

# **Mapa Interactivo para Analizar Parámetros de Calidad de Servicio de los Servicios Móviles Avanzados de Quito**

**Tarquino F. Sánchez Almeida**

Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador, tarquino.sanchez@epn.edu.ec

**Xavier A. Calderón Hinojosa**

Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador, xavier.calderon@epn.edu.ec

## **ABSTRACT**

Nowadays, mobile network users have different perceptions about the quality of service on mobile networks due to there is not enough information about the contracts they are signing. The design of a system to show information about quality of service on mobile networks is based on studying parameters of QoS, analysing geographic information systems and designing enterprise applications with open source standard software. QoS parameters have already been defined by the contracts between government and mobile network operators, so the document presents a detail about data sources used to represent QoS parameters status. Showing quality of services parameters over an interactive map is a way that allow users to navigate through the information that SUPERTEL collects and process. Finally, designing an enterprise application based on open standards permit the system to interact between different kinds of implemented infrastructures.

**Keywords:** Quality of Service, Quality of experience, Web Map Service, Map Servers, Spatial Data.

## **RESUMEN**

Actualmente, los usuarios de telefonía móvil tienen diferentes percepciones de la calidad de servicio en redes móviles debido a que no se tiene suficiente información acerca del servicio que están contratando. El diseño de un sistema que muestre información acerca de parámetros de calidad del servicio móvil avanzado se basa en el estudio de parámetros de calidad de servicio, análisis de sistemas de información geográfica y diseño de aplicaciones empresariales bajo estándares abiertos y software libre. Los parámetros de calidad de servicio ya han sido definidos en los contratos de concesión entre el gobierno Ecuatoriano y las operadoras, así que el documento presenta un detalle acerca de la definición de los parámetros de QoS y las fuentes de información que representa el estado de los parámetros de calidad de servicio. El mostrar parámetros de calidad de servicio sobre un mapa interactivo es una manera de permitir al usuario navegar a través de la información que la SUPERTEL recolecta y procesa. Finalmente, el diseño de una aplicación empresarial basada en estándares abiertos permite que la aplicación pueda interactuar a través de diferentes tipos de infraestructuras implementadas.

**Palabras claves:** Calidad de Servicio, Calidad de la Experiencia, Web Map Service, Datos Espaciales

## **1. INTRODUCCIÓN**

Muchas ocasiones los usuarios de la red móvil celular se cuestionan si el servicio recibido por las operadoras es de buena calidad o si las llamadas que realizan van a ser satisfactorias. Ante esta preocupación y si se considera un incremento acelerado del número de usuarios del Servicio Móvil Avanzado, es importante diseñar e implementar una aplicación web interactiva con el usuario, que permita analizar los parámetros de calidad de servicio (QoS), proporcionados por los operadores de los servicios móviles avanzados en el Ecuador. Este proyecto proporcionará a la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador (SUPERTEL), organismo de control y regulación de las telecomunicaciones, una herramienta tecnológica que parte de dividir a la ciudad de Quito en sectores en donde se realizaran las mediciones de "drive test" y representar en un mapa interactivo con el

usuario información concerniente a cobertura, reflejada en un código de colores de fácil interpretación. Estos parámetros de Calidad de Servicio QoS, permiten evaluar el desempeño de la red de las operadoras móviles.

El Ecuador cuenta con un total de 14'541.695 líneas activas del servicio móvil avanzado (telefonía móvil), correspondiente a tres operadoras que son: CONECEL S.A.- Claro, TELECOM S.A.-Alegro y OTECEL S.A.- Movistar, hasta agosto de 2010, lo que se hace imprescindible la aplicación de rigurosos procedimientos que aseguren el control de los servicios y su calidad, que las mencionadas operadoras actualmente brindan a sus usuarios terminales. Dicho control debe cumplir varias fases; primero, recolección de datos (mediciones de campo), segundo, un procesamiento y almacenamiento de la información recopilada; finalmente una fase de difusión, a los usuarios, de la información recopilada y procesada, en esta fase es en donde inicia la problemática de la presente investigación. Esta problemática exige el planteamiento de una solución corporativa para el desarrollo de aplicaciones web estándar que de una manera interactiva se haga partícipe de la información al usuario de servicios de telecomunicaciones. Se ha estudiado varias opciones en lo referente a desarrollar software estructurado, interoperable y reusable que interactúe con sistemas de mapas y geo referenciación.

