

# DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA CONTROL Y CONSULTAS DE TRAMOS VIALES PARA EL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

Carlos David Armas Maldonado<sup>1</sup>, Iván David Hidalgo Carrera<sup>2</sup>, Oswaldo Díaz<sup>3</sup>, Marco Vergara<sup>4</sup>

1, 2, 3, 4 Departamento de Ciencias de la Computación, Escuela Politécnica del Ejército, Sangó Iquí, Ecuador,  
[carlos26\\_mh@hotmail.com](mailto:carlos26_mh@hotmail.com), [ivan\\_mhs@hotmail.com](mailto:ivan_mhs@hotmail.com), [oediaz@espe.edu.ec](mailto:oediaz@espe.edu.ec), [mavergara@espe.edu.ec](mailto:mavergara@espe.edu.ec)

## RESUMEN

*El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), está llevando a cabo la creación de una Infraestructura de Sistemas de Información Geográfica que garantice la publicación web y la interoperabilidad de esta información bajo los estándares OGC.*

*Dentro de este contexto, se desarrolló un Geoportal como complemento para el Sistema de Información Geográfico para el Control y Consultas de Tramos Viales del Ecuador, el mismo que constituye el punto de entrada a los servicios de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), enmarcados en un diseño de interfaz de usuario que proporciona el acceso a funcionalidades para la consulta y obtención de datos geográficos del MTO.*

*El Geoportal se desarrolló con herramientas Open Source integrando la información de dos bases de datos: la alfanumérica que consta de datos referentes a los contratos viales estatales y la base de datos Geográfica que contiene datos espaciales que se presentará en el visor de mapas.*

**Palabras Clave:** Geoportal, GIS.

## SUMMARY

*The Ministerio de Transporte y Obras Públicas is developing the creation of an Infrastructure for Geographic Information System, which ensures the interoperability and web publishing of this information under the OGC standards.*

*Within this context, the MTO have developed a portal as a supplement to the Information and Consultation of Ecuador Road Sections, which constitutes the entry point to the services of Spatial Data Infrastructure (SDI) in an interface design in order to provide access to different functions. Those functions will be required to obtain and consult geographic data.*

*The portal was developed with Open Source tools integrating information from two databases: the alphanumeric consisting of data on the state road contracts and geographic database that contains data to be presented to the map viewer.*

**Keywords:** Geoportal, GIS.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) en la actualidad utiliza archivos y documentos con distintos formatos (Word, Excel, Páginas Web, QGis, Kosmo, etc.) para poder registrar la información de los contratos viales.

Tal información se refiere a contratista, región, fiscalizador, tramo, etc. y su almacenamiento se lo lleva de una forma desordenada debido a que cada usuario almacena su propia información, razón por la cual se dificulta el proceso de automatización para el Geoportal y es por esto que la información que se presenta en la página principal del MTO no está actualizada.

El MTO es una entidad que maneja una gran cantidad de información debido a que se encarga de las obras viales de todo el país y éstas a su vez están a cargo de distintos contratistas. Actualmente el MTO posee el sistema SITOP (Sistema Integrado de Transporte y Obras Públicas) para el manejo de esta información.

El MTO solo trabaja con aplicaciones de escritorio sin tener una base de datos, un servidor y un visualizador de mapas que interactúen entre sí para obtener la información requerida por el usuario y presentar los reportes.

Para esto se desarrolló un Geoportal que permite el acceso a un visor de mapas en donde se integran los datos alfanuméricos y geográficos para obtener la información con respecto a los contratos viales en ejecución que están a cargo del MTO.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS (SITOP)

El MTO posee el sistema (SITOP) para el manejo de información referente a contratos viales estatales, el que cuenta con una base de datos alfanumérica, la misma que se integra con una base de datos geográfica para presentar la información en el visor de mapas.

El SITOP fue desarrollado para sistematizar el control de los distintos módulos que se manejan en el MTO y el de mayor importancia para el Geoportal es el Módulo de Jurídico, el mismo que se encarga de ingresar la información del Área Jurídica de cada Dirección Provincial Desconcentrada.

- Módulo de Jurídico
  - Administración de Contratos
  - Administración de Contratos Complementarios
  - Administración de Ordenes de Cambio
  - Administración de Convenios de Pago

### 2.2. METODOLOGÍA AUP

“La metodología AUP, es una versión simplificada del RUP (Proceso Racional Unificado), que describe de una manera simple de entender la forma de desarrollar software usando técnicas ágiles y conceptos válidos en RUP”<sup>1</sup>. Como se muestra en la Fig. 1.

