

Infraestructura de datos espaciales para la gestión de la información geológica del Ecuador

Martha Correa¹, Aracely Lima¹, Miguel Gaona², Darwin Rosero³, Paúl García, Luis

Sánchez. 1, 2, 3 Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico-

INIGEMM

RESUMEN

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico (INIGEMM), se presenta como una herramienta fundamental encaminada a la gestión de la información geológica y recursos minerales en el territorio nacional, a fin de facilitar el análisis, la visualización y publicación de los datos, como base y apoyo para la planificación y la toma de decisiones en temas de ordenamiento territorial, inversión extranjera y generación de polos de desarrollo.

En este contexto se desarrolló como proyecto piloto la IDE institucional, que fue implementada mediante la aplicación de herramientas de Software Libre como: Linux, MYSQL, Postgres, PostGis, Apache Tomcat, Geoserver y Geonetwork; para la publicación de la información cartográfica se han adoptado normas y estándares nacionales del Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE) e internacionales definidas por la organización Open Geospatial Consortium (OGC), así como las normativas establecidas por el Organismo de Normalización Internacional de Información Geográfica ISO/TC 211. La información geográfica que ha sido compartida en el Geoportal a través de los geoservicios (WMS, WFS, CWS), corresponde a mapas históricos y actuales en formato ráster y vector, elaborados tanto por el INIGEMM como por instituciones antecesoras. El sistema permite a los usuarios realizar análisis, visualización, consulta y descarga de información cartográfica geológica, así como el acceso a los metadatos.

Palabras clave: Software libre, Geoservicios, Interoperabilidad, Metadatos.

ABSTRAC

The Spatial Data Infrastructure (SDI) of the National Geological Research, Mining and Metallurgical Institute, (INIGEMM), is presented as a fundamental tool aimed at the management of geological and mineral resources in the country, in order to facilitate analysis, visualization and publishing data as a basis and support for planning and decision making on issues of land management, foreign investment and development poles generation. In this context it was developed the IDE as a pilot institutional project, which was implemented applying Free Software tools such as: Linux, MySQL, Postgres, PostGIS, Apache Tomcat, and Geonetwork Geoserver; for the cartographic information publication have adopted national norms and standards of the National Council of Geoinformatics (CONAGE) and international defined by the organization Open Geospatial Consortium (OGC) as well as the regulations established by the Agency for International Standardization of Geographic Information ISO / TC 211. The geographic information that has been shared in the Geoportal through the geoservices (WMS, WFS, CWS)

Corresponds to historical and current maps in raster and vector prepared by both the institutions INIGEMM as predecessors institutions. The system allows users to perform analysis, query, display, and download geological mapping information, and access to metadata.

Keywords: Free software, Geoservices, Interoperability, Metadata.

1. Introducción

La generación de cartografía geológica nacional y la investigación de recursos minerales en Ecuador, han sido desarrolladas a través de Instituciones públicas como: Servicio Nacional de Geología y Minería (SNGM), Dirección General de Geología y Minas, (DGGM); Instituto Ecuatoriano de Minería, (INEMIN), Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero, Metalúrgico, (CODIGEMM), Dirección Nacional de Geología, (DINAGE) y Servicio Geológico Nacional, (SGN). Actualmente la entidad oficial de la investigación geológica minera en el país es el Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico (INIGEMM), que fue creado mediante la Ley de Minería N°45, Artículo 10, en enero de 2009 y, sustituyó en funciones a las instituciones mencionadas (Asamblea Nacional, 2009).

El primer sistema informático implementado para la gestión de la información geológica fue desarrollado por la DINAGE (2000). Este sistema denominado SIGEM fue una herramienta con funciones limitadas, útil para la digitalización, edición y generación de mapas geológicos. El SIGEM estuvo operativo hasta el año 2008.

El INIGEMM ha encaminado esfuerzos hacia la recuperación y organización de información geológica histórica y actual. La gestión de la información recuperada se realiza con base en estándares y normas nacionales (Catálogo Nacional de Objetos Geográficos) (CONAGE, 2010) e internacionales (ISO/TS 211; OGC). Para optimizar esta gestión, se ha implementado una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en el año 2013, con el fin de almacenar, procesar, disponer, intercambiar, actualizar y difundir la información geológica a nivel nacional.

El proyecto de la IDE cumplió con las expectativas previstas para el conjunto de datos de prueba; sin embargo, la limitada experiencia en mantenimiento y so-

porte de las tecnologías adoptadas, impidió ampliar su alcance para cubrir la demanda de geoinformación en el país.

El objetivo de este trabajo es presentar las experiencias obtenidas durante el desarrollo e implementación del proyecto de la IDE institucional y, plantear los retos para su aplicación a escala nacional.