Para el diseño de la aplicación web se transformará la información geográfica a datos espaciales para su almacenamiento en una base de datos (motor Oracle 11g Spatial), para asociar mediante modelos relacionales los valores de las mediciones de calidad de servicio con sus respectivas localizaciones geográficas. Con la información geográfica almacenada en una base de datos, la siguiente etapa consiste en definir una arquitectura de software, que permita mostrar esta información sobre un mapa de la ciudad de Quito, a manera de capas.

## 2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO INVOLUCRADOS

### 2.1 PORCENTAJE DE LLAMADAS ESTABLECIDAS

Porcentaje de las llamadas establecidas exitosamente respecto al número de intentos de llamada en un periodo de medición (UIT-T E800, 2008), así:

$$\% \text{llcom} = \text{llcom}/\text{ill} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

- %llcom: Porcentaje de llamadas establecidas en la red.
- llcom: Número de llamadas establecidas exitosamente en la red trimestralmente.
- ill: Número total de intentos de llamada en la red trimestralmente.

En donde el valor objetivo trimestral de este parámetro (Rec. UIT – T E425) es: %llcom  $\geq$  95%

### 2.2 TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO DE LA LLAMADA

Se define como el intervalo de tiempo medido en segundos que transcurre entre el instante en que el usuario acciona el pulsador de envío de llamada, luego de marcar el número seleccionado y la recepción del tono de control de llamada (UIT-T E800, 2008). Se asocia las variables que conforman el parámetro. El valor objetivo trimestral de este parámetro (UIT – T E426, 1992) es: % C  $\geq$  95%. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% C = \text{lle}/\text{tlle} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

- %C: Porcentaje de cumplimiento
- lle: Total de llamadas establecidas antes de los 12 segundos de las llamadas establecidas dentro de la red de la Sociedad Concesionaria trimestralmente.
- ttle: Total de llamadas establecidas trimestralmente.

### 2.3 ZONA DE COBERTURA

Es el área que la sociedad concesionaria informa al usuario, dentro de la cual se tendrá un nivel de señal que permita la prestación del servicio concesionado de conformidad con los valores objetivos establecidos (UIT-T

E800, 2008), así:

$$\% C = ns/n \times 100 \quad (\text{Rec. UIT - R M 1457.}) \quad (3)$$

Donde:

- p: Posición del equipo terminal.
- $n_s$ : Número de muestras con el nivel de señal en el canal de control del equipo terminal superiores o iguales del nivel mínimo de acuerdo a la tecnología y por tipo de zona (urbana, rural y carreteras)
- v: Velocidad del equipo terminal.
- n: Número de muestras validas por tecnología y por tipo de zona.
- %C: Porcentaje de cobertura por tecnología y por tipo de zona.

Los valores objetivos se deben cumplir de acuerdo al escenario y tipo de tecnología como se detalla en la Tabla 1.

**Tabla 1: Valores Objetivos de Porcentaje de Cobertura**

Zona Urbana		Zona Rural y Carreteras		
Tecnología	<i>GSM</i> (Rx Level)	<i>CDMA/ WCDMA</i> (Ec/Io)	<i>GSM</i> (Rx Level)	<i>CDMA/ WCDMA</i> (Ec/Io)
Valores de Señal	-85dBm	-14dB	-98dBm	-17dB
Valor Objetivo	%C $\geq$ 95%		%C $\geq$ 90%	
Tolerancia	5%		10%	

## 2.4 PORCENTAJE DE LLAMADAS CAÍDAS

Representa la proporción de las llamadas que se han establecido correctamente y por lo tanto le han asignado un canal de tráfico, se caen o son interrumpidas antes de la terminación normal realizada por el usuario, con respecto al número total de llamadas establecidas (ISO 9000, 2005), así:

$$\% llc(A\acute{o}B\acute{o}C) = llc(A\acute{o}B\acute{o}C)/lle(A\acute{o}B\acute{o}C) \times 100 \quad (4)$$

Donde:

- llc: Número total de llamadas caídas para cada tipo de celda trimestralmente.
- lle: Número total de llamadas establecidas para cada tipo de celda trimestralmente.