#### Características

- Descomposición de un proyecto grande en mini-proyectos y cada mini-proyecto es una iteración.
- Cada iteración trata un conjunto de casos de uso.
- Las iteraciones deben estar controladas.

---

<sup>1</sup> [http://www.ingenieriaedesoftware.mex.tl/63758\\_AUP.html](http://www.ingenieriaedesoftware.mex.tl/63758_AUP.html)

## Ventajas

- Detección temprana de riesgos.
- Administración adecuada del cambio.
- Mayor grado de reutilización.
- Mayor experiencia para el grupo de desarrollo.

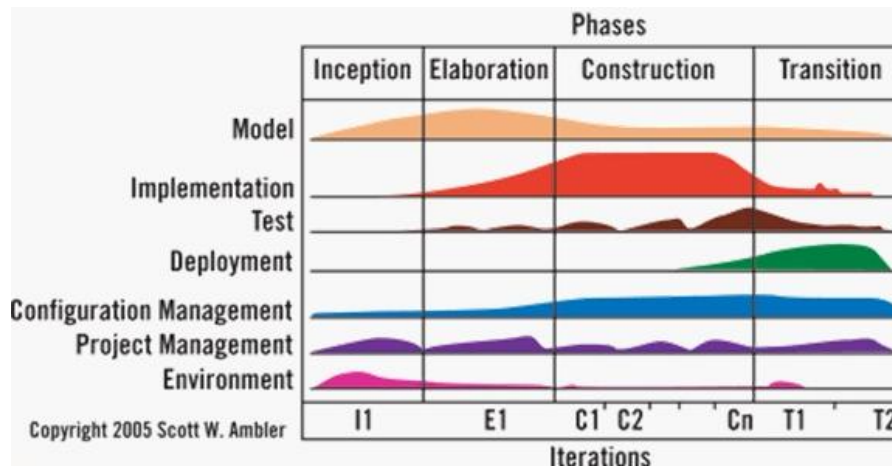


Fig. 1: Diagrama de Fases y Disciplinas de AUP

## 2.3. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

El Geoportal permite a los usuarios generar consultas interactivas, además de analizar la información espacial para presentar los resultados en el visor de mapas.

Para el desarrollo del Geoportal se debe destacar que las herramientas empleadas fueron software libre y otras Open Source (código abierto), cuyo resumen se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Herramientas de Software Libre y Open Source

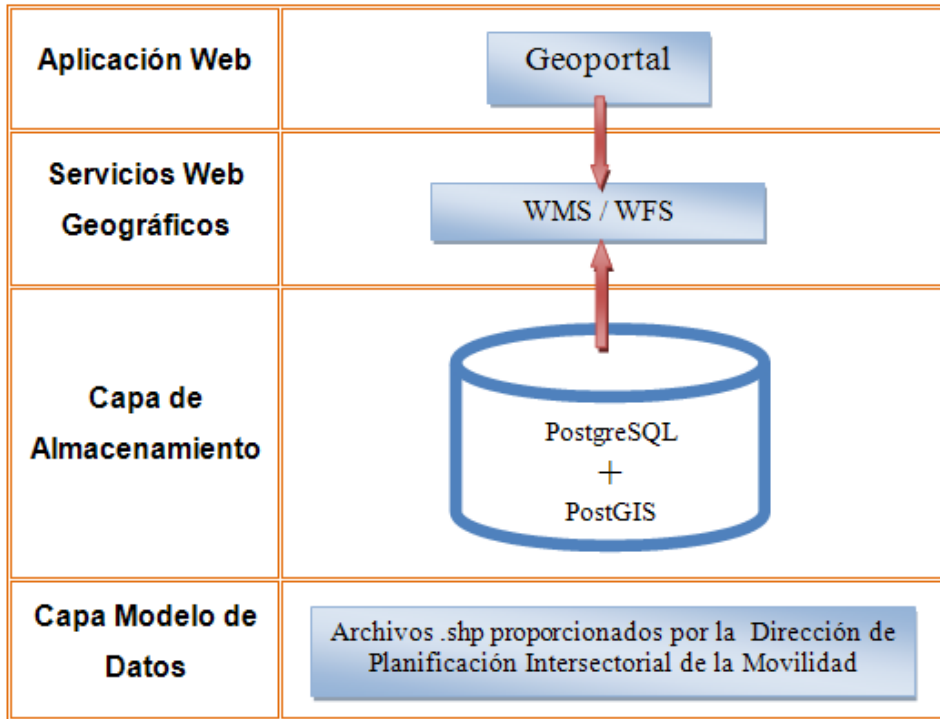
Herramientas	Software Libre / Open Source
MapBender	Open Source
GeoServer	Open Source
GeoNetwork	Open Source
gvSIG Mini	Open Source
PostgreSQL – PostGis	Software Libre
Apache Tomcat	Software Libre