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el manejo de información geográfica han experimentado en los últimos años un importante cambio de paradigma: desde los sistemas de información geográfica se ha evolucionado a las infraestructuras de datos espaciales. Una IDE se define como un conjunto de políticas, leyes, normas, estándares, organizaciones, planes, programas, proyectos, recursos humanos, tecnológicos y financieros, integrados adecuadamente para facilitar la producción, el acceso y uso de la Geoinformación regional, nacional o local, para el apoyo al desarrollo social, económico y ambiental de los pueblos (IGM, 2008; Bernabé, 2012; Olaya, 2014).

A nivel global es necesario mencionar las iniciativas para regular e implementar las IDE. La propuesta de los Estados Unidos para la creación de su Infraestructura Nacional de Información Espacial, fue puesta en práctica por el National Geospatial Data Clearinghouse (FGDC), (Bañares et al., 2001) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), fueron de las primeras instituciones gubernamentales en implementar una IDE relacionada con la gestión de datos geológicos. Le siguió la Unión Europea dando sus primeros pasos en este tipo de iniciativa (EUROGI, 2000), que culminó con la iniciativa INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) que abarca varios temas, entre ellos el ámbito geológico. De manera global, el GMES (Global Monitoring for Environment and Security) es el mejor ejemplo del

éxito de las IDE para la gestión de la información a nivel mundial (Pérez Gómez, 2004).

2. Metodología

Para alcanzar el principal objetivo planteado, se desarrollará una secuencia de sub temas que permitirá comprender conceptos, arquitectura y utilidades de la IDE, desarrollada y aplicada a la gestión de los datos geológicos disponibles en el INIGEMM.

2.1. Componentes de una IDE

González & Oñate Valdivieso (2007), consideran que la importancia de instrumentar una IDE radica en tres puntos principales: 1) La importancia de los metadatos, pues sin ellos no se pueden proporcionar datos globales. 2) La existencia de una gran heterogeneidad de los datos, lo cual dificulta los procesos por realizarse con la información espacial. 3) La necesidad de permitir el acceso a la información por parte de las instituciones oficiales hacia otras instituciones, usuarios especializados y público en general.

Para que esto pueda alcanzarse, existen estándares aprobados internacionalmente dentro del Comité Técnico ISO TC 211 “Geomatics”, que regula toda la información geográfica. En él se desarrollaron normas ISO, que regulan todos los aspectos relacionados con la publicación en web, de la información geográfica y de los servicios necesarios (búsquedas, visualización, descarga, etc.).

A nivel local, para la instrumentación del geoportal del INIGEMM, se ha considerado lo establecido en las Políticas Nacionales de Información Geoespacial, publicadas en el Registro Oficial No. 269, del 01 de septiembre de 2010 y, los lineamientos y recomendaciones impartidas por el CONAGE a través del Perfil Ecuatoriano de Metadatos y Catálogo de Objetos (CONAGE, 2010). Estas normas y estándares intentan regular acciones encaminadas a la identificación, extensión, calidad, esquema temporal y espacial, referencia espacial y a la distribución digital de los datos geográficos así como también a la definición de los tipos de objetos, sus operaciones, asociaciones y atributos representados en datos geográficos indispensables para convertirlos en información utilizable.

Según varios autores, las IDE tienen cuatro componentes fundamentales: datos, metadatos, estándares y servicios (González & Oñate Valdivieso, 2007; Olaya, 2014; Ron Falconí & Chávez Guerra, n.d.

Datos.- Generalmente se clasifican en:

1. Datos de referencia, que forman el mapa base o mapa sobre el que se reseñan los datos según los temas. Estos datos de referencia corresponden a distintas entidades geográficas como por ejemplo: el sistema de coordenadas, la red vial, la red hidrográfica, el relieve y los límites administrativos.
2. Datos específicos son aquellos que proporcionan información sobre una materia en concreto: geología, geomorfología, geofísica, geoquímica, movimientos en masa, clima, industria, vegetación, población, entre otras.

Metadatos.- Los metadatos de un objeto son aquellos que lo describen de una manera unívoca. Los metadatos geográficos describen a los que conforman la información geográfica e ilustran a los usuarios sobre las características de ciertos datos geográficos como: propietario, calidad, actualización, etc.

Estándares.- Son las especificaciones dadas, sobre algunos temas. Los estándares hacen posible la interoperabilidad necesaria para que los datos, servicios y recursos de una IDE, puedan ser utilizados, combinados y compartidos, para su localización e inventario a través de un catálogo de metadatos.

Servicios.- Los distintos servicios de que dispone una IDE son funcionalidades accesibles vía internet con un navegador, de manera que, sin necesidad de disponer de un software especializado, puede utilizarse la información geográfica para múltiples necesidades como: ver mapas, conseguir archivos, localizar lugares, etc. La (OGC, 2012) ha definido una gran variedad de estándares para los servicios web, entre los más usuales constan:

- El Servicio de Mapas en Web o Web Map Service (WMS) que permite la visualización de la cartografía generada a partir de una o varias fuentes. El estándar define tanto el formato que debe tener la petición del mapa como aquél para recibirlo. Los principales comandos con los cuales se realizan dichas operaciones son: GetCapabilities, GetMap GetFeatureInfo, DescribeLayer.