Donde: %llcA, %llcB, %llcC, representa el porcentaje de llamadas caídas por cada tipo de celda las cuales son: Tipo A, B y C: Radiobases con diferentes tipos de servicio según su establecimiento y continuidad de la llamada. El valor objetivo según los contratos de concesión suscritos con las operadoras CONECEL S.A. y OTECEL S.A. en el Ecuador son: %llcA  $\leq$  2%; %llcB  $\leq$  5%; %llcC  $\leq$  7%

## 3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

### 3.1 SISTEMA DE REFERENCIA ESPACIAL

Para ubicar con precisión un punto en la tierra, debe conocerse la forma general de la tierra. Estos modelos de forma de la tierra, son llamados datums. El datum, es un modelo de referencia. Para definir un datum, es necesario dos conceptos, elipsoide y geoide. La forma teórica de la tierra está representada por un elipsoide (figura que se genera a partir de la rotación de una elipse respecto de uno de sus ejes).

Por otro lado, el geoide es una representación aproximada de la forma real de la tierra, en la cual todos los puntos que la conforman son perpendiculares al campo gravitacional. Los puntos donde intersecan el geoide y un elipsoide, se los conoce como puntos fundamentales. Un datum está compuesto de un punto fundamental y el elipsoide, que al intersecar con el geoide, lo genera. Al trazar una tangente al elipsoide en el punto fundamental, y una perpendicular a esta tangente en el mismo punto. La perpendicular genera un ángulo  $\alpha$  con el plano ecuatorial. Si se une este punto intersección con el centro de la tierra, se genera otro ángulo  $\beta$  (formado con el eje x de la

tierra). Al quedar definidos este par de ángulos ( $\phi$ ,  $\lambda$ ), también queda definido el sistema de referencia. Cada objeto espacial debe estar asociado a un identificador de sistema de referencia espacial (SRID). El SRID determina el sistema de coordenadas usadas para un grupo de objetos espaciales; además brinda un significado a los valores de las coordenadas que contiene un objeto espacial, por lo tanto un SRID consiste en un número único entero para un determinado sistema de referencia espacial dentro de una base de datos.

### 3.2 SERVICIOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La norma ISO 19119 define a una interfaz, como un conjunto de operaciones que caracteriza una aplicación. Y una operación, es definida como la especificación de una transformación o consulta que un objeto puede recibir para que se ejecute y devuelva un valor. Esta operación posee un nombre y una lista de parámetros. La estandarización de las interfaces garantiza la interoperabilidad entre los diferentes sistemas de información geográfica (SIG). La interoperabilidad, se la puede definir como la capacidad que deben tener, dos o más sistemas, para intercambiar información de forma eficiente; además la información debe poder ser usada y entendida por cualquiera de los sistemas involucrados. Los metadatos representan características que pueden ser consultadas, procesadas y presentadas. Los Servicios de búsqueda de metadatos **Catalogue Service Web** son los que permiten el acceso a los catálogos de metadatos. Estos catálogos son uno de los tres servicios fundamentales que debe existir en una Infraestructura de Datos Espaciales: consulta, visualización, y descarga. Este servicio, al igual que los otros que se ofrecen, debe cumplir con el requisito indispensable de ser interoperables.

