

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

MARACAIBO - VENEZUELA



Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- Science Citation Index (SCIExpanded)
- Compendex
- Chemical Abstracts
- Metal Abstracts
- World Aluminium Abstracts
- Mathematical Reviews
- Petroleum Abstracts
- Zentralblatt Für Mathematik
- Current Mathematical Publications
- MathSci (online database)
- Revenct
- Materials Information
- Periódica
- Actualidad Iberoamericana

Quality of service 2.5G for hydrometeorological network in the Chimborazo province, Ecuador

Byron E. Zúñiga¹, Marco C. Ordóñez Q.², Johanna^E. Ayala³, Daniel Santillán H⁴,

Celso G. Recalde⁵

¹²³⁵Instituto de Ciencia Tecnología y Saberes, Universidad Nacional de Chimborazo. Av. Antonio José de Sucre Km 1 vía a Guano, Riobamba, Ecuador.

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo. Av. Antonio José de Sucre Km 1 vía a Guano, Riobamba, Ecuador.

bzuniga@unach.edu.ec, marcks021184@gmail.com, anajhou@hotmail.com, dsantillan@unach.edu.ec, crecalde672000@yahoo.com

Abstract

This paper describes a model based QoS measurements to quantify the mobile phone network 2.5G in Ecuador currently, since today the quality of service (QoS) in telecommunication is handled in various stages for services: voice, data, streaming. This paper is based on 1708 field measurements by means of drive test using machine to machine M2M (AMS-SAMM) between route Riobamba - Cumandá and Riobamba - Achupallas - Jubal. The KPI-data (Key Performance Indicators) for FTP & HTTP services are estimated through ETSI 102-250 norm and general recommendations ITU-T G.1000; focused service accessibility for evaluate the 2.5G mobile network performance. This QoS model permitted to evaluate access service, service access time, and mean data rate, and verify on nodes accessibility within hydrometeorological network in the Chimborazo province, Ecuador, and its results offer an overview Mobile Service. The following results were obtained 91.22 success test percent, 8.78 failed percent, the OP3 present better result for HTTP service and OP2 for FTP service, except at the IP-service Setup Time with 0,14seconds apart in relation to the OP3.

Keywords: Accessibility parameters; drivers test; KPI; GPRS; quality of service.

Calidad de servicio móvil 2,5G para la red hidrometeorológica de la provincia de Chimborazo, Ecuador

Resumen

El presente artículo describe un modelo de QoS basado en mediciones que permite cuantificar la red de telefonía móvil 2,5 G en el Ecuador, dado que en la actualidad la calidad de servicio (QoS) en telecomunicaciones se maneja en diversas etapas para los servicios de: voz, datos, streaming. El presente estudio, se basa en 1708 mediciones a través del Drive Test dentro de la topología machine to machine M2M (SMA a SAMM), entre los tramos Riobamba - Cumandá y Riobamba - Achupallas - Jubal. Se estimaron indicadores claves de rendimiento (ICRs) de los servicios de datos como: HTTP y FTP, considerados en las normas ESTI 102-250 y las recomendaciones generales ITU-T G.1000 con el fin de evaluar el rendimiento de la red del servicio móvil en 2,5G. Éste modelo de QoS permitió cuantificar el nivel de accesibilidad al servicio, el tiempo de establecimiento y la velocidad de transmisión media para los nodos de la Red Hidrometeorológica de la provincia de Chimborazo del Ecuador. Se monitorea las transmisiones de datos de las 3 operadoras donde se obtiene un 91.22% de pruebas exitosas y un 8,78% de fallidas, estos resultados proporcionan una visión general del SMA de la cual se indica que la Operadora 3 presenta mejores resultados para HTTP y la Operadora 2 en FTP salvo en el tiempo de establecimiento del servicio IP con 0,14 s de diferencia en relación a la Operadora 3.

Palabras clave: Parámetro de accesibilidad; calidad de servicio; GPRS; ICR; pruebas de campo.