## 2.4. ARQUITECTURA DEL GEOPORTAL

Para el desarrollo del Geoportal, se utilizó el patrón MVC (Modelo – Vista – Controlador) que tiene como objetivo separar en capas las tres funciones básicas de una aplicación Web que son:

- Modelo: Representa la información con la que trabaja la aplicación (lógica de negocio).
- Vista: Transforma el modelo en una página Web que permite al usuario interactuar con ella.
- Controlador: Se encarga de procesar las interacciones del usuario y realiza los cambios apropiados en el modelo o en la vista.

A continuación se presenta la arquitectura del Geoportal en la Fig. 2.



**Fig. 2: Arquitectura del Geoportal**

## 2.5. MODELO DE DATOS

La base de datos del SITOP (Fig. 3) está diseñada en PostgreSQL en la que se definen las tablas para almacenar la información referente a los módulos que el MTOP tiene en producción en el sistema.

Para la implementación del Geoportal, con respecto al visor de mapas, se tomará en cuenta el módulo de Jurídico del que se obtendrá la información necesaria.

La base de datos Geográfica (Fig. 4) está diseñada en PostgreSQL con el componente PostGis, en la que se definen las tablas geográficas únicamente por el tipo de contrato.

El propósito de no tener un modelo relacional, es separar el campo geográfico de la información del SITOP ya que ésta no posee el componente PostGis.