### 3.3 WEB MAP SERVICE (WMS)

El estándar WMS proporciona una interfaz HTTP para solicitar imágenes de mapas geo referenciados, provenientes de bases de datos espaciales o archivos shapefiles. Una solicitud WMS define las capas geográficas y áreas de interés a ser procesadas. La respuesta a esta solicitud, es un conjunto de imágenes (JPEG; PNG, etc.) de mapas geo referenciados. Un Web Service es definido como un servicio disponible en el Internet. Un WMS produce de forma dinámica mapas, que se generan a partir de datos espaciales que tengan definido un sistema de referencia espacial. Los mapas generados son imágenes en formatos conocidos como PNG, GIF o JPEG. Se accede a los mapas generados a través de la red. Un aspecto importante a destacar es que no se tiene un acceso a los datos, sino a una representación geográfica de ellos. Los datos espaciales pueden provenir de distintos servidores El estándar internacional para WMS es el ISO 19128: Interfaz de servidor web de mapas. Este estándar originalmente definido por OGC, el cual especifica el comportamiento de un servicio que produce mapas geo-referenciados de manera dinámica, especifica operaciones para: devolver la descripción de los mapas ofrecidos por un servicio (metadatos) y realizar consultas acerca de características específicas mostradas en un mapa. (Open Source Geospatial Foundation, 2013)

## 4. REQUERIMIENTOS DE SECTORIZACIÓN

El objetivo de sectorizar es dividir a la ciudad de Quito en zonas territoriales de medición, de manera que se compruebe que a través de ellas, se cumpla con los valores objetivos establecidos en las recomendaciones UIT. (UIT- RM1457, 2013 y UIT – TE426, 1992). La Tabla 2 indica que para la medición de parámetros de QoS, se debe realizar las “llamadas de prueba” que evalúen el desempeño de la red (CONECEL S.A. at el, 2008).

**Tabla 2. Parámetros de QoS y criterios de medición**

Parámetros de QoS	Criterio de medición	Metodología de prueba
% de Llamadas establecidas	Disponibilidad	Llamadas de prueba
Tiempo de establecimiento de la llamada	Velocidad	Llamadas de prueba
Zona de cobertura	Disponibilidad	Nivel de señal, Llamadas de prueba
% de llamadas caídas	Precisión	Llamadas de prueba
% de mensaje cortos con éxito	Disponibilidad	SMS
Tiempo de envío de SMS	Velocidad	SMS
Calidad de conversación	Precisión	Llamadas de prueba

## 5. CÁLCULO TOTAL DE TRÁFICO CURSADO POR RADIOBASE TRIMESTRALMENTE

Para el siguiente estudio se han considerado los meses correspondientes al tercer trimestre del 2011, la Tabla 3 indica el tráfico total cursado para la radio base denominada “10 DE AGOSTO” de la operadora CONECEL S.A.-CLARO obtenido a partir de sumar los valores promedios de tráfico para cada sector (X y Y) así:

**Tabla 3. Tráfico total por Radio Base al trimestre**

Sector	Máximo tráfico cursado en la hora cargada(Erlangs)	Mes	Valor promedio (Erlangs)	Tráfico total por radio base resultante (Erlangs)
10DEAGOSTOX	17,06	JUL	18,43	58,99
10DEAGOSTOX	18,68	AGO		
10DEAGOSTOX	19,56	SEP		
10DEAGOSTOY	42,29	JUL	40,56	
10DEAGOSTOY	41,47	AGO		
10DEAGOSTOY	37,92	SEP		

## 6. UBICACIÓN DE RADIOBASES EN LAS ZONAS DE MEDICIÓN ACTUALES DE LA SUPERTEL

Para determinar el número de llamadas por zona, se necesita contabilizar primero el número de radio bases que se encuentran en dicha zona.

Una vez que se conoce el nombre y la cantidad de las radio bases por zona; se determina el tráfico telefónico total generado, y luego se realiza el cálculo del número de llamadas. Por ejemplo: para la zona # 6 denominada así por la SUPERTEL, se determina el número de radio bases existentes para la operadora MOVISTAR (OTECEL S.A). Realizando el conteo en la zona 6, de las marcas de posición, se contabilizan 20 radio bases para el 2011.

## 7. CÁLCULO DEL NÚMERO DE LLAMADAS PROMEDIO POR ZONA DE MEDICIÓN

### 7.1 TIEMPO PROMEDIO DE DURACIÓN DE LA LLAMADA (ACHT)

El Tiempo Promedio de Duración de la Llamada (ACHT) es el promedio de duración de cada llamada y que generalmente se encuentra entre los 120 y 180 segundos. En la Tabla 4 se observa el tráfico total cursado en minutos para la operadora CONECEL S.A.-CLARO, considerando que es la suma del tráfico saliente, entrante y dentro de la propia red para el tercer trimestre del 2011 (Sistema Automatizado de Adquisición de Datos SAAD,2011).