La utilización práctica del WMS se puede aplicar para:

1. Restringir el acceso físico a los datos, pues, el servicio sólo retorna una imagen.
 2. Proporcionar un servicio de publicación de mapas de manera rápida.
 3. Distribuir Mapas mediante una URL, debido a que los mapas son configurables.
- El servicio de entrega de entidades o Web Feature Service (WFS), que permite acceder y obtener los datos en formato vectorial, mediante el empleo de un lenguaje específico denominado GML (Geo- graphic Markup Language). Una petición WFS consiste en una descripción de la consulta y en operaciones de transformación de datos. La petición de datos es generada por el cliente y enviada a la Web a un servidor http, se accede al archivo que define la geometría descrita en un conjunto de coordenadas de un objeto cartográfico, como un río, una unidad geológica, etc.
 - El Servicio de Catálogo, o Catalog Service for the Web (CSW), que es una especificación de la OGC, define un interfaz de catálogo estándar que permite la publicación y búsqueda de información descriptiva (metadatos) de datos espaciales y servicios. El estándar establece un subconjunto mínimo de metadatos que deben cumplir las instituciones públicas o privadas que generen información espacial para la elaboración, edición y revisión de metadatos, a fin de que pueda otorgarse funcio-

nalidad en la búsqueda, localización, acceso, uso, distribución y transferencia de datos.

- El Servicio de Coberturas en la Web o Web Coverage Service (WCS) es un servicio similar al WFS para datos en formato ráster, pero que permite consultar el valor del atributo o atributos almacenados en cada pixel.

Puesto que las decisiones públicas y privadas se basan en aspectos con algún componente espacial, en particular con aquella información del ámbito geológico minero como la generada por el INIGEMM, la cartografía en Internet presenta unas características mejorables de accesibilidad, facilidad de actualización, interactividad e integración, que permiten mejorar esas decisiones. Una IDE o su equivalente a SIG basado en web, permite reducir los costos del software, su carga e instalación, así como su soporte y mantenimiento, además, reduce la curva de aprendizaje de los usuarios y provee un entorno superior para la presentación e integración de Bases de Datos (Greenwood, 2002).

2.2. Recopilación de datos.

La información geográfica que se gestionó a través de la IDE comprende datos en formato ráster y en vector de mapas, tanto históricos como actuales, presentados a diferentes escalas (Tabla N° 1). Estos mapas contienen varias capas sobre temas como: unidades geológicas, depósitos superficiales, intrusivos, fallas, pliegues, contactos geológicos, datos estructurales, deslizamientos, entre otros.

Tabla N° 1

Información geológica por escalas y tipo de formato.

Información Geológica							
Formato	Escala						
	1 000 000	500 000	250 000	200 000	100 000	50 000	25000
Ráster	6	5	7	5	85	7	4
Vector	3	4	0	5	40	10	1
Total	9	9	7	10	125	17	5

Fuente: INIGEMM (2015)

En el proyecto de implantación total de la IDE institucional se contempla la migración progresiva de los datos cartográficos históricos, los actuales y los que se vayan generando a través de los diferentes proyectos.

