

Metodología para evaluar la Calidad de Servicio de las Telecomunicaciones

Roberto Moreano, Secretaría Nacional de Telecomunicaciones SENATEL, Quito - Ecuador

Resumen – La calidad en el ámbito de los servicios de telecomunicaciones puede ser tratada desde el punto de vista netamente técnico o desde la perspectiva del usuario, pero en la realidad debería ser la unión de ambos aspectos. La calidad de servicio ha pasado a convertirse en los últimos años en un campo de investigación necesario para el soporte de nuevos tipos de aplicaciones. La recomendación UIT-T G.1000 es tomada como referencia, debido a que proporciona un marco y definiciones de calidad de servicio con un enfoque uniforme y coherente, eliminando la confusión que ocasionaban diferentes marcos y definiciones incoherentes.

Índices – Calidad de servicio, calidad de funcionamiento de la red, NP, QoS, usuario/cliente, Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT.

I. INTRODUCCIÓN

La Constitución de la República del Ecuador y las nuevas políticas establecidas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), han hecho necesario contar con un nuevo marco conceptual de calidad de los servicios de telecomunicaciones, que se enmarque dentro de un apropiado sistema de regulación que responda a las verdaderas necesidades de los usuarios/clientes y a las condiciones actuales del mercado ecuatoriano.

La adopción de esta nueva metodología basada en la recomendación UIT-T G.1000, tiene la ventaja de que permite no sólo determinar los problemas relacionados con la calidad de servicio sino, también, cuantificar el problema desde diversos puntos de vista.

II. MODELO CONCEPTUAL

A. Recomendación UIT-T G.1000

El modelo conceptual de calidad de servicio adoptado es el descrito en [1] y [2]. Este marco proporciona un camino "de menor a mayor detalle" que va desde una definición general de la calidad [3] hasta un desglose funcional de todos los componentes de la calidad de servicio [4], pasando por la definición descrita en [5] y de calidad de funcionamiento de la red [6], [7]. También se presentan cuatro puntos de vista acerca de la calidad de servicio que hacen que las definiciones y marco general tengan sentido para todos: usuarios/clientes, fabricantes, operadores de red, proveedores de servicio, etc.

Esta manera global de abordar el problema se considera de gran utilidad, puesto que facilita una correspondencia

coherente y uniforme entre el marco y las definiciones de calidad de servicio, y las medidas relativas al funcionamiento de los elementos de red de abajo hacia arriba. La ventaja de este método es que permite no sólo determinar los problemas relacionados con la calidad sino, también, cuantificar el problema desde diversos puntos de vista: el del cliente (por ejemplo, mediante encuestas y pruebas subjetivas) y el del proveedor de servicio (por medio de mediciones de red). Así se consigue que la solución de un aspecto del problema (proveedor) también lo resuelva en el otro (usuario/cliente).

B. Calidad de Servicio

En la actualidad se utiliza ampliamente la expresión Calidad de Servicio (QoS, *Quality of Service*), no sólo en el ámbito de las telecomunicaciones, del cual proviene, sino también en los servicios de banda ancha, inalámbricos y multimedios, que usan el Protocolo Internet (IP, *Internet protocol*). En las redes y sistemas que se vienen diseñando se tiene en cuenta mas frecuentemente la calidad de funcionamiento de extremo a extremo requerida por las aplicaciones de usuario; pero la expresión calidad de servicio casi nunca se define bien, o se la emplea con poca precisión, o, peor aún, erróneamente.

En lo que respecta a las definiciones, se adopta la establecida en [5], como "*el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de un servicio*".

1) Definiciones particulares de QoS

La QoS se define desde cuatro puntos de vista:

- Necesidades de QoS del cliente;
- QoS ofrecida por el proveedor de servicio;
- QoS conseguida o entregada por el proveedor de servicio;
- QoS percibida por el cliente.

a) Necesidades de QoS del cliente

Las necesidades de QoS del usuario/cliente definen el nivel de calidad que se exige en un determinado servicio, y se pueden expresar en lenguaje corriente. Al cliente no le interesa saber cómo se presta el servicio ni los aspectos del diseño interno de la red, pues sólo le importa la calidad total del servicio de extremo a extremo. Desde el punto de vista del cliente, la calidad de servicio se expresa mediante parámetros que:

- Se centran en los efectos percibidos por el usuario, más que en sus causas dentro de la red;
- Su definición no depende de las hipótesis del diseño interno de la red;
- Tienen en cuenta todos los aspectos del servicio desde el punto de vista del cliente;
- El proveedor de servicio puede garantizar al cliente e incluso definirlos y ofrecerlos en el contrato;

R. Moreano, es funcionario de la Dirección General de Planificación de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones SENATEL, Quito-Ecuador, (e-mail: rmoreano@conatel.gob.ec).