**Tabla 4: Tráfico total en minutos (SUPERTEL)**

Tráfico telefónico total cursado: salientes + entrantes + dentro de la propia red				
Concesionario: CONECEL		Año: 2011		Trimestre: tercero
1) Mes	2) Total de tráfico saliente(minuto)	3) Total de tráfico entrante(minuto)	4) Total de tráfico onnet (minutos)	5) Tráfico total cursado (minutos)
jul-11	875.295.858	913.631.631	806.271.745	2.595.199.234
ago-11	911.373.132	947.819.799	839.131.697	2.698.324.628
sep-11	869.358.219	907.414.805	800.575.987	2.577.349.011

De igual forma en la Tabla 5 se aprecia el número de abonados que hacen uso del servicio de CONECEL S.A.-CLARO para el mismo período (Superintendencia de Telecomunicaciones,2012).

**Tabla 5: Número de abonados en prepago y pospago en el 3<sup>er</sup> trimestre para CONECEL S.A.**

<i>Fecha</i>	<b>CONECEL (UMTS)</b>		<b>CONECEL (GSM)</b>		<i>Total de abonados</i>
	<i>Prepago</i>	<i>Pospago</i>	<i>Prepago</i>	<i>Pospago</i>	
jul-11	419.463	799.875	8.987.509	717.264	10.924.111
ag-11	423.776	812.141	9.005.245	731.451	10.972.613
sep-11	378.094	831.477	9.074.250	737.347	11.021.168

Con estos datos se calcula para el mes de julio del 2011 por ejemplo el número de minutos que un usuario tarda en realizar una llamada durante un mes:

$$\# \text{ Minutos/usuario/mes} = 2.595.199.234/10.924.111 = 237,6 \text{ min por usuario/mes}$$

Si se considera que en promedio un usuario de la operadora CONECEL S.A.-CLARO realiza 4 llamadas de 120 a 180 segundos de duración en promedio por día, mientras que uno de la operadora MOVISTAR realiza 2 llamadas con esas características, se calcula el ACHT de la siguiente manera:

$$\text{ACHT(s)} = (\# \text{segundos por usuario al mes}) / (\text{días del mes}) \times (\# \text{ de llamadas al día}) \quad (6)$$

$$\text{ACHT (s)} = 115 \text{ s/llamada (para julio)}$$

Para los meses de agosto y septiembre los valores de ACHT son 118.99 s/llamada y 116.9 s/llamada respectivamente, concluyéndose que se puede tomar como un valor de referencia los 120 segundos.

## 7.2 NÚMERO DE LLAMADAS REALIZADAS Y RECIBIDAS POR ZONA DE MEDICIÓN

Para determinar el número de llamadas realizadas y recibidas por zona de medición se aplica la fórmula siguiente:

$$\# \text{de llamadas} = A_{\text{Total}} \text{ cursado (Erl)} \times 3600 / \text{ACHT (s)}$$

Al sumar las llamadas realizadas y recibidas de todas las zonas de la ciudad de Quito para las dos operadoras del servicio móvil se obtiene: CONECEL S.A. 11.562 llamadas y OTECEL S.A. 11.025 llamadas.

## 8. NÚMERO DE MUESTRAS PARA MEDIR PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO

### 8.1 TAMAÑO DE MUESTRA PARA MEDICIÓN DE QOS

Considerando el método de muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * E^2 + Z^2 * p * q} \quad (7)$$

Donde:

- n: es el tamaño de la muestra.
- z: Nivel de confianza, 95% ( $Z = 1.96$ ).
- p: Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.  $P = 0.95$
- q: proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio ( $1-p$ ).
- N: Tamaño de la población o universo  $N = 11562$  (Claro),  $11025$  (Movistar) llamadas.
- E: Error de la muestra 4%

Se encuentra que para las dos operadoras se obtiene 113 muestras o llamadas de prueba por zona.

