto y de libre distribución, son susceptibles de configuración y mejora por parte de la comunidad de desarrolladores a lo largo del mundo.

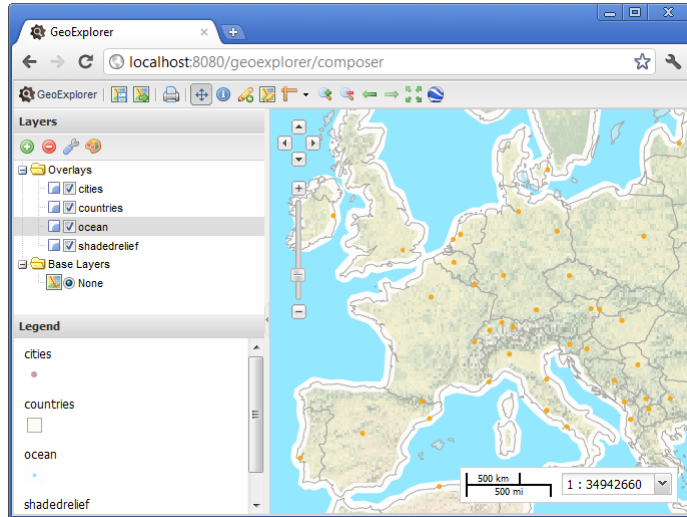


Figura 4: Interfáz de la pantalla que dispone Geoxplorer

2.4 Geonetwork como orgnizador de información de catálogos

Geonetwork es una herramienta que se encarga del manejo de la información de metadatos (catálogo) de la información cartográfica que se dispone. Adicionalmente, pretende establecer una plataforma de intercambio de información presente en un servidor y que puede ser de interes de cualquier otra organización.

Con la utilización de este tipo de aplicaciones, se puede distribuir la información que cada organización dispone, esto siempre teniendo presente la propiedad de la misma, es decir, que para que cualquier entidad que quiera usar información que no le pertenezca tendrá que contactarse previamente con los propietarios.

En la figura 5, se puede ver la interfáz por defecto que tiene la menciona aplicación, la misma que incluye un pequeño visualizador de mapas en la parte central y además un buscador de información de metadatos que puede relacionarse directamente con lo que ingrese el usuario o gráficamente con lo que seleccione el mismo en el visualizador de mapas antes mencionado.

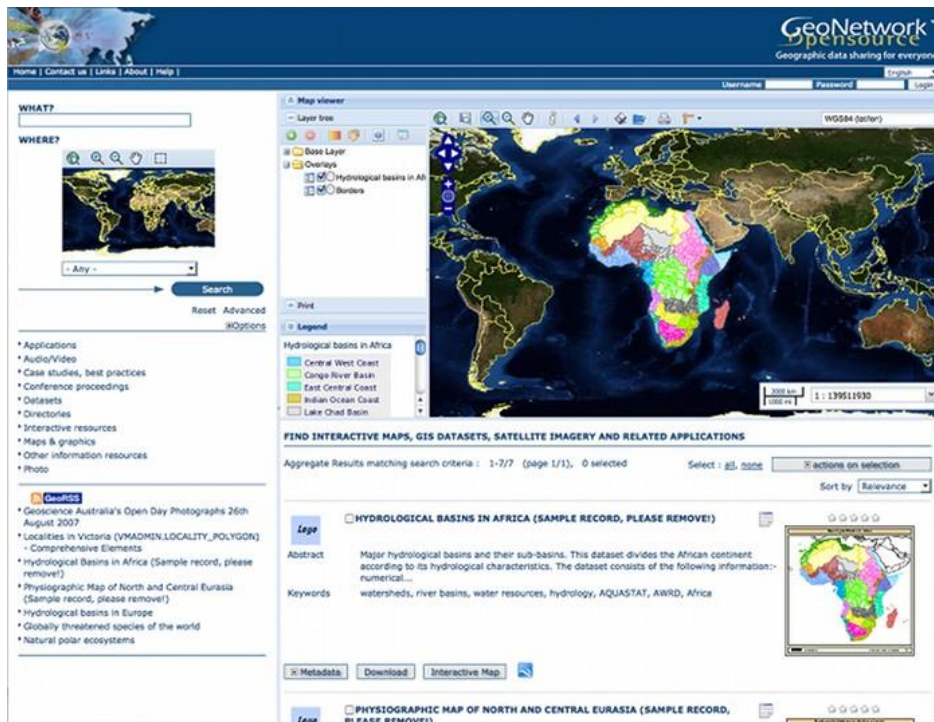


Figura 5: Interfáz de la pantalla que dispone Geonetwork

2.5 JOOMLA como gestor de contenidos

Joomla es una aplicación de código abierto y de libre distribución que permite la publicación de contenidos de diferentes tipos. En el contexto del proyecto desarrollado, se ha utilizado para poder unificar cada una de las herramientas antes especificadas y poder compartir la información que se está almacenando en las mismas.