- Se describan en términos independientes de la red e instauran un lenguaje común, que comprenden tanto el usuario como el proveedor de servicio.

b) *QoS ofrecida por el proveedor*

La QoS ofrecida por el proveedor de servicio es una declaración del nivel de calidad que él espera ofrecer al cliente, y se expresa mediante valores atribuidos a los parámetros. Esta forma de calidad de servicio es especialmente útil para la planificación y para los acuerdos de nivel de servicio. Cada servicio tendrá su propio conjunto de parámetros de QoS. El proveedor de servicio puede expresar la QoS ofrecida en lenguaje corriente para el cliente, y en lenguaje técnico para su uso.

Se puede utilizar la QoS ofrecida por el proveedor de servicio en los documentos de planificación para especificar los sistemas de medición y establecer las bases de los acuerdos de nivel de servicio.

c) *QoS conseguida por el proveedor de servicio*

La QoS que consigue o entrega el proveedor de servicio es una declaración del nivel de calidad real alcanzado y entregado al cliente, y se expresa mediante valores asignados a los parámetros, que deben ser idénticos a los especificados para la QoS ofrecida, de forma que se los pueda comparar para evaluar el nivel de calidad de funcionamiento logrado.

d) *QoS percibida por el cliente*

La QoS percibida por los usuarios o clientes es una declaración en la que se manifiesta el nivel de calidad que ellos creen haber experimentado y que se expresa normalmente en función del grado de satisfacción y no en términos técnicos. Esta calidad de servicio se mide con encuestas a los clientes y sus comentarios sobre los niveles de servicio, que puede ser utilizada por el proveedor de servicio para determinar la satisfacción del cliente en cuanto a la calidad de servicio.

2) *Relación entre los cuatro puntos de vista sobre QoS*

Se puede considerar que el punto de partida lógico son las necesidades de QoS del cliente. Una vez establecido el conjunto de necesidades, se las puede tratar aisladamente; contiene la información necesaria para que el proveedor de servicio determine la QoS que ha de ofrecer o planificar.

Puede suceder que el proveedor no esté en condición de ofrecer a los clientes la QoS que necesitan. El nivel de calidad ofrecido dependerá de las consideraciones sobre costo de la calidad, aspectos estratégicos de la actividad comercial del proveedor, índice de calidad "mejor producto" y otros factores. Asimismo, las necesidades del cliente pueden incidir en la selección de los sistemas de supervisión para determinar la QoS conseguida, a fin de elaborar los informes periódicos sobre dicha calidad. La combinación de las relaciones constituye la base de una gestión práctica y efectiva de la calidad de servicio, y podrá decirse que se está mejorando cuando los cuatro puntos de vista para un servicio determinado empiecen a converger, como se ilustra en las Fig. 1 y 2.

Para que un marco de QoS sea en verdad útil y lo suficientemente práctico, debe tener sentido en todas las perspectivas.

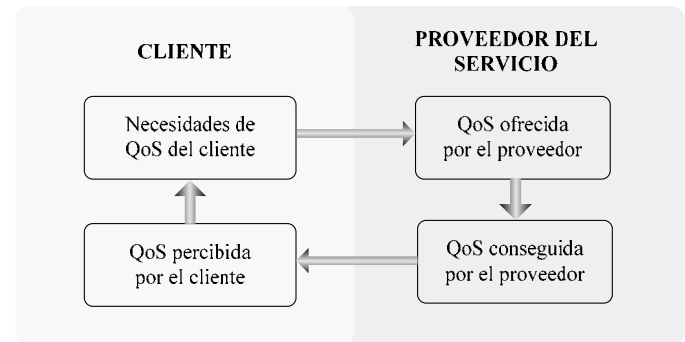


Fig. 1. Cuatro puntos de vista sobre QoS

C. *Funcionamiento de la Red*

La calidad de funcionamiento de la red (NP, *Network Performance*) es la aptitud de una red o parte de la red para ofrecer las funciones correspondientes a las comunicaciones entre usuarios.