### 8.2 DISTANCIA A RECORRER POR ZONA DE MEDICIÓN A PARTIR DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Considerando que el tiempo para realizar una llamada y medir calidad de conversación está entre 60 a 120 segundos (ETSI TS 102 250-5v1.2.1, 2005) y que la velocidad promedio vehicular en Quito es de 20.67 Km/h



identifican la capa de persistencia, la capa de negocio y la capa de presentación.

La capa de persistencia está realizada bajo la ayuda de la implementación Java Persistence. API - API Java para Persistencia (JPA 2.0), este módulo de la aplicación está administrado por el servidor de aplicaciones Oracle WebLogic 12c. El estándar Enterprise Java Beans - Beans Java Empresariales (EJB 3.1) ayuda en el desarrollo de la capa de negocios. Finalmente, la capa de presentación está desarrollada con módulos del framework Spring 3.1. Se ha utilizado los módulos para publicación de métodos y funciones web a través de los conceptos de servlets, que básicamente constituye una manera de ejecutar código en el entorno del servidor.

La aplicación se ha desintegrado en varios módulos, presentando además una capa de servicios web implementada a través de Java API for XML Web Services - API Java para los Servicios Web XML (JAX-WS).

La capa de presentación se la ha representado a través de la programación de controladores del lado del servidor, publicados como servlets haciendo uso del framework Spring 3.1, y de vistas Java Server Pages - Páginas Java de Servidor (JSP), mismas que son contenedores de código JavaScript, hojas de estilos y recursos externos como librerías, imágenes y controles. El concepto del framework Spring Web MVC, basado en un despachador a nivel de servidor que administra las peticiones y respuestas de los clientes web, permite extender esta funcionalidad a cualquier objeto previamente configurado; logrando así publicar métodos y funciones que pueden ser ejecutados a través de llamadas HTTP del tipo POST y GET. Las páginas JSP, para este caso específico, no se están usando para crear servlets y tampoco para construir código Java para el lado del servidor.

Las páginas JSP en la aplicación implementada son simplemente contenedores de código JavaScript y etiquetas HTML. Las librerías JavaScript que se utiliza para el manejo de mapas son OpenLayers, GeoExt y Proj4JS; integrándolas con controles de escritorio ofrecidos por ExtJS. OpenLayers ofrecen funcionalidades y controles que permiten hacer uso de servicios WMS, permitiendo el manejo de objetos espaciales, tales como mapas, contenedores de mapas, capas, controles y eventos sobre los mapas, además de proyecciones. GeoExt nos permite integrar controles ExtJS, como cajas de texto, botones y paneles, con funcionalidades del framework OpenLayers.

## **11. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN GEO REFERENCIADA**

Se ha implementado la capa de persistencia en base a un proyecto JPA del IDE de programación Eclipse. Este proyecto representa la solución al paradigma conocido como ORM (Object-Relational Mapping - Mapeo de Objetos a Bases de Datos Relacionales). Permite la interacción de la base de datos relacional a través de objetos Java conocidos como POJOs (Plain Old Java Object - Objeto Plano Java), a través de clases contenidas en el paquete javax.persistence.

Se han utilizado objetos de sesión del tipo sin estado, Stateless, debido a que este tipo de instancias no almacenan los estados de ejecución conforme se van instanciando y utilizando los métodos programados. Para ofrecer interoperabilidad entre tecnologías se ha implementado servicios Web, los cuales ofrecen una manera de comunicarse a través de mensajes escritos en lenguaje de marcado. La capa de presentación para la implementación está totalmente desintegrada de la lógica de negocio, presentándose en un proyecto web JEE (Java Enterprise Edition). Se ha implementado clases que gestionan las peticiones de los clientes a través del procesamiento de solicitudes del tipo HTTP/POST y respuestas a los clientes a través del protocolo de comunicación HTTP. Los controladores están implementados bajo los conceptos de Spring MVC haciendo que cada uno de estos objetos programados herede a la clase MultiActionController que oculta los procesos de publicación de métodos en servlets. La clase que provee el servicio para resolver los parámetros que son enviados a través del protocolo HTTP es la clase: ParameterMethodNameResolver.