1. Introducción

Las Estadísticas Mundiales de Internet - Internet World Stats muestran en el 2014 que Ecuador tiene un nivel de penetración de usuarios con servicio de internet del 74,4% de la población y el 98,5 % de la población son abonados de telefonía móvil, con lo que se ve claramente un incremento exponencial en la demanda del servicio, debido en gran medida a la evolución de SMA (Servicio Móvil Avanzado) y las prestaciones ofrecidas en cada generación del SMA [1], así como también, el tráfico de datos proyectados para 2013 - 2018 será de 15,9 exabytes por mes a nivel mundial para las redes móviles de acuerdo a CISCO [2].

La Red Hidrometeorológica de la provincia de Chimborazo, es un proyecto interinstitucional que comprende un conjunto de estaciones meteorológicas e hidrológicas distribuidas en la provincia sobre una superficie de topografía irregular (160 - 6310 msnm), con condiciones atmosféricas complejas y altas precipitaciones, su sistema de transmisión se basa principalmente en conexión GPRS, cuenta con 37 nodos de los cuales: 24 son GPRS, 11 GOES y 2 enlaces en 802.11b, con un despeje del 60% de la zona de Fresnel para los radioenlaces que tienen un nivel de recepción promedio de -76 dBm [3]. Mediante la utilización de las tecnologías de acceso móvil 2.5G (EGPRS), en lugar de los tradicionales enlaces de datos radioeléctricos, se considera que el acceso al servicio de datos es mejorado (Mohammed & Zouhair, 2010) y tiene mayor penetración en las zonas rurales [4]. Debido a la gran cobertura de estas redes, a futuro sería más rápida la implementación de nuevas estaciones base, en donde la infraestructura 2,5G servirá como base para la migración a las tecnologías 3G y en lo posterior 4G. La información recopilada y transmitida a través de la infraestructura existente de SMA es enviada al servidor FTP de la Universidad Nacional de Chimborazo. Con los beneficios PTM (punto a multipunto) ofrecidos por las redes móviles, la utilización de la infraestructura desplegada por las operadoras es inherentemente factible para el desarrollo de nuevos proyectos basados en la utilización de los servicios IP, como son FTP y HTTP, además del rendimiento de la misma, depende si la integridad de la información que se requiera enviar tiene estado crítico.

El principal papel que desempeña el nivel de QoS (calidad de servicio) para el transporte de tráfico por la red celular, es garantizar: confiabilidad, robustez y disponibilidad en la comunicación entre los nodos. Parámetros como la velocidad de transferencia de datos (throughput), el retardo (delay), variaciones en

los retardos (jitter) y la tasa de pérdidas de paquetes, son parámetros fundamentales que nos permiten evaluar el rendimiento de la red, pero al enfocarse en la accesibilidad al servicio se requiere de otros parámetros que aporten mayor información [5]. En el análisis y validación del servicio de datos se emplea un modelo de QoS en función de parámetros de accesibilidad [6], relacionada con el rendimiento de datos en la red celular, para ello se ha utilizado equipos de optimización y monitoreo de redes SMA, mediante los cuales se realizaron pruebas no intrusivas en la interface aire (equipo móvil - BTS). El presente estudio realiza la evaluación de la calidad de accesibilidad al servicio y a posteriori, la caracterización de acceso a la red mediante un drive test que proporcionara las mediciones de los diferentes KPI (Key Performance Indicators), de los cuales se obtiene una valoración desde la perspectiva del usuario del nivel de calidad de servicio ofrecido actualmente por las operadoras móviles del país [5], [6], [7]. En el modelo de calidad de servicio enfocado a la accesibilidad al servicio se tienen algunos KPI, dentro de los cuales se ha tomado en cuenta los siguientes parámetros: activación del contexto PDP (Context Activation Failure Ratio [%]), indicador de desempeño KPI (Accesibility of Service FTP & HTTP) [8], servicio sin accesibilidad (Service Non-Accessibility [%]), relación de fallo del servicio IP (Service Access Failure Ratio [%]), IP Service Setup Time [s], tasa media de datos, los cuales determinan si el servicio está disponible, si inicializa y accede a la transferencia, además se indica el tiempo de inicialización de la conexión y la velocidad promedio de datos transferidos, haciendo referencia a la norma de la ESTI 102-250-2 de 2009.