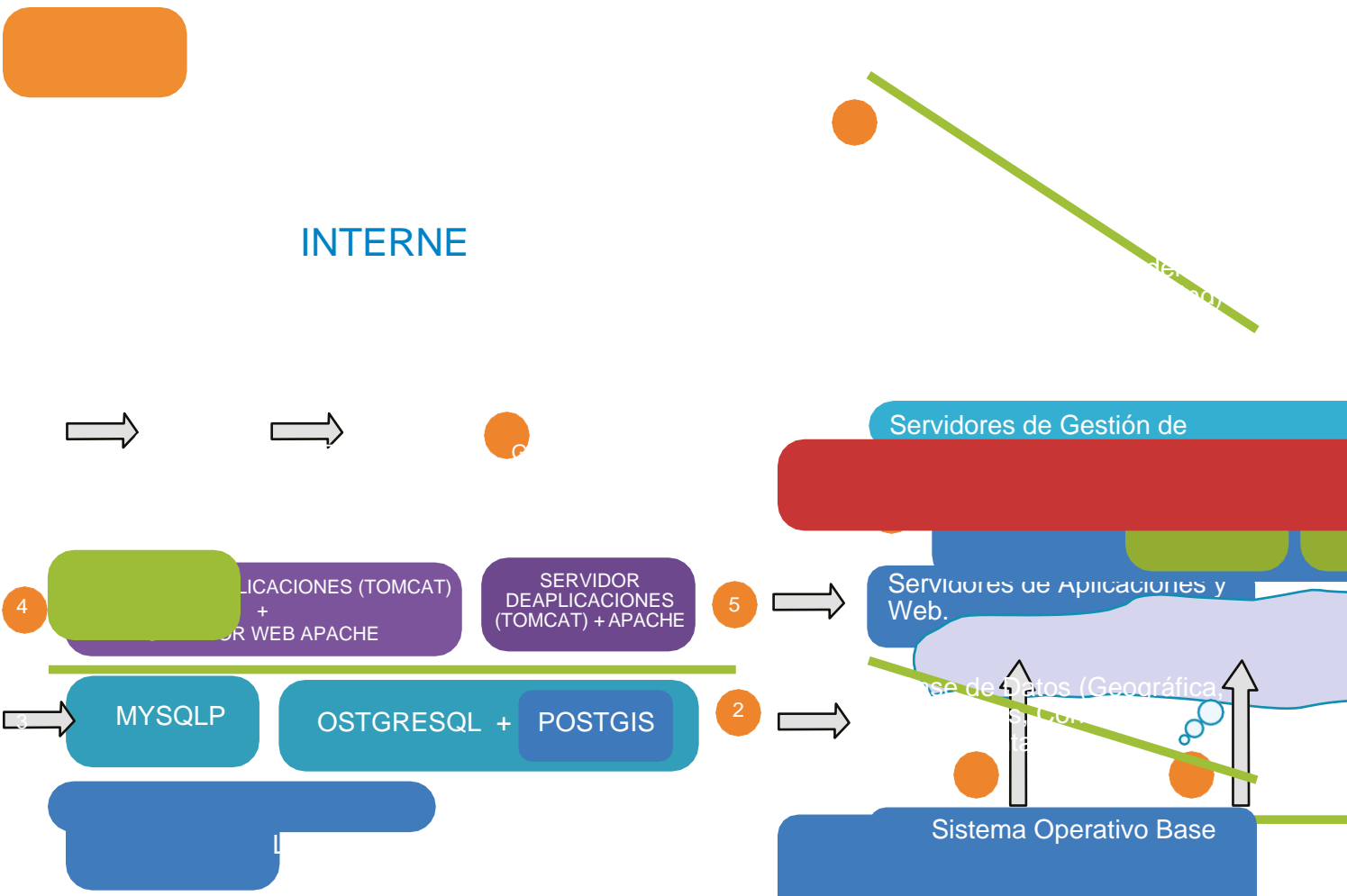
2.3. Elementos tecnológicos e infraestructura de la IDE Institucional

El INIGEMM, como ente rector en la generación de información de cartografía geológica y gestor de grandes volúmenes de información espacial, inició el

proyecto de implantación de la IDE, como solución integradora de información a través del desarrollo de un modelo piloto, cuya arquitectura tecnológica se muestra en el Diagrama 1.

Las herramientas que se utilizaron para el desarrollo e instrumentación de la IDE, fueron herramientas de software libre que acataban el Decreto Ejecutivo N° 1014 del 10 de abril de 2008 (Correa, 2008), y cumplían con los estándares Open Geospatial Consortium (OGC) para su integración y accesibilidad a través del Geoportal Web.

Diagrama N° 1. Arquitectura tecnológica de la IDE del INIGEMM



Fuente: INIGEMM(2015)

A continuación se detallan los componentes que constan en el Diagrama 1:

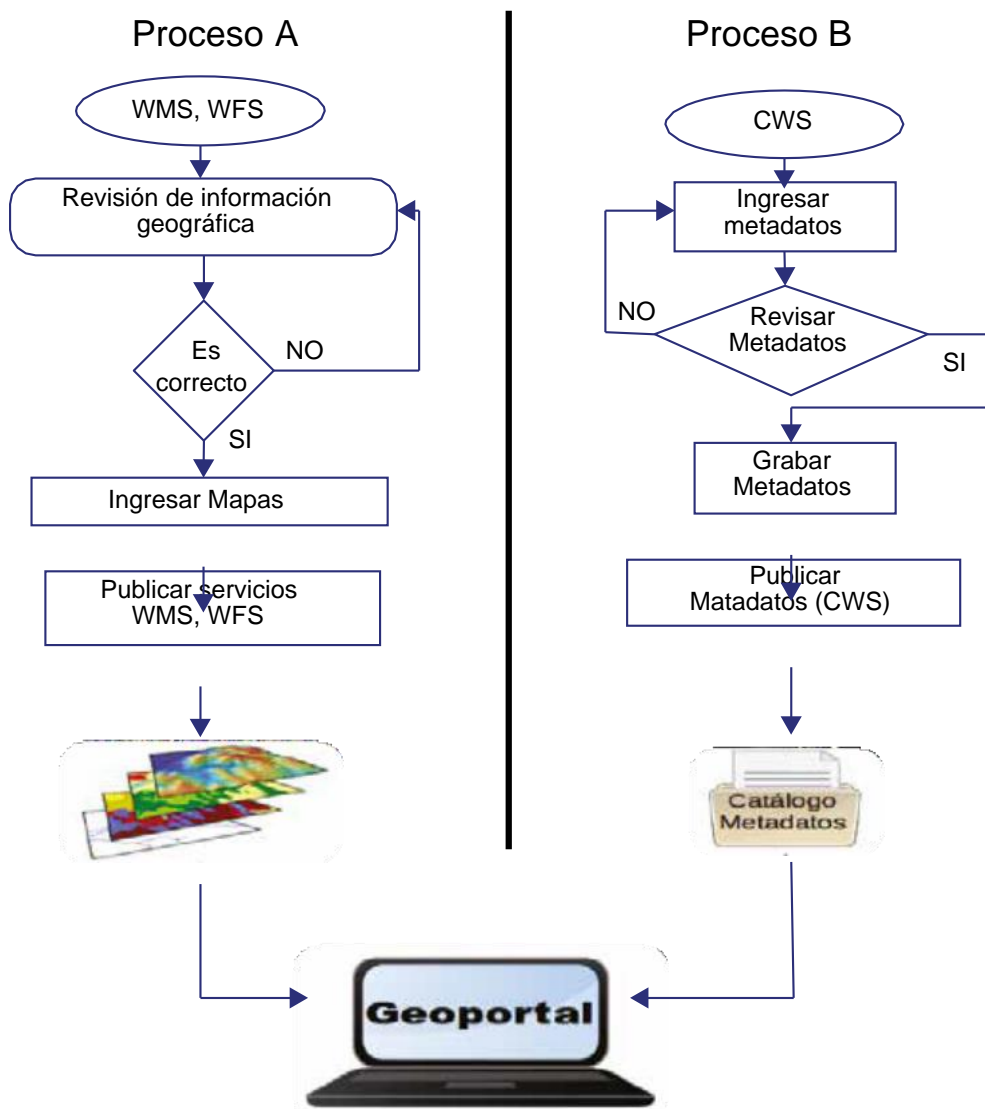
1. Servidor blade IBM con sistema operativo CentOS es el contenedor físico de la base de datos, servidor de aplicaciones, servidor de gestión documental.