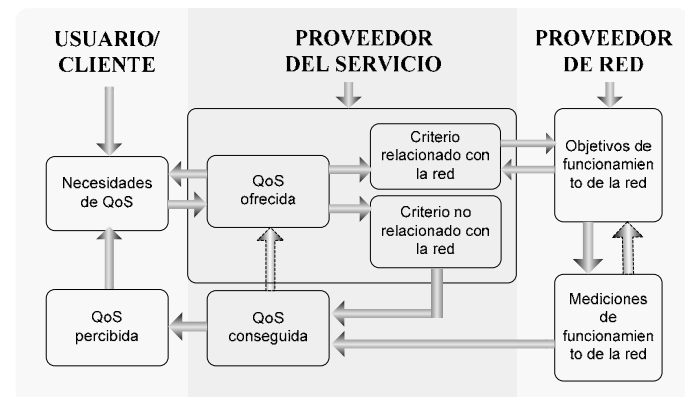


Fig. 2. Interrelación entre varios puntos de vista sobre QoS

La NP se mide en términos de parámetros significativos para el proveedor de la red, y se utilizan con fines de diseño, configuración, explotación y mantenimiento del sistema. Está dirigida a proveer la QoS ofrecida a los usuarios/clientes y se define independientemente del funcionamiento de los terminales y de la actuación de los usuarios.

D. *Funcionamiento del Servicio*

Es la declaración de un servicio de telecomunicaciones expresado en parámetros y sus respectivos valores. Estos parámetros se aplican a la QoS tanto para las características técnicas como no técnicas.

Cada servicio tendrá su propio grupo de parámetros de funcionamiento y sus valores constituyen el funcionamiento del servicio.

El funcionamiento del servicio es expresado en un lenguaje más formal, pero entendible y útil para los usuarios/clientes. Los parámetros de QoS incluidos en el funcionamiento del servicio es la QoS ofrecida.

Es conveniente traducir las necesidades de QoS de los usuarios/clientes a parámetros de funcionamiento del servicio antes de que éstos sean traducidos en parámetros de NP.

E. Relación entre QoS y NP

El punto de partida para desarrollar los parámetros de NP y valores objetivos es la QoS. Los parámetros de NP son elegidos para una más efectiva operación de la red.

Un ejemplo de transformación de necesidades y parámetros se describe a continuación:

Necesidad de QoS para telefonía: No más de x % de la conexiones realizadas deben experimentar dificultades de claridad de la conversación.

Los requerimientos de QoS son transformados en requerimientos de NP, por ejemplo se identifica los parámetros que contribuyen a la claridad de las conversaciones como: pérdida de transmisión, ruido, eco, diafonía, retardo etc.

Valores objetivos extremo a extremo pueden ser establecidos para cada parámetro. La suma de los efectos deberían producir un resultado donde no más del x % de las llamadas experimenten dificultades en la claridad de la conversación.

La Fig. 3 ilustra la relación entre QoS y NP.

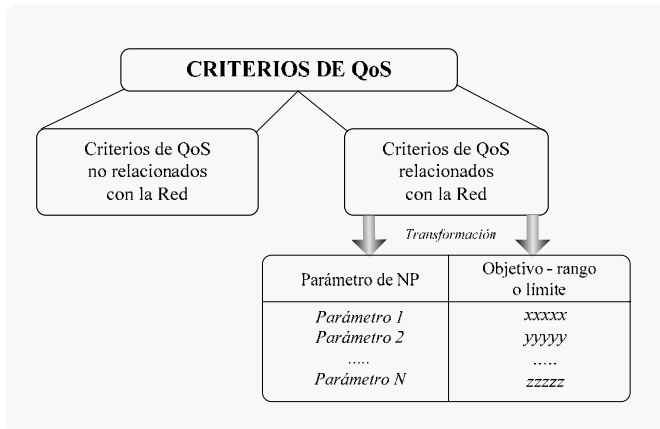


Fig. 3. Relación entre QoS y NP

III. PARÁMETROS DE QOS

A. Metodología Básica

La metodología se ilustra en la Fig. 4, donde se muestran los principales elementos para la obtención de los parámetros de NP desde los requerimientos de QoS de los usuarios/clientes y la subsecuente gestión de NP.

Las necesidades de QoS de los usuarios/clientes es el punto de partida y éstas son transformadas a parámetros de QoS ofrecido por el proveedor del servicio. Éstos a su vez son traducidos a parámetros de funcionamiento relacionados con la red y parámetros de funcionamiento no relacionados con la red. Los parámetros relacionados con la red son transformados a parámetros de NP y se asignan valores objetivos. El funcionamiento de QoS extremo a extremo alcanzado es obtenido de las mediciones y la QoS no relacionado con la red.