2. Proceso Experimental

Materiales y Métodos

Es de interés realizar el análisis de QoS para servicios de datos en los protocolos FTP y HTTP, en la red de transmisión que comunica las estaciones meteorológicas automáticas con el repositorio de datos ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para lo cual en la Figura 1 se describe la metodología para la obtención de datos y la obtención de reportes. Se han omitido parámetros de calidad tales como atención de reclamos, tiempos de respuesta y de soporte técnico, entre otros, relacionados a la percepción que tiene el usuario en la atención del proveedor, considerando que el enfoque del estudio se basa en aplicaciones del tipo M2M (Machine to Machine), en las cuales no existe un usuario humano utilizando el servicio (Ver Figura 2).

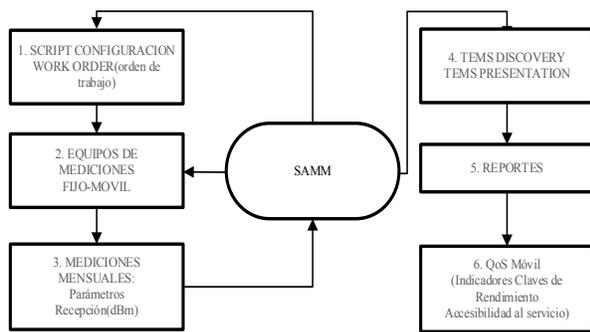


Figura 1. Metodología Mediciones y Reportes de Drive test Drive Test

Mediante el Sistema de Medición de Redes Móviles, denominado SAMM, de la Superintendencia de Telecomunicaciones, conformado por estaciones fijas y móviles de monitoreo con topología M2M, se realizó el monitoreo de la interface aire. La velocidad promedio del recorrido fluctúa entre 0-100 km/h, en vías de primer y segundo orden que cubre longitudinalmente un 70% de la provincia de Chimborazo. En el caso específico de este estudio, se utilizó un vehículo equipado con dos estaciones móviles (RTU), que son básicamente computadores industriales que se montan en un Rack con las debidas adaptaciones y ajuste en el vehículo (ver Figura 3); las estaciones constan de tres módulos de pruebas (uno por cada operadora de SMA). Cada equipo tiene dos antenas omnidireccionales con una

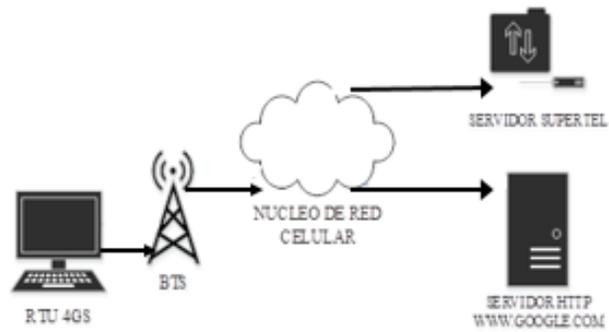


Figura 2. Topología M2M para mediciones Drive test

ganancia de 0 dBi, para tener diversidad de espacio. Las antenas se acoplan a través de un conector SMA y un cable de 50 Ω al multiplexor, este suministra la portadora a los RTU marca ASCOM, modelo 4GS.

Los RTU trabajan en las bandas 850/1900 MHz, asignadas para el servicio SMA en nuestro país, se alimentan a través de la fuente de 12 V de la batería del vehículo. La Tabla 1. , muestra los 4 módulos y su asignación para cada operadora de SMA y la Figura 3 muestra la ubicación de los módulos usados para captar las señales de las 3 operadoras donde el espectro radioeléctrico de frecuencias esenciales para el SMA de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y el Plan Nacional de Frecuencias, está subdividido en las siguientes bandas: 824 MHz a 849 MHz, 869 MHz a 894 MHz y 1710 MHz a 2025 MHz.