2. Motor de base de datos MYSQL, en él se almacenan los datos del sistema de gestión documental y los datos geográficos, metadatos y gestión documental.
3. Motor de base de datos PostgreSQL con extensión PostGis, esta combinación permite la gestión,

1. almacenamiento y mantenimiento de datos espaciales (Datos Geográficos, Metadatos y Gestión Documental).
2. Se instalaron dos servidores de aplicaciones Apache Tomcat, el primero actúa como servidor web donde se almacena la página institucional del INIGEMM y es la que se muestra al público en general a través de internet. En este servidor se instaló WordPress como gestor de contenidos de la página institucional.
3. El segundo servidor Apache Tomcat se usa para gestionar las aplicaciones de tareas de la información geográfica, en éste se instalaron dos componentes: Geonetwork y Geoserver.
4. WordPress es un sistema de gestión de contenidos (CSW, Content Management System), que permite crear, editar y gestionar la información publicada en la web. En este sistema está alojado el sitio web del INIGEMM.
5. Servidor Geoserver, es el encargado de gestionar todos los servicios web de los mapas (WMS, WFS). El uso de Geoserver tiene el propósito de ubicar mapas y datos de diferentes formatos para aplicaciones web o para aplicaciones desktop (GIS).
6. Se usa Geonetwork para poder realizar la publicación de los metadatos existentes en el INIGEMM. Con Geonetwork se crea el acceso a las bases de datos georreferenciadas y a la publicación de los metadatos, este sistema estará instalado en uno de los dos servidores web Apache Tomcat.
7. El último de los componentes, es el Geoportal que consta de un visor geográfico, el servicio de mapas públicos a través de servicios WMS y WFS y un buscador de metadatos geográfico. Este sistema del Geoportal permite disponer de niveles de administración y está localizado en un ambiente web.

2.4. Publicación de servicios

Diagrama N° 2. Publicación de servicios



Proceso A

- Revisión de información descrita en el numeral 2.2.
- Cargar mapas en Geoserver mediante la interface gráfica, en formato ráster o vector con la simbolización respectiva.
- Publicar el servicio WMS o WFS.

Proceso B

- Ingresar información de metadatos usando como formato la plantilla ecuatoriana de metadatos (PEM), en Geonetwork.
- Validar la información del metadato.
- Publicar el metadato en el catálogo de metadatos.
- Proceso A + Proceso B = GEOPORTAL.

3. Resultados

IDE Implementada

El Geoportal cuenta con funcionalidades que permiten al usuario la visualización y navegación a diferentes escalas, consultas espaciales, interoperabilidad con geoservicios de geoportales externos, descarga de metadatos y diferente información geológica y minera del país.

La interfaz gráfica con la que se presenta el Geoportal institucional comprende principalmente: Catálogo de Metadatos, Visor Geográfico, Servicios, Investigación Desarrollo e Innovación, Noticias y FAQ (Figura N° 1). Al Geoportal se puede acceder a través de la dirección Web: <http://geoportal.inigemmm.gob.ec/>.

Figura N° 1.

Ventana principal del Geoportal del INIGEMM. En el cuadro rojo se observan las funcionalidades principales, de izquierda a derecha: Inicio, Catalogo de Metadatos, Visor Geográfico, Servicios, I+D+I, Noticias y FAQ.