Ésta es comparada con la percepción que tienen los usuarios/clientes de la QoS obtenida mediante investigación, encuestas etc. Cuando sea necesario se toman medidas correctivas.

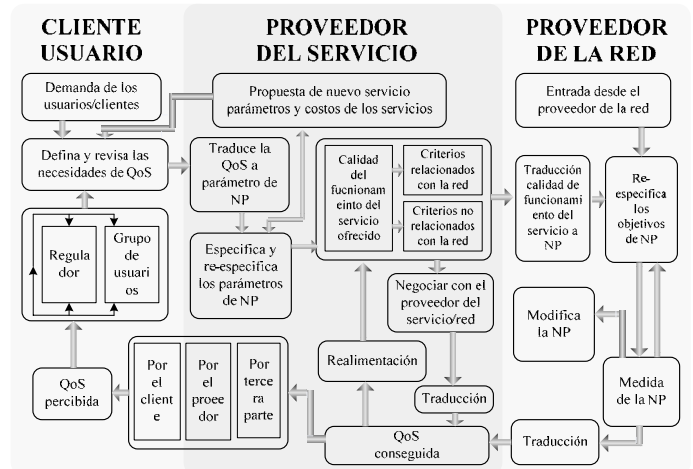


Fig. 4. Metodología para la gestión de la NP en relación con la QoS

B. Obtención y definición de las necesidades de QoS del usuario/cliente

La metodología comprende dos pasos, en el primer paso se deriva un marco específico del servicio identificando los criterios particulares de calidad del servicio en estudio y en el segundo paso se verifica las necesidades de QoS del usuario/cliente.

Los criterios de calidad de un servicio de telecomunicación se pueden derivar a partir de la matriz que se presenta en la Fig. 5. La matriz fue el resultado de un estudio realizado por la Federación de Ingenieros de Telecomunicaciones de la Comunidad Europea (FITCE, *Federation of Telecommunications Engineers of the European Community*) y fue acogida por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI, *European Telecommunications Standardization Institute*) y por la UIT-T para la aplicación de telefonía básica, pero puede ser utilizada para cualquier servicio de telecomunicaciones.

Existen otras fuentes que pueden ser utilizadas para generar las necesidades de QoS:

- Los usuarios/clientes que pueden demandar de nuevos servicios o exigir nuevas necesidades de funcionamiento de los servicios actuales;
- El proveedor del servicio cuyo deseo es mejorar el funcionamiento del servicio establece con sus usuarios un nuevo grupo de necesidades de funcionamiento;
- La entidad reguladora y grupos de usuarios pueden influir tomando en cuenta el nivel de funcionamiento alcanzado por el proveedor del servicio y las medidas correctivas que deberán ser tomadas en cuenta para obtener el nivel deseado.

C. Obtención de la QoS ofrecida por el proveedor del servicio

El proveedor del servicio estudia las implicaciones del nivel de calidad requerida y puede desear revisar el costo, la estrategia y otros aspectos relevantes de decidir el nivel de

funcionamiento a ser ofrecido. Este nivel de funcionamiento se convierte en la QoS ofrecida.

La QoS ofrecida en lo posible deberá expresarse en términos que entienda fácilmente el usuario. El proveedor del servicio decide el número de parámetros con los cuales especifica la QoS ofrecida. El proveedor del servicio puede reservarse el derecho de especificar para su propio uso otros parámetros de QoS y asignar sus valores.

FUNCION DEL SERVICIO		CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO						
		Velocidad 1	Precisión 2	Disponibilidad 3	Fiabilidad 4	Seguridad 5	Simplicidad 6	Flexibilidad 7
GESTION DE SERVICIO	Ventas y actividades precontractuales	1						
	Prestación	2						
	Alteración	3						
	Atención al cliente	4						
	Reparaciones	5						
	Cese	6						
CALIDAD DE LA CONEXION	Establecimiento de conexión	7						
	Transferencia de información	8						
	Liberación de conexión	9						
	Facturación	10						
	Gestión de la red/ servicio por el cliente	11						

Fig. 5. Matriz para facilitar la identificación de los criterios de QoS

D. Transformación y especificación de objetivos de NP

Los parámetros de QoS ofrecido son divididos en parámetros no relacionados con la red y parámetros relacionados con la red. Los criterios de QoS relacionados con la red son traducidos en parámetros de NP.