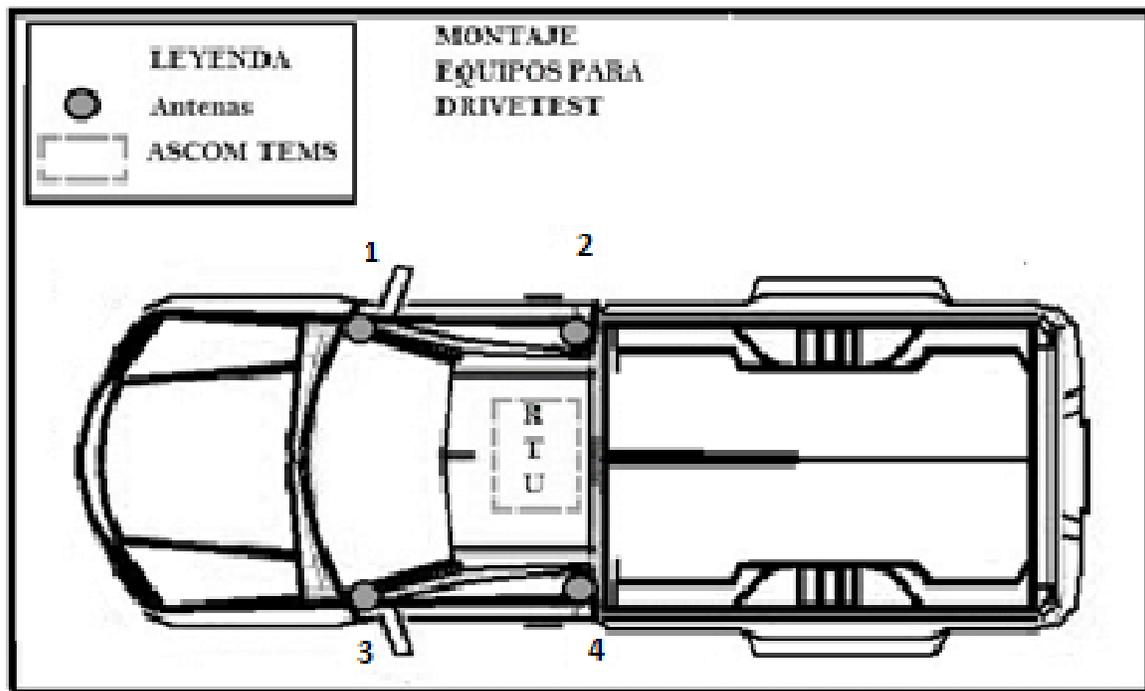


Figura 3. Sistema Drive test

Tabla 1. Configuración pares de módulos por operadoras

Módulos Usados	Operadora
2	Operadora 1 (OP1)
3	Operadora 2 (OP2)
4	Operadora 3 (OP3)
1	Transmisión de datos al servidor

Se realizaron además mediciones de nivel de potencia del espectro de SMA, utilizando un analizador de espectros marca ANRITSU, ruido de fase -100 dBc/Hz @ 10 kHz offset a 1 GHz, con un rango de operación de 9 kHz a 7,1 GHz -DANL 163 dBm in a 1 Hz RBW.

3. Configuración de los equipos RTU

El sistema SAMM (Sistema Autónomo de Control de Redes Móviles) está conformado por un centro de gestión para los equipos de medición y la base de datos que registra y almacena los resultados de las mediciones realizadas. La configuración de los equipos se realiza a través de la Consola de Operación (Operator Console), mediante la cual se envía un "script" de medición remota hacia las estaciones de medición (ver Figura 4).