Fuente: INIGEMM (2015)

Catálogo de Metadatos, cuyo acceso se realiza a través de la dirección <http://metadatos.inigem.gob.ec/geonetwork/srv/es/main.home>. La interfaz principal del catálogo se encuentra distribuida en tres secciones principales: 1) Barra de herramientas que permite acceder a distintas instancias. 2) Panel ubicado en la izquierda que es el buscador de metadatos. 3) El panel principal donde se despliega la información como resultado de las búsquedas (Figura N° 2).

Visor Geográfico, a esta funcionalidad se accede mediante la dirección <http://geoportal.inigem.gob.ec/visor-geografico/>. Constituye el área donde se despliega la información cartografía geológica. El visor se encuentra distribuido en tres secciones principales (Figura N° 3):

1. Herramientas de navegación que permiten acercar, alejar, selección por área, zoom total, zoom previo, desplazamiento, centrado de mapa en coordenadas predefinidas, posicionamiento en zonas predefinidas, zooms por ancho de imagen en metros, por definición de escala y por conjunto de entidades seleccionadas.
2. Panel de capas y leyendas, es el lugar donde se despliegan los geoservicios a través de capas sobre los temas generados en el instituto, así como también los servicios creados por otras entidades.
3. Panel principal, lugar donde se visualiza la información geográfica.

Figura N° 2.

Ventana principal del Catálogo de Metadatos. 1) Barra de herramientas, 2) buscador de metadatos y 3) información resultado de las búsquedas

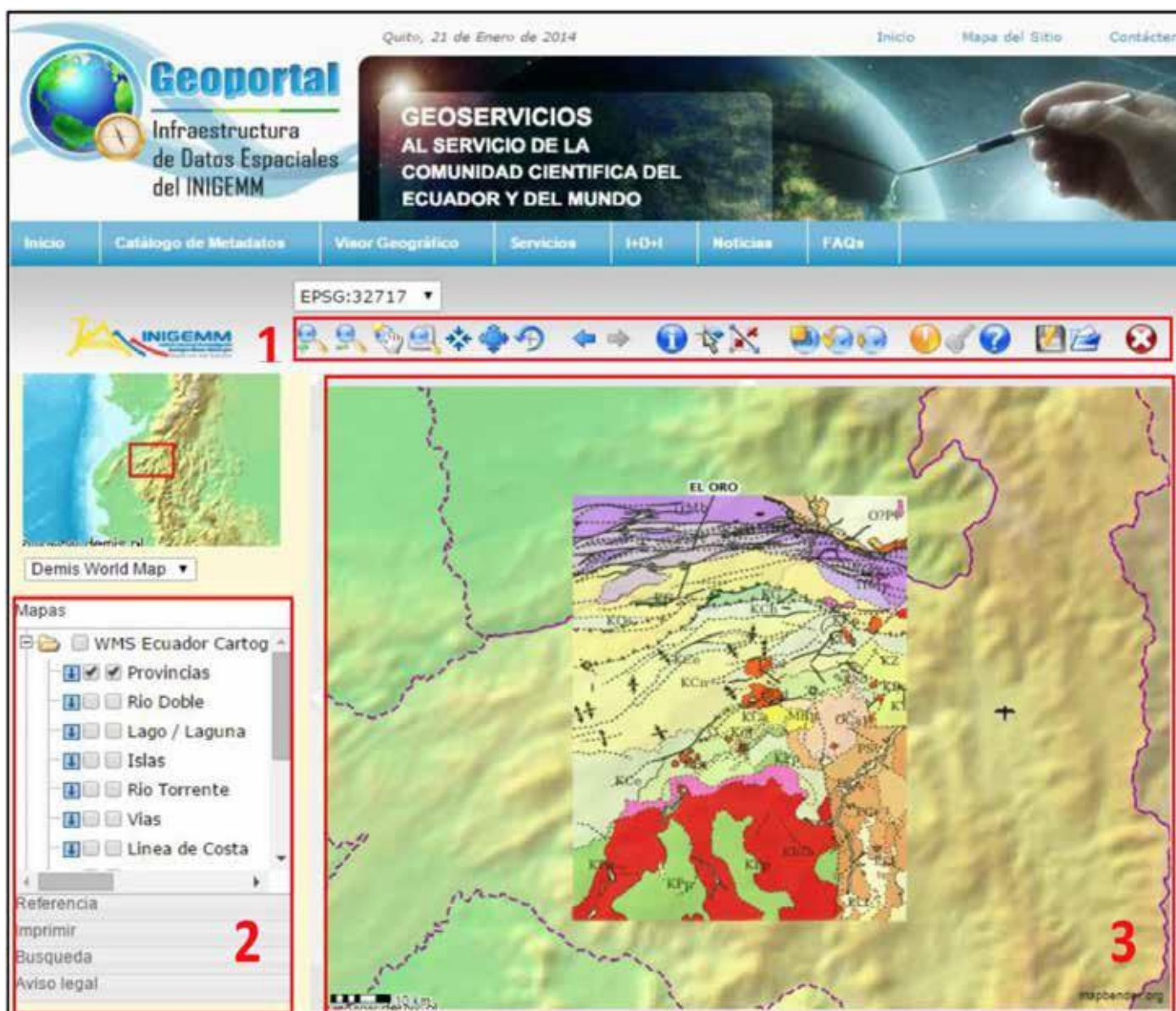


Fuente: INIGEMM (2015)