Los factores más importantes en el proceso de especificar los objetivos de NP son los siguientes:

- Los criterios de QoS relacionados con la red son transformados en parámetros de NP. Son entonces asignados valores objetivos a estos parámetros para la calidad de servicio extremo a extremo;
- Puede ser más conveniente, y en muchos casos necesario, descomponer la calidad de funcionamiento. En este caso es esencial que la suma de los efectos de la calidad de funcionamiento de los elementos pueda ser estimada;
- La relación entre la calidad de funcionamiento “*extremo a extremo*” y la calidad de funcionamiento de la suma de los elementos de la red algunas veces son establecidas de forma empírica;
- La NP es más conveniente especificarla para cada servicio.

E. Medición de NP

En una red diseñada cuidadosamente el sistema de supervisión debe producir el mínimo de mediciones.

Las siguientes directrices pueden ser de ayuda en el establecimiento de las mediciones:

- En lo posible las mediciones del sistema deberían reflejar directamente los parámetros de NP especificados en el literal D;
- Donde fuera necesario descomponer la NP por elementos, la calidad de funcionamiento “*extremo a extremo*” puede ser estimada;

- Las mediciones son recomendadas solamente para estos parámetros los cuales serán acordados con los usuarios/clientes, la entidad reguladora, el proveedor del servicio u proveedor de la red;
- Las mediciones pueden ser tomadas utilizando una muestra básica. El detalle de la muestra será establecida por el proveedor del servicio basado en los requerimientos del usuario/cliente, el regulador y las necesidades de QoS y NP.

F. Obtención de la QoS conseguida por el proveedor del servicio

La QoS conseguida es obtenida combinando los resultados alcanzados desde los sistemas de monitoreo relacionados con la red y no relacionados con la red.

Cuando la QoS relacionada con la red es estimada a partir de las mediciones, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando es medida la calidad de funcionamiento elemental, debe ser estimada la calidad de funcionamiento extremo a extremo;
- Debe ser establecido un límite de confianza de los resultados de la calidad de “*extremo a extremo*”.

G. Evaluación de la QoS percibida por el usuarios/cliente

La QoS percibida por el usuario/cliente puede ser evaluada por el proveedor del servicio, por los mismos usuarios/clientes o sus representantes o por una tercera parte. Esta evaluación se realiza generalmente con estudios de investigación de usuarios/clientes, los cuales deben ser diseñados por expertos que conozcan el mercado y estén familiarizados con la cultura y características locales.

La calidad percibida por el usuario/cliente puede o no ser especificada técnicamente dependiendo del servicio y el tipo de cliente. Para una sofisticada empresa de telecomunicaciones es posible realizar mediciones extremo a extremo, las cuales son más significativas técnicamente que las realizadas por el proveedor del servicio. Cuando las mediciones no se puedan realizar por aspectos técnicos, por ejemplo la evaluación de la calidad de conversación para clientes residenciales, las opiniones subjetivas serán cuantificadas para indicar una máxima precisión.

La QoS percibida por el cliente y la QoS alcanzada por el proveedor del servicio son comparadas por correlación. Debido a los elementos subjetivos de los usuarios hay posibilidad de variaciones en la correlación entre la QoS percibida y alcanzada.

La variación de la correlación podría ser estudiada y registrar las causas. Si las causas no son encontradas se tendría que realizar una investigación adicional.

El objetivo sería el de obtener una correlación satisfactoria entre el nivel de QoS alcanzada por el proveedor y el nivel de QoS percibida por el usuario.

IV. CONCLUSIONES

En el presente artículo se describió una propuesta metodológica y marco conceptual para la evaluación de la calidad de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador.

El marco G.1000 de la UIT-T fue descrito como elemento base, puesto que permite no sólo determinar los problemas relacionados con la calidad del servicio sino, también, cuantificar el problema desde diversos puntos de vista: el del cliente y el del proveedor de servicio. Se muestran también los principales elementos para la obtención de los parámetros de calidad desde los requerimientos de calidad de los usuarios/clientes.

V. APÉNDICE

TERMINOLOGÍA UTILIZADA EN LA MATRIZ PARA OBTENER LAS NECESIDADES DE QOS DE LOS USUARIOS/CLIENTES.