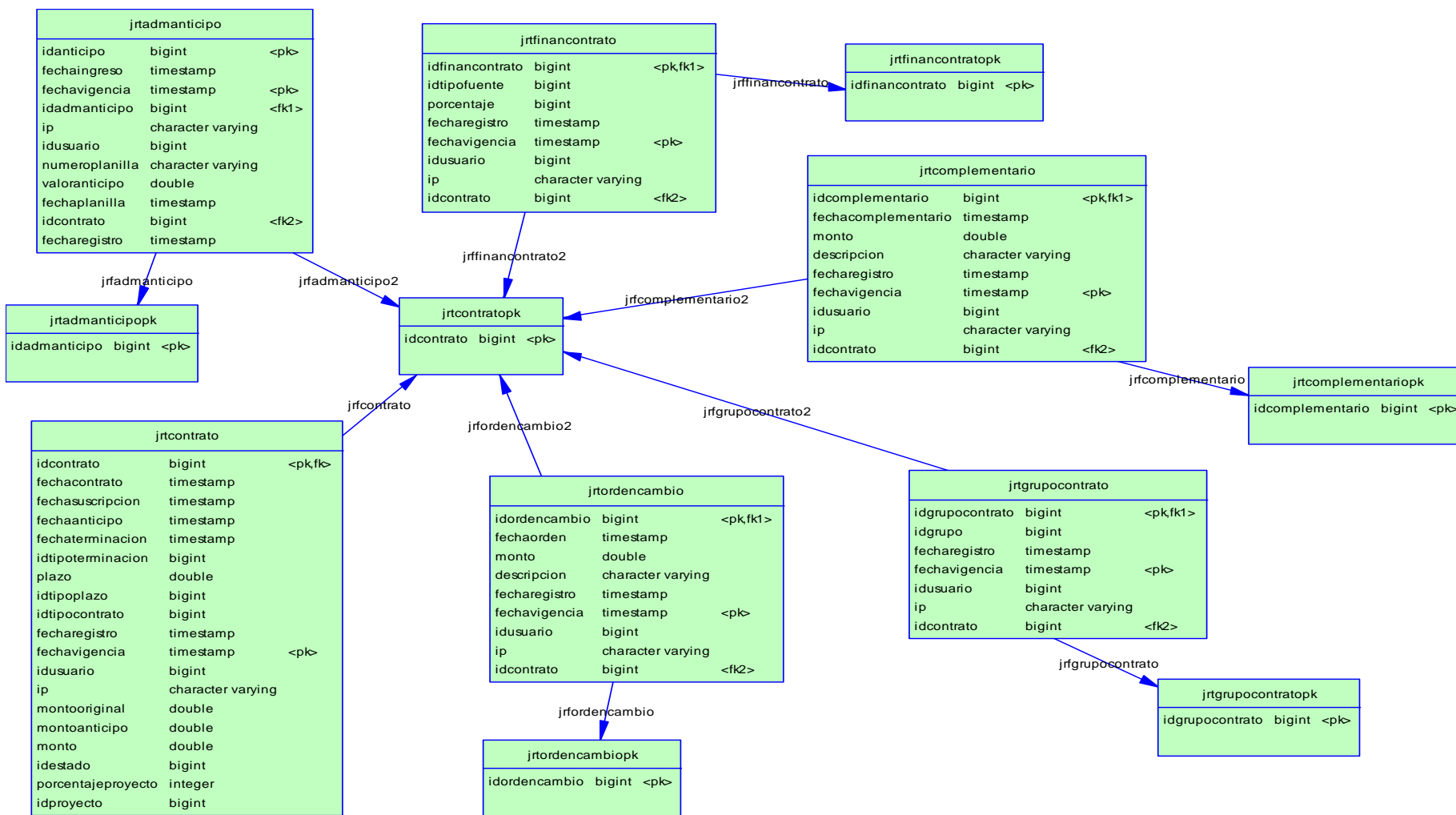


Fig. 3: Modelo Físico de Base de Datos Tabla Jurídico

mtop_construccion		
gid	integer	<pk>
idcontrato	integer	
the_geom	geometry	
descripcion	character varying	
longitud	character varying	
region	character varying	
provincia	character varying	
contratista	character varying	
fiscalizador	character varying	
fecha	character varying	
terminacion	character varying	
terminacion_vigente	character varying	
monto_original	character varying	
monto_contractual	character varying	
avance	character varying	

mtop_via_estatal		
gid	integer	<pk>
tipo	character varying	
clase	character varying	
long	double	
estado	character varying	
the_geom	geometry	

mtop_estudios		
gid	integer	<pk>
idcontrato	integer	
the_geom	geometry	
descripcion	character varying	
longitud	character varying	
region	character varying	
provincia	character varying	
contratista	character varying	
fiscalizador	character varying	
fecha	character varying	
terminacion	character varying	
terminacion_vigente	character varying	
monto_original	character varying	
monto_contractual	character varying	
avance	character varying	

spatial_ref_sys		
srid	integer	<pk>
auth_name	character varying	
auth_srid	integer	
srsrtext	character varying	
proj4text	character varying	

mtop_puentes_estudios		
gid	integer	<pk>
idcontrato	integer	
the_geom	geometry	
descripcion	character varying	
longitud	character varying	
region	character varying	
provincia	character varying	
contratista	character varying	
fiscalizador	character varying	
fecha	character varying	
terminacion	character varying	
terminacion_vigente	character varying	
monto_original	character varying	
monto_contractual	character varying	
avance	character varying	

geometry_columns		
f_table_catalog	character varying	<pk>
f_table_schema	character varying	<pk>
f_table_name	character varying	<pk>
f_geometry_column	character varying	<pk>
coord_dimension	integer	
srid	integer	
type	character varying	

mtop_mantenimiento_asociaciones		
gid	integer	<pk>
provincia	character varying	
carretera	character varying	
eje_vial	character varying	
longitud	integer	
observacion	character varying	
the_geom	geometry	

mtop_puentes_construccion		
gid	integer	<pk>
idcontrato	integer	
the_geom	geometry	
descripcion	character varying	
longitud	character varying	
region	character varying	
provincia	character varying	
contratista	character varying	
fiscalizador	character varying	
fecha	character varying	
terminacion	character varying	
terminacion_vigente	character varying	
monto_original	character varying	
monto_contractual	character varying	
avance	character varying	

mtop_mantenimiento_administracion		
gid	integer	<pk>
provincia	character varying	
carretera	character varying	
eje_vial	character varying	
longitud	integer	
observacion	character varying	
the_geom	geometry	

Fig. 4: Modelo Físico de Base de Datos Geográfica

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

#### 3.1.1. *Implantación del Geoportal para el MTOP.*

Se realizaron pruebas del funcionamiento del Geoportal haciendo uso de los navegadores Internet Explorer 8 y Mozilla Firefox 3.6, recomendando éste último navegador ya que se obtuvo un mejor resultado en cuanto a presentación del Geoportal.