Al ser Joomla código libre está expuesto a ser utilizado por muchas personas u organizaciones a nivel mundial, esto ha hecho que se puedan desarrollar diferentes extensiones o pluggins para resolver ciertos problemas puntuales.

En la figura 6, se puede observar una captura de la página principal que brinda JOOMLA, pero hay que tener presente que al ser configurable, existe un sin número de plantillas que se pueden adaptar sin ningún problema y así poder cambiar la distribución y ubicación de cada componente.



Figura 6: Interfáz de la pantalla que dispone JOOMLA

3 Implementación

3.1 Geoportal

Como se puede ver en la figura 7, el geoportal que se va a utilizar se encuentra publicado y dispone de cuatro componentes:



Figura 7: Interfáz de la nueva IDE del cantón Guachapala

- Principal

- Visualizador de mapas
- Directorio de servicios
- Metadatos

En el componente Principal se menciona que la infraestructura de datos espaciales de la municipalidad permitirá ingresar fácilmente a los datos geográficos generados por esta institución como fruto de los trabajos desarrollados por los técnicos que conforma dicho establecimiento.

En el componente Visualizador de Mapas se presenta una herramienta de visualización para la información geográfica que fundamentalmente corresponde al Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial del Gobierno Autónomo descentralizado Municipal de Guachapala. Mediante un link se accederá al geoexplorer de nuestro servidor y una vez dentro de esta aplicación podremos acceder a la información ya previamente organizada con los seis ejes que se habían mencionado anteriormente:

- Sistema ambiental
- Sistema económico
- Sistema socio cultural
- Sistema político institucional
- Sistema de asentamientos humanos
- Sistema de movilidad, energía y conectividad

En el componente de los Metadatos tenemos que mediante el uso de esta herramienta podemos obtener características de la información geográfica publicada en la infraestructura de datos espaciales de Guachapala. Mediante un link podremos acceder a la herramienta geonetwork para así poder acceder a este tipo de información.

En el siguiente componente Directorio de servicios ponemos a disposición las direcciones de iso servicios y no tener que buscar esos url en los códigos fuentes.

De tal manera que hemos colocado seis peticiones GetCapabilities, los mismos que corresponden a los seis espacios de trabajo creados en el GeoServer.

4 Conclusiones

Con la implantación de la IDE-Guachapala ponemos a disposición de la colectividad toda una herramienta mediante la cuál puedan obtener información geográfica correspondiente al PDOT (Plan De Ordenamiento Territorial) que se encuentra almacenada en un servidor de IG como es geoserver, que se la puede buscar a través del geonetwork y que se la puede visualizar por medio del geoexplorer.

La Implementación de los servicios de Servicio Web de Mapas (WMS), Servicio Web de Fenómenos (WFS) y el Servicio Web de Coberturas (WCS) cumplió con las normativas y las especificaciones descritas tanto por las Normas ISO 19100 como por el Open Geospatial Consortium (OGC). En este contexto, los servicios cuentan con un respaldo fuerte en cuanto a la calidad de la Información Geográfica que ofrece, así como se garantiza su disponibilidad y libre acceso en todo momento.

La combinación Geoserver – Geoexplorer , resulto ser una muy buena opción para

implementar un servidor de mapas, esto se debe principalmente a la gran cantidad de formatos soportados, la amplia comunidad de usuarios, sus beneficios y el rendimiento obtenido en una plataforma Linux. Y si le agregamos la característica de OpenSource obtenemos una aplicación que podría ser implementada a bajo costo.

De las varias formas en las que la herramienta geoserver permite almacenar información ya sea de tipo raster o vector, las mismas que pueden ser: archivos shape individuales, como carpeta que contiene varios archivos shape o como base de datos, se escogió la más adecuada para este proyecto como es la creación de carpetas por todos y cada uno de los ejes de estudio del PDOT y almacenando en cada una de ellas las distintas capas temáticas motivo de este plan.

El Diseño de un geoportal teniendo presente las capacidades y necesidades de los usuarios a los que esta dirigido, considerando que los geoportales son los puntos de encuentro entre los usuarios, productores y proveedores de servicios IDE.