### **11.1 SEGURIDADES Y MEJORAS EN SU RENDIMIENTO**

La aplicación desarrollada genera imágenes (mapas), a partir de información espacial (contenida en varios medios como, archivos shape y bases de datos). Tomando en cuenta, que la zona con el menor número de registros de coordenadas para su delimitación, tiene un total de 1000 pares de coordenadas; procesar este número de datos, renderizarlos y proyectarlos en la aplicación, conlleva un tiempo de procesamiento alto, tomando en cuenta que

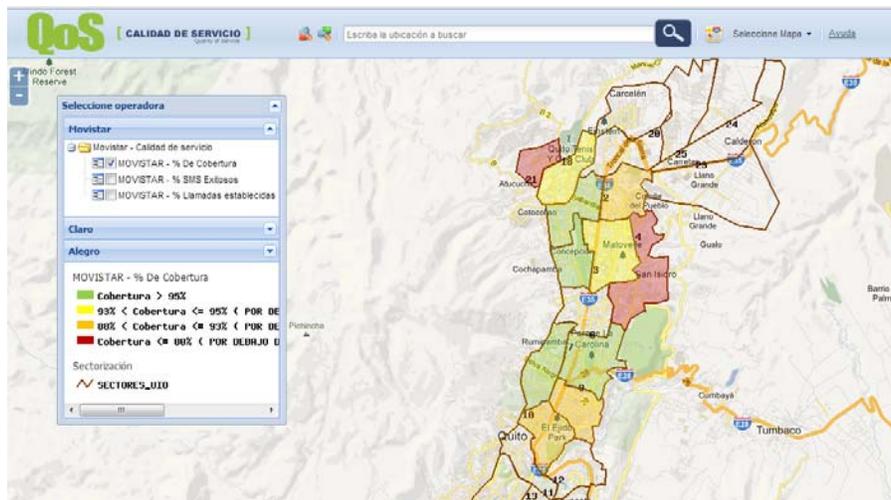
son 27 zonas, el proceso tomará más tiempo. Sin embargo se puede apreciar que, por ejemplo las zonas mostradas, son imágenes que no van a variar o no están sujetos de mediciones o cálculos para su modificación (o al menos no en el corto plazo). De igual manera los valores de los parámetros de QoS medidos tienen variaciones trimestrales o semestrales. Con este antecedente, y con el fin de optimizar tiempos de procesamiento para visualización de zonas y parámetros de QoS, se implementará un servidor de caché de mapas.

Dentro de la aplicación web, se obtiene un gran rendimiento al re direccionar las peticiones WMS de sectores y parámetros de QoS, hacia el nuevo servidor caché de mapas. Cada vez que se realice una petición, esta invocará el servidor de cache. El servidor de cache busca dentro de la carpeta que almacena el caché, la capa (imagen) solicitada. Ahora el servidor de caché tiene dos opciones, si la capa existe, toma la imagen y la devuelve a la aplicación para su proyección. Si no existe almacenado en cache, la imagen solicitada, el servidor de caché realiza una petición al servidor de mapas, a su vez el servidor de mapas solicita los datos a la base de datos para renderizar la imagen solicitada y permitir que el servidor de caché almacene esta imagen para satisfacer futuras peticiones.

## 11.2 PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD

El usuario ingresa a través de la url: <http://suptel-geo.supertel.gob.ec/calidadSMA>

Continuando con el flujo de ejecución del aplicativo web, se despliega la interfaz del usuario, donde se puede visualizar el mapa de la ciudad de Quito sectorizado, como se muestra en la Fig. 2.



**Figura 2: Funcionamiento servidor cache de mapas.**

Dentro de la aplicación, se escoge una operadora y el respectivo parámetro a visualizar. La aplicación muestra en pantalla, las zonas juntas con sus respectivos valores porcentuales del parámetro seleccionado, así como la leyenda del gráfico generado y una breve explicación de los parámetros mostrados en pantalla. Parte fundamental de esta aplicación, es la posibilidad del usuario de expresar su punto de vista, o percepción del servicio que recibe. Motivo por el cual se ha implementado un servicio web que reporta dichas quejas o novedades al Centro de Información y reclamos (CIR), de la SUPERTEL. Con un evento click en alguna zona del mapa, el usuario recibe la información de los parámetros de QoS en ese punto, y de existir discrepancia con la información mostrada, el usuario puede enviar su queja o reclamos a la CIR.