Las pruebas y puesta en producción del Geoportal se las debe realizar accediendo con una IP privada provista por el MTOP.

Los servicios Web deben estar inicializados desde el servidor donde está alojado el Geoportal.

#### 3.1.2. *Interfaz de Usuario del Geoportal.*

La página principal del Geoportal ofrece opciones que permiten acceder al catálogo de metadatos, visor de mapas y el servicio proporcionado por el servidor de mapas. (Fig. 5).



Fig. 5: Interfaz Gráfica del Geoportal

### 3.1.3. Capacitación de la Herramienta

La capacitación se la realizó al personal relacionado con el Geoportal y la temática de la capacitación fue:

**Tabla 2: Temática de Capacitación**

CONTENIDO	DURACIÓN	PERSONAL
Geoportal Objetivos Propósito Alcance Contenido	30 minutos	Usuario MTOP
Visor de Mapas Servicios WMS Servicios WFS Metadatos	30 minutos	
Catálogo de Metadatos Consultar metadatos Estándar metadatos	15 minutos	
Servicios	15 minutos	

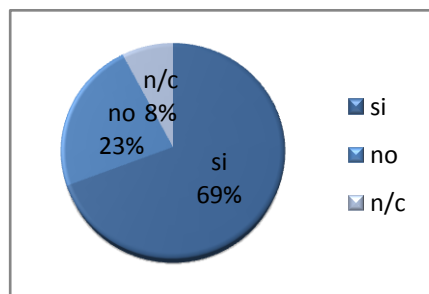
En la capacitación, el personal se relacionó con el uso del Geoportal.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS DE ENCUESTAS

La encuesta se realizó al personal que había utilizado la herramienta en etapa de prueba. El análisis de las encuestas realizadas se encuentra a continuación.

- a. ¿Cree usted que el Geoportal sirve como herramienta de apoyo para el control y consultas de tramos viales del Ecuador?

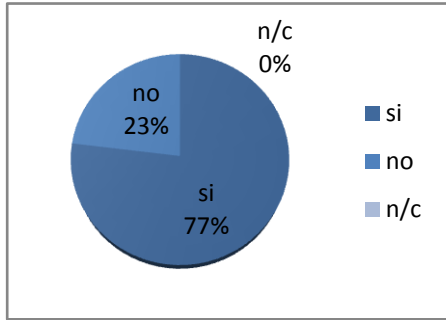


El 69% de los usuarios que hicieron uso del Geoportal respondieron que si sirve para realizar consultas de tramos de la Red Vial Estatal del Ecuador. El 23% respondieron que no y el 8% restante no contestó la pregunta.

**Fig. 6: Pregunta 1**



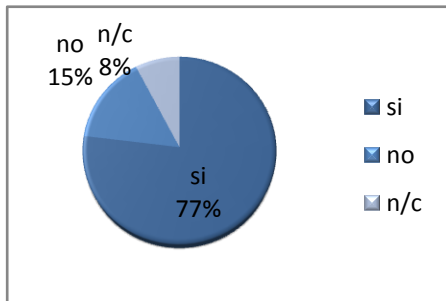
b. ¿El Geoportal posee una interfaz amigable para el usuario?



El 77% de los usuarios, concuerdan que el Geoportal ofrece una interfaz amigable, mientras que el 23% responde que no.

Fig. 7: Pregunta 2

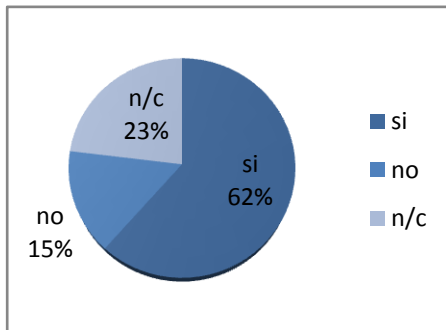
c. ¿El Geoportal muestra los datos deseados para la consulta de vías de la red estatal del Ecuador?