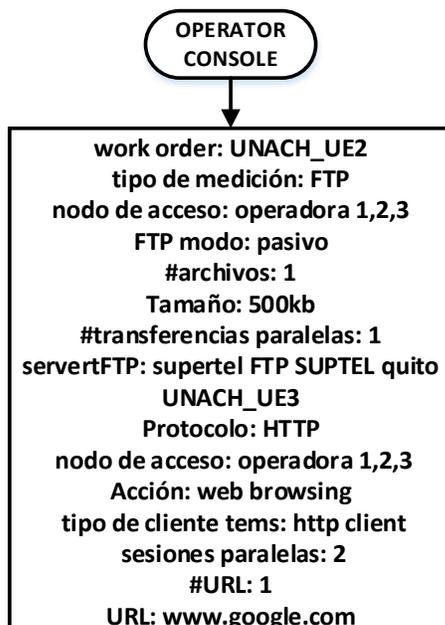


Figura 4. Configuración de Scripts de Medición

4. Mediciones y toma de datos

Las pruebas se realizaron en las tres operadoras del SMA, las tecnologías de referencia son 3G (WCDMA R99, WCDMA R99 HSUPA, HSUPA, HSDPA) y 2,5G (EPGRS), en los modos de prueba *uplink* (enlace de subida) y *downlink* (enlace de bajada). En estos modos de datos se testean los protocolos FTP y HTTP. Para las pruebas de FTP se utilizó el servidor de la SUPERTEL que se encuentra en la ciudad de Quito. Para la toma de datos se tomaron las consideraciones referentes al tamaño del archivo de envío/recepción, éste fue de 6.9kB, correspondientes a envíos de datos cada 10 minutos, el tamaño máximo aproximado que ocupan las estaciones meteorológicas diariamente es de 1 MB.

El recorrido del Drive Test se dividió en dos tramos: el primero Riobamba-Cumandá con aproximaciones de 120km y el segundo Riobamba-Achupallas-Jubal con aproximaciones de 130km, debido a que se consigue el trazado longitudinal de toda la provincia y cubre la mayor área posible, así como también permite tener un primer diagnóstico de la red celular SMA.

5. Resultados y Discusión

Mediciones empleando un analizador de espectros

Adicional a las mediciones del recorrido del Drive Test, se realizó un barrido del espectro de telefonía móvil 800 - 950 MHz con el analizador de espectros ANRITSU MS2721B y antena Yagui de 0 dBi, en la comunidad de Jubal y Achupallas.

Se registra el nivel de recepción para cada una de las zonas de estudio como son Jubal y Achupallas, se ajusta el analizador con un nivel de referencia de -30 dBm.

En la comunidad de Jubal no existe cobertura GPRS de ninguna operadora, el nivel de potencia es superior a -90 dBm, lo que indica que no se recibe señal de las operadoras. En la zona de Achupallas se pueden identificar tres picos de importancia, en 835 MHz, 872 MHz, 887 MHz la potencia está entre -72 dBm y -68 dBm. Como se puede observar en Figura 5 el primer pico se encuentra en los 835 MHz, que corresponde a la operadora 2 GSM-850 en el rango de *uplink* de 824.2 - 849,2 MHz; y para el tercer pico que corresponde a 872 - 887 MHz que se encuentra en el rango de 869,2 - 894.2 MHz para el *downlink*, que pertenece a las operadoras 3 y 2 respectivamente.

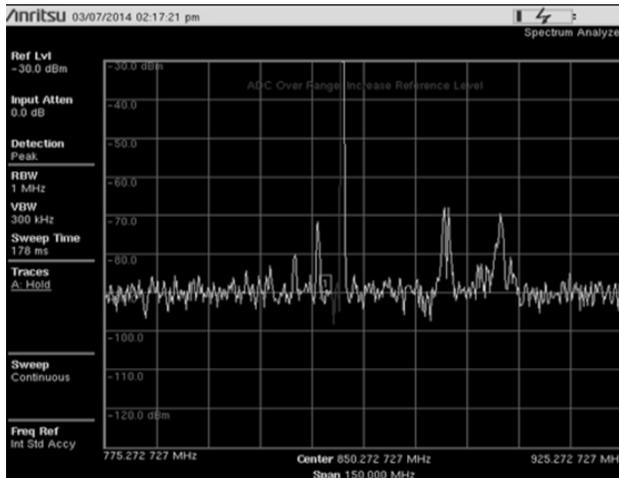


Figura 5. Medición Achupallas

Parámetros de calidad utilizando tecnología 2.5G en el servicio FTP

En la Tabla 2 se muestran datos estadísticos del total de pruebas realizadas por el equipo ASCOM, en el tipo downlink y uplink para el modo de transmisión FTP y HTTP.

Tabla 2. Total de pruebas realizadas por el equipo

TIPO	MODOS	OP1	OP2	OP3	TOTAL
Downlink	FTP	232	304	276	812
	HTTP	145	185	160	490
Uplink	FTP	114	150	138	402
Perdidos		2	1	1	4
TOTAL		493	640	575	1708

En la tabla 3 se muestra el número de pruebas exitosas en el tipo downlink y uplink para el modo de transmisión FTP y HTTP.