Servicios, el acceso a esta funcionalidad se realiza a través de la dirección <http://geoportal.inigemm.gob.ec/directorio-de-servicios/>. La interfaz de servicios del Geoportal es el recurso por el cual la información geoespacial puede ser consultada a través de servicios WMS, WFS y CSW (Figura N° 3). Estos geoservicios actualmente se encuentran disponibles a diferentes escalas y en diferentes zonas del territorio ecuatoriano.

Figura N° 3.

Ventana principal Visor Geográfico. 1) Barra de navegación, 2) Capas y leyendas. 3) Panel principal



Fuente: INIGEMM (2015)

Figura N° 4.

Ventana principal de los geoservicios



Fuente: INIGEMM (2015)

Las opciones de Investigación Desarrollo e Innovación, Noticias y FAQ, son ventanas que le permiten al usuario tener ayuda extra en diferentes temas relacionados con la IDE Institucional.

Pruebas de funcionamiento

Luego de implementar las herramientas informáticas que conforman la IDE, se realizaron pruebas de carga de mapas, visualización en el geoportal y consulta de geoservicios.

La base de datos de prueba comprendió la carta geológica de Zaruma, escala 1:100 000 que contiene datos

geográficos de fallas geológicas, pliegues, estratificación, foliación, unidades geológicas y concentraciones minerales.

Las pruebas realizadas con los datos de la hoja geológica de Zaruma fueron exitosas para los servicios WMS, WFS y CSW. (Figura 2).

Ampliación

Para disponer de la información geológica del resto del país, se cargaron los mapas geológicos que se muestran en la Tabla 2, a excepción de la hoja de Zaruma. Estas hojas geológicas representan el 24% de los mapas geológicos disponibles en el Instituto y no disponen de servicios WFS.

Tabla N° 2

Hojas geológicas disponibles en el geoportal a través de diferentes Geoservicios

Nombre hoja geológica	Escala	Servicio		
		WMS	WFS	CSW
Alamor	100 000	X		X
Ambato	100 000	X		X
Azogues	100 000	X		X
Bucay	100 000	X		X
Cañar	100 000	X		X
Chalupas	100 000	X		X
Chanduy	100 000	X		X
Chongón	100 000	X		X
Cuenca	100 000	X		X
Delicias	100 000	X		X
El Empalme	100 000	X		X
Gonzanamá	100 000	X		X
Gualaquiza	100 000	X		X
Gualleturo	100 000	X		X
Guaranda	100 000	X		X
Guayas	100 000	X		X
Jipijapa	100 000	X		X
Machala	100 000	X		X
Manta	100 000	X		X
Mariano Acosta	100 000	X		X
Méndez	100 000	X		X
Nangaritza	100 000	X		X

Nombre hoja geológica	Escala	Servicio		
		WMS	WFS	CSW
Puyo	100 000	X		X
Quevedo	100 000	X		X
San Gabriel	100 000	X		X
San José de Poaló	100 000	X		X
Santa Elena	100 000	X		X
Santo Domingo	100 000	X		X
Saraguro	100 000	X		X
Tulcán	100 000	X		X
Tena	100 000	X		X
Valencia	100 000	X		X
Zapallo	100 000	X		X
Zaruma	100 000	X		X
La Merced de Buenos Aires	50 000	X		X
Catamayo	50 000	X		X
Gonzanamá	50 000	X		X
Jijón y Caamaño	50 000	X		X
La Carolina	50 000	X		X
Nambacola	50 000	X		X
Otavalo	50 000	X		X
El Pangui	50 000	X		X
Santiago	50 000	X		X
Zaruma	50 000	X	X	X

Fuente: INIGEMM (2015)

4. Discusión

El diseño, desarrollo y puesta en marcha de la IDE institucional es un tema que resulta de gran interés en el contexto nacional, lo que se comprobó a través del registro de acceso al geoportal. La gestión de tecnologías basadas en software libre, permitió cumplir con el objetivo mediante el cual se estructuró el Geoport- tal. Se obtuvo una herramienta útil para socializar y difundir parte de la información geológica disponi- ble en la Institución. Los diferentes geoservicios uti- lizables en el Geoportal facilitan la interoperabilidad entre instituciones de distinta competencia territorial. Los principales resultados obtenidos son: el Catálogo de Metadatos, el Visor Geográfico y los Geoservicios (WMS y CSW).