El 77% de los usuarios capacitados respondió que el Geoportal mostró los datos deseado al momento de realizar la consulta, el 15% respondió que no y el 8% restante no respondió la pregunta.

Fig. 8: Pregunta 3

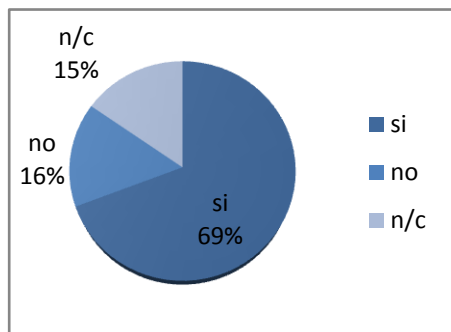
d. ¿El tiempo de respuesta en el visor de mapas del Geoportal está dentro de sus expectativas?



El 62% de los usuarios respondió que el tiempo de respuesta cumple con sus expectativas, el 15% respondió que no y el 23% no contestó la pregunta.

Fig. 9: Pregunta 4

e. ¿Cree usted que las opciones de navegación que ofrece el visor de mapas son las adecuadas?



El 69% de los usuarios contestó que el Geoportal ofrece opciones de navegación adecuadas para realizar las consultas de tramos viales, el 16% contestó que debería ofrecer varios tipos de visualización y compatibilidad con Google Earth y el 15% restante no contestó la pregunta.

Fig. 10: Pregunta 5

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo del Geoportal para el MTOP, permite a los usuarios acceder a la información geográfica para consulta de tramos viales del Ecuador y así llevar un control de los contratos en ejecución que tiene a cargo esta entidad.

El Geoportal constituye el punto de entrada a los servicios de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), enmarcadas en un diseño de interfaz de usuario que proporciona el acceso a funcionalidades para la consulta y obtención de datos geográficos del MTOP.

Para el desarrollo del Geoportal se utilizó la metodología AUP que permite una interacción directa con el usuario incluso involucrándolo en el desarrollo; por lo que, se garantiza el cumplimiento del objetivo del presente trabajo.

## 6. AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Oswaldo Díaz y Marco Vergara por su experiencia y consejos brindados a lo largo de este proyecto.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Free Software vs Open Software.* (Septiembre de 2011). Obtenido de [atinachile.cl: http://www.atinachile.cl/content/view/2481/Free-Software-vs-Open-Source.html](http://www.atinachile.cl/content/view/2481/Free-Software-vs-Open-Source.html)

*GeoNetwork Open Source.* (Septiembre de 2011). Obtenido de [geonetwork-opensource.org: http://geonetwork-opensource.org/stable/users/quickstartguide/new\\_metadata/index.html](http://geonetwork-opensource.org/stable/users/quickstartguide/new_metadata/index.html)

*Geoportal sobre Metadatos de Información Geográfica.* (Noviembre de 2011). Obtenido de <http://metadatos.latingeo.net/>

*geoserver.org.* (Noviembre de 2011). Obtenido de <http://docs.geoserver.org/2.0.x/en/user/>

*Ingeniería de Software.* (Diciembre de 2011). Obtenido de [ingenieriadesoftware.mex.tl: http://www.ingenieriadesoftware.mex.tl/63758\\_AUP.html](http://www.ingenieriadesoftware.mex.tl/63758_AUP.html)

*mapbender.org.* (Octubre de 2011). Obtenido de [http://www.mapbender.org/Mapbender\\_Tutorial\\_en](http://www.mapbender.org/Mapbender_Tutorial_en)

*opengeospatial.org.* (Noviembre de 2011). Obtenido de <http://www.opengeospatial.org/standards/is>

*Servidor\_HTTP\_Apache.* (Octubre de 2011). Obtenido de [wikipedia.org: http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor\\_HTTP\\_Apache](http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache)

*The Agile Unified Process (AUP).* (Diciembre de 2011). Obtenido de [ambyssoft.com: http://www.ambyssoft.com/unifiedprocess/agileUP.html](http://www.ambyssoft.com/unifiedprocess/agileUP.html)

*Tomcat.* (Octubre de 2011). Obtenido de [wikipedia.org: http://es.wikipedia.org/wiki/Tomcat](http://es.wikipedia.org/wiki/Tomcat)