Tabla 3. Pruebas exitosas

TIPO	MODOS	OP1	OP2	OP3	TOTAL
Success Downlink	FTP	210	287	243	740
	HTTP	142	176	157	475
Success Uplink	FTP	97	134	112	343
TOTAL		449	597	512	1558

En la tabla 4 se muestra el número de pruebas fallidas y perdidas en el tipo downlink y uplink para el modo de transmisión FTP y HTTP.

Tabla 4. Pruebas fallidas y perdidas

TIPO	MODOS	OP1	OP2	OP3	TOTAL
Failed Downlink	FTP	22	17	33	72
	HTTP	3	9	3	15
Failed Uplink	FTP	17	16	26	59
Unknown		2	1	1	4
TOTAL		44	43	63	150

KPI Independiente del servicio

PDP Context Activation Failure Ratio [%]

En el parámetro de PDP Context Activation Failure Ratio, se cuantifica el porcentaje de fallas en las pruebas realizadas para cada una de las operadoras (OP), y con ello verificar el número de pruebas fallidas por la activación del contexto PDP. No se encontró (0) fallas en el contexto PDP, para el modo de prueba: FTP y HTTP en el tipo de prueba downlink y uplink.

KPI Específico FTP – HTTP

IP-Service Access Failure Ratio [%]

En la Tabla 5 se indica el porcentaje de fallas presentadas luego de que el contexto PDP se activa con éxito, como resultado la operadora 2 muestra un menor número de fallas en el modo de prueba FTP, tanto para el tipo de prueba *downlink* como *uplink*, mientras que para el modo de prueba HTTP la operadora 3 tiene un menor rango de error para el tipo de pruebas *downlink*.

Tabla 5. Eventos acceso al servicio IP en FTP y HTTP (%)

	ENLACE	OP1	OP2	OP3
FTP	Downlink	9,48	5,59	11,95
	Uplink	14,91	10,66	18,84
HTTP	Downlink	2,06	4,86	1,87

Service Non-Accessibility [%]

En la Tabla 6 éste parámetro es la $\sum OP$ entre las fallas tanto en la activación del contexto PDP como las fallas presentadas luego de activado el contexto PDP. Como

se puede observar la operadora 2 presenta un 3,89 % menos de error en el modo de prueba FTP para el tipo de transmisión downlink y 4,95% en el uplink en comparación con la operadora OP1, mientras que realizando la comparación con la operadora OP3 los porcentajes son: 6,36 % menos en downlink y 8,18 % menos en el uplink. En el modo de prueba HTTP la operadora 3 presenta un 0,19 % menos de error en comparación con OP1 y un 2,99% menos de rango de error en comparación con OP2, todo esto al realizar la prueba downlink.

Tabla 6. Eventos de no accesibilidad al servicio en FTP y HTTP (%)

	ENLACE	OP1	OP2	OP3
FTP	Downlink	9,48	5,59	11,95
	Uplink	14,91	10,66	18,84
HTTP	Downlink	2,06	4,86	1,87

IP-Service Setup Time [s]

En la Tabla 7 el IP Service Setup Time, utiliza la media del tiempo requerido por cada una de las operadoras para establecer una conexión a TCP/IP con el servidor FTP, como se puede observar, la operadora 1 necesitan menor periodo de tiempo para establecer la conexión TCP/IP con el servidor FTP, en el modo de prueba FTP tanto para el tipo de prueba downlink como uplink, mientras que para el modo de prueba HTTP la operadora 3 tiene en menor periodo de tiempo necesario para establecer una conexión TCP/IP con el servidor HTTP en el tipo de prueba downlink.

Tabla 7. Eventos IP Service Setup Time en FTP y HTTP

	ENLACE	OP1	OP2	OP3
FTP	Downlink	1,23	2,33	1,36
	Uplink	0,64	0,89	1,98
HTTP	Downlink	1,44	1,84	1,30

Mean Data Rate [kbps]

En la Tabla 8 para este parámetro se calcula la media de la velocidad de transmisión de datos para cada una de las operadoras. Como se puede observar la operadora 2 muestra una mayor velocidad en la transmisión de datos en el modo de prueba FTP, tanto para el tipo de prueba downlink y uplink durante todo el tiempo de conexión, mientras que para el modo de prueba HTTP la operadora

2 muestra una velocidad mayor en la transmisión de datos durante el tiempo de conexión.