Las alternativas OpenSource están experimentado una evolución en gran medida, Linux es una prueba de ello, la mayoría de servidores que conforman la red tienen a éste como su sistema operativo. Este ha motivado a muchas empresas a desarrollar software no privativo para esta plataforma.

Con esta investigación se pretende disponer de una herramienta inicial para todas aquellas personas o instituciones interesadas en incursionar en el mundo de las Infraestructuras de Datos Espaciales.

Con la construcción de una Infraestructura de Datos Espaciales se logra dotar a los Gobiernos Autónomos Descentralizados de una herramienta que les permita cumplir con la ley de la transparencia de la información y socialización de la misma como es el caso de la información contenida en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de tal manera que cualquier ciudadano pueda tener acceso y disponibilidad de ella.

Al utilizar el estándar internacional de metadato ISO 19139 en el modelo de la información se logra sentar las bases para el intercambio de la información geoespacial a nivel mundial.

5 Recomendaciones y Trabajos futuros

El cumplimiento de las Normas y Estándares definidos para el servicio WFS, al igual que para los otros servicios contemplados por la OGC, debe ser lo primero en considerarse para su correcto funcionamiento en el desarrollo de cualquier aplicación web.

Cada vez aparecen nuevos servicios por parte de la OGC para interoperar cualquier tipo de Información Geográfica de manera general a través de la web y que deberíamos implementarlo en nuestra IDE como es la transformación de coordenadas (CT), el servicio de localización (OpenLS) o la aplicación de estilos a las capas (SLD) que ayudarán a hacerla más atractiva para el usuario.

Para el desarrollo de proyectos que busquen la interoperabilidad y el libre acceso en todo momento es recomendable software de tipo OpenSource.

Los metadatos que pueden ser consultados en Geonetwork, son indispensables para el manejo de Información Geográfica deben ser correctamente editados e implementados para cumplir con la normativa al tiempo que sirvan eficazmente a los requerimientos del usuario.

Para el éxito y continuación de la IDE-Guachapala es necesario el mantenimiento continuo y responsable tanto del geoportal como del servidor que contiene los datos publicados. Para ello se requiere cubrir los costos de la IP Pública, dar servicio técnico al servidor y garantizar su funcionamiento en todo momento, actualizar la página del geoportal para cubrir las demandas de los usuarios y subir información constantemente.

La IDE-Guachapala no puede quedar olvidada por las autoridades por lo que se recomienda dar un seguimiento continuo y mantenimiento a esta Infraestructura de Datos Espaciales que sin duda será pionera en los Gobiernos Autónomos Descentralizados y dará lugar a la creación de otras IDE para los GAD que se complementen y brinden la interoperabilidad necesaria con el fin de beneficiar al usuario de la Información Geográfica.

Al momento de usar software de Código Abierto es recomendable leer cuidadosamente los archivos INSTALL que vienen incluidos en los paquetes para no tener inconvenientes en el proceso de instalación.

Referencias

[Ariza López, A., Rodríguez Pascual, 2008] Ariza López, A., Rodríguez Pascual, A. F. (2008). Introducción a la normalización en Información Geográfica: la familia ISO 19100.

[Aronoff, 1993] Aronoff, S. (1993). Geographic information systems: a managementperspective. WDL, WDL Publications.

[Beguin, 1994] Beguin, M. (1994). La representation des donnésgéographiques.

[Bernabé, 2006] Bernabé, M. A. (2006). Introducción a las IDEs. Technical

report, Instituto Geográfico Nacional (IGN).

[Cano, 2010] Cano, M. (2010). Sistemas convencionales de referencia. Technical report, X Curso GPS en geodesia y cartografía.

[Chuvieco, E., Bosque, J., Pons, X., Conesa, C., Santos, J.M., Gutiérrez, J., 2005] Chuvieco, E., Bosque, J., Pons, X., Conesa, C., Santos, J.M., Gutiérrez, J., S. M. J. (2005). ¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la geografía A.G.E.

[Delgado Fernández T., 2009] Delgado Fernández T., C. F. J. (2009). Marco Teórico de Infraestructuras de Datos Espaciales Semánticas en el Proyecto CYTED IDEDES. En Semántica espacial y descubrimiento de conocimiento para desarrollo sostenible. CUJAE, pages 21–32.

[Ordóñez Galán C., 2003] Ordóñez Galán C., M.-A. L. R. (2003). Sistemas de Información Geográfica, aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales.

[Rajabifard, 2008] Rajabifard, A. (2008). A spatial data Infrastructure for a Spatially enabled Government and Society. En A Multi View framework to Assess Spatial Data Infrastructures.