El servicio WFS, no fue implementado para la cartografía geológica nacional, debido a la falta de actualización de los estilos de objetos geológicos, la representación de estos objetos incluye una variedad de símbolos para fallas, pliegues, estratificación, foliación, unidades litoestratigráficas (tramas y colores). Otro factor que influyó fue la falta del personal espe- cializado para la gestión y desarrollo de los símbolos.

Los mapas geológicos fueron cargados usando la interfaz gráfica de Geoserver a partir de ficheros que no fueron incorporados en la base de datos de PostgreSQL. El geoportal no permitió cargar el 76% del total de mapas disponibles debido a que el sistema sufrió errores de configuración.

5. Conclusiones y recomendaciones

- La IDE institucional como una plataforma para difundir resultados y datos geográficos es una herramienta transversal, útil para la transferencia de conocimientos generados en la investigación geológica.
- El trabajo realizado dio lugar a la investigación y al conocimiento de las tecnologías de Software Libre, sus bondades y limitaciones, en función de los recursos técnico-tecnológicos con los que actualmente cuenta el INIGEMM.
- El mantenimiento, soporte y actualización son aspectos imprescindibles para la sostenibilidad del sistema. Debido a que el Instituto no cuenta con personal especializado en el desarrollo informático que brinde soporte a la IDE, no se pudieron corregir los errores presentados durante las pruebas. Esto condicionó los resultados que se esperaban para ampliar el alcance del geoportal.
- Es necesario que el Instituto cuente con personal calificado para desempeñar funciones de desarrollo, soporte y actualización de la IDE institucional, de tal manera que se garantice la sostenibilidad, la

mejora continua y la optimización de la plataforma geográfica institucional.

- A pesar de ello, se espera continuar con la investigación en el tema de la IDE institucional, para que brinde mayor versatilidad y dinamismo en la gestión de datos. Además, se pretende desarrollar e incorporar nuevas funcionalidades como, por ejemplo, Servicios de Procesamiento en Línea (WPS), para cumplir con las políticas establecidas por el Estado Ecuatoriano.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los revisores anónimos de la Universidad Regional Amazónica (IKIAM) y de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), que aportaron en la revisión y corrección del presente trabajo, además, al Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM), que ha brindado la oportunidad de investigar y continuar con este proceso hasta alcanzar el objetivo institucional, el contar con una IDE para la gestión de la información geológica del Ecuador y, particularmente, a todos los colegas del departamento de Geomática del INIGEMM.

Referencias

- Asamblea Nacional. (2009). Ley de Minería. Quito. Retrieved from <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/15.-Ley-de-Mineri%C3%81a.pdf>.
- Bañares, J.A., Bernabé, M.A., Gould, M., Muro-Medrano P.R., Zarazaga, F. J. (2001). Aspectos tecnológicos de la creación de una Infraestructura Nacional Española De Información Geográfica. Zaragoza -España.
- Bernabé, M. . (2012). Fundamentos de la Infraestructura de Datos Espaciales.
- CONAGE. (2010). Perfil Ecuatoriano de Metadatos Según Normas ISO 19115:2003 E ISO 19115-2:2009. Quito, Ecuador: Consejo Nacional de Geoinformática- CONAGE.
- Correa, R. (2008). Decreto ejecutivo 1014. Quito. Retrieved from <http://www.administracionpublica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/06/DecretoEjecutivo1014.pdf>
- González, V. H., & Oñate Valdivieso, F. (2007). Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) Para el Estudio y Análisis Ambiental: Una Experiencia en el Sur del Ecuador. In XII Congreso de la Asociación Española de Tele-detección (p. 10). Mar del Plata, Argentina.
- EUROGI. (1996). "EUROGI 2000: Towards a European Policy Framework for Geographic Information". European Standarization Strategies for Geographic Information. 2nd Geodata For All. En Europe EUROGI Workshop de Marzo del 96, documento de trabajo del GI2000. <http://www.ec-gis.org/document.cfm?id=198&db=document>.
- Gore, A. (1998). "e Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century". Conferencia en el California Science Center (Los Angeles). (4 pp.). Recuperado el 21/04/2016, de http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=6210&version=1&format=pdf.
- Greenwood, R. W. (2002). Using MapServer to Integrate Local Government Spatial Data. Greenwood Mapping, 10.
- IGM. (2008). Infraestructura de Datos Espaciales. Quito: Instituto Geográfico Militar.
- MAGAP. (2014). Geoportal del Agro Ecuatoriano. Manual de Usuario. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Coordinación General del Sistema de Información Nacional.
- NEBERT, D. (2001). The SDI Cookbook. Versión española en http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI_Cookbook_2001_Spanish.pdf.
- OGC. (2012). Desarrollo de estándares para la implementación de aplicaciones geoespaciales. Retrieved from <http://www.opengeospatial.org/>.
- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. (V. Olaya, Ed.).
- Ron Falconí, C., & Chávez Guerra, F. (n.d.). Infraestructura de Datos Espaciales de tipo biótico para los planes ecorregionales Pacífico Ecuatorial (PE) y Cordillera Real Oriental (CRO) de the nature conservancy TCN bajo políticas de geoinformacion. Quito.