Tabla. 8 Eventos Mean Data Rate en FTP y HTTP

	ENLACE	OP1	OP2	OP3
FTP	Downlink	50,87	85,68	64,87
	Uplink	25,17	28,08	26,95
HTTP	Downlink	40,04	58,76	40,97

6. Conclusiones

De acuerdo a las estimaciones de los KPIs se observa que para ninguna de las tres operadoras existe errores (0) en la activación del contexto PDP. En la Relación de Fallas en el Acceso al Servicio IP y la no accesibilidad al servicio, la OP2 (5.59/10.66 %) presenta un mayor número de fallas en relación al servicio IP en FTP que las operadoras OP1 y OP2, y menor fallas para el servicio HTTP (1,87 %) presentó la OP3. El tiempo de establecimiento del servicio IP en FTP, la OP1 (1.23/0,64 segundos) obtuvo menor tiempo de respuesta; y en cuanto a HTTP mostró menor tiempo la OP3 (1,30 segundos). La OP2 presentó mejores velocidades de transmisión media (85,68/28,08 kbps). Con esto podemos concluir que el modelo propuesto para la evaluación del servicio móvil avanzado permite tener un diagnóstico de las etapas de inicio y transferencia datos de manera general y de la cual no se habían obtenido parámetros de rendimiento para transmisión en la provincia de Chimborazo.

7. Agradecimiento

Agradecimiento a la SUPERTEL* Superintendencia de Telecomunicaciones Regional Centro de Ecuador por el apoyo técnico brindado en las campañas de mediciones y pre-procesamiento de información, y asesoría técnica oportuna en la persona del Ing. Alex Troya.

*Ahora conocida como ARCOTEL Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

Referencias Bibliográficas

- [1] Mohammed J. y Zouhair G.: "Wireless Mobile Evolution to 4G Network". Rev. Wireless Sensor Network, Vol.2, N° 4 (2010) 309-317. ISSN 1945-3086.
- [2] CISCO. : "Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2013-2018". White Paper, (2014).

- [3] Ayala A., Recalde C. y Sanaguano D.: "Interconectividad de la Red Hidrometeorológica en la Provincia de Chimborazo-Ecuador". Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia, Vol. 37, N° 3 (2014) 251 – 261. ISSN 0254-0770.
- [4] Agbaraji, E.C., y Aririguzo I.M.: "A Survey Of 3G Technologies; Vital Tool In National Mobile Telecommunication (NMT) Development". Rev. International Journal of Advances in Engineering & Technology, Vol. 6, N° 6 (2014) 2325-2334. ISSN 0975-5462
- [5] Rajshree S. D., Rajnish C., y Amit, D. : "Challenges for Quality of Service (QoS) in Wireless Sensor Networks". Rev. International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2, N° 12 (2010) 7395-7400. ISSN 2333-9721
- [6] Sarraf C. M., El-Khazan L., Zonghby T, El-Asmar S., Nassif J. : "Measuring QoS for GPRS Mobile Networks". Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics. (2005) 493-257. ISBN: 960-8457-11-4.
- [7] Rivas F.J., Diaz A., y Merino P.: "Characterizing Traffic Performance in Cellular Networks". Rev. Internet Computing IEEE, Vol. 18, N° 1 (2014) 12-19. ISSN 1089-7801
- [8] Brizmer A. : "The impact of radio network factors on the QoS of GPRS applications". TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO. Raadio- ja sidetehnika instituut. Tallin. (2005)

Recibido el 12 de agosto de 2015

En forma revisada el 26 de Septiembre de 2016



UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

REVISTA TECNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Vol. 39. N°3, Diciembre 2016_____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en Diciembre de 2016, por el **Fondo Editorial Serbiluz**, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve
www.serbi.luz.edu.ve
produccioncientifica.luz.edu.ve