## 12. CONCLUSIONES

1. La falta de una topología para el proceso de sectorización de la ciudad de Quito realizado por la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador, ha provocado que lugares que pertenecen a la

ciudad y que están dentro del área de cobertura garantizada por las operadoras, no estén contempladas dentro de ningún sector de la ciudad. Además debido a la ausencia de una base de datos espacial que almacene la información de la sectorización de la ciudad de Quito, se ha evidenciado carencia de integridad en el dominio y entidad de las geometrías que describen la sectorización actual de la ciudad.

2. El diseño y desarrollo de la sectorización de la ciudad de Quito, está basado en estándares internacionales como la ETSI y la Unión Internacional de Telecomunicaciones especialmente la normativa UIT- T Serie E 802, respecto a la Metodología para determinación y aplicación de parámetros de calidad de Servicio como el análisis que se ha detallado anteriormente.
3. Una vez realizado el estudio de la sectorización desarrollado a lo largo del presente documento, se concluye que los sectores se los debe crear en base a un recorrido lineal y no por áreas específicas, debido a que el recorrido debe ser de 68,48 km para obtener las 113 llamadas que es el criterio del cual se basa el estudio para realizar los sectores.
4. Las zonas de la sectorización realizada en el presente proyecto, abarcan aproximadamente el 95% de la ciudad de Quito, permitiendo a la SUPERTEL considerar ciertos sectores periféricos de la ciudad y mejorar la función del control de Calidad de Servicio.
5. Se espera que el presente proyecto sea utilizado por el organismo de control y regulación de las telecomunicaciones en el Ecuador y por el usuario final. El primero para verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad de servicio de las operadoras del servicio móvil, solicitar su mejoramiento y sancionar si fuera el caso, el segundo es el usuario final de los servicios el cual contaría con una herramienta web para verificar en tiempo real su cobertura, realizar su reclamo en línea si no está satisfecho por el servicio adquirido. Este proceso permitirá un mejoramiento continuo en la emisión de los servicios de telecomunicaciones, precautelando el interés del usuario terminal.

## REFERENCIAS

- CONECEL S.A., OTECEL S.A, y SENATEL. “Contrato de Concesión (Anexo 5); Lista de Parámetros de Calidad de Servicio” *Quito*, pp. 14-29, Agosto 2008.
- Distrito Metropolitano de Quito y Universidad Central de Ecuador “Estudio para la determinación de índices de movilidad urbana para evaluar los impactos de restricción vehicular pico y placa en la ciudad de Quito” *Quito*, p. 32, noviembre 2010.
- ETSI TS 102 250-5 v1.2.1. “Speech Processing Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS Aspects for popular Service in GSM and 3G Networks” *Sophia Antipolis Cedex*, p. 9, septiembre 2005.
- ISO 9000. “Sistemas de Gestión de Calidad y fundamentos” *Ginebra. Traducción Certificada*, p. 8, Marzo 2005.
- Open Source Geospatial Foundation. Map Server 6.2.0 Documentation Versión Electrónica. Febrero 2013 disponible en <http://mapserver.org.documentation.html>.
- Sistema Automatizado de Adquisición de Datos SAAD “Total minutos tráfico telefónico (Entrante, Saliente y ONNET de CONECEL)” *Quito*, Octubre 2011
- Superintendencia de Telecomunicaciones “ Servicio Móvil Avanzado, Terminales de usuarios de líneas activas” *Quito*, p. 1, Enero 2012
- UIT – RM 1457 “Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000” *Ginebra*, 2013.
- UIT – TE 426 “Directrices generales sobre el porcentaje de tentativas de llamadas eficaces que debe observarse en el caso de llamadas internacionales” *Ginebra*, 1992.
- UIT – T E800. “Definiciones de términos relativos a la Calidad de Servicio” *Ginebra*, p. 3, Agosto 2008.

## ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*