FUNCIONES DEL SERVICIO

Gestión del servicio:

Y1: Ventas y actividades precontractuales: Todas las actividades relevantes, desde el momento que el cliente establece una comunicación con la operadora de telecomunicaciones, hasta que el contrato de la provisión de un servicio de telecomunicaciones es firmado. Ejemplos de actividades relevantes:

- Suministro de información del servicio;
- Investigación técnica;
- Factibilidad;
- Estudio de disponibilidad de opciones.

Y2: Prestación: Todas las actividades asociadas a la prestación de un servicio de telecomunicaciones, desde el momento en que el contrato ha sido firmado hasta el momento que el cliente puede usar el servicio.

Y3: Alteración: Todas las actividades asociadas con la alteración de un servicio de telecomunicaciones, desde el momento del reporte de dicha alteración hasta que sea resuelta a satisfacción del cliente.

Y4: Atención al cliente: Todas las actividades asociadas con la atención al cliente en la prestación de un servicio de telecomunicaciones. Por ejemplo preguntas sobre cómo usar el servicio.

Y5: Reparaciones: Todas las actividades asociadas con la restauración de un servicio de telecomunicaciones después de que se haya presentado una avería produciendo la pérdida del servicio parcial o completamente o afecta sus características.

Y6: Cese: Todas las actividades asociadas con el cese de un servicio de telecomunicaciones, desde el momento en que fue realizada la solicitud hasta que ésta sea aceptada a satisfacción del cliente.

Calidad de la conexión:

Y7: Establecimiento de conexión: Todas las actividades asociadas con el establecimiento de la conexión de un servicio de telecomunicaciones, desde el momento en que el cliente solicita el servicio hasta que alguna de las siguientes señales son recibidas:

- Tono de timbrado;
- Tono de abonado ocupado;
- Indicación de llamada contestada;
- Alguna otra señal que indique el estado de la llamada o condición de la red.

Y8: Transferencia de la información: Todas las actividades

desde el momento en que la llamada es contestada, hasta que a ambas partes se les informa que la conexión ha sido liberada.

Y9: Liberación de la conexión: Todas las actividades asociadas con una solicitud de liberación de la conexión, hasta el momento que los componentes de la red son liberados y puedan ser usados nuevamente.

Facturación:

Y10: Facturación: Todas las actividades relevantes asociadas con la tasación y facturación de un servicio de telecomunicaciones.

Gestión de la red/servicio por el cliente:

Y11: Gestión de la red/servicio por el cliente: Todas las actividades asociadas con el control de los clientes sobre cambios predefinidos de los servicios de telecomunicaciones o configuración de la red.

CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO

X1: Velocidad: La velocidad con la cual una función de servicio debe ser realizada. Por ejemplo la velocidad con la cual la prestación de un servicio debe ser suministrado.

X2: Precisión: La fidelidad e integridad en realizar una función de comunicación con respecto a un nivel de referencia dado.

X3: Disponibilidad: La probabilidad con la cual los principales componentes de la función de un servicio están en capacidad de realizar la función requerida en un instante determinado o en cualquier instante de un intervalo de tiempo dado.

X4: Fiabilidad: Es la probabilidad que la función de un servicio se realice dentro de los límites especificados de velocidad, precisión, o disponibilidad para un periodo de un año.

X5: Seguridad: La confidencialidad con la cual una función de servicio es realizada por la operadora de telecomunicaciones para los clientes. Por ejemplo, en el caso de la función de atención al cliente, los datos del cliente no deberían ser divulgados a terceras personas sin el consentimiento del cliente.

X6: Simplicidad: La facilidad en la aplicación de la función de servicio.

X7: Flexibilidad: Opciones ofrecidas a los clientes por parte de la empresa de telecomunicaciones a fin de satisfacer requerimientos especiales.

VI. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la colaboración brindada para la elaboración del presente artículo a la Secretaría Nacional de Telecomunicación y al Ingeniero Luis Lasso Medina.

VII. REFERENCIAS

- [1] UIT, *Manual de Calidad de Servicio y Calidad de Funcionamiento de la Red*, UIT-T, 2004.
- [2] Recomendación UIT-T G.1000, *Calidad de servicio en las comunicaciones: Marco y definiciones*, UIT-T, 2001.
- [3] ISO 8402:1994, *Quality management and quality assurance – Vocabulary*, 1994.

- [4] ETSI ETR 003 Ed.2, *Network Aspects (NA); General Aspects of Quality of Service (QoS) and Network Performance (NP)*. ETSI, 1994.
- [5] Recomendación UIT-T E.800, *Términos y definiciones relativos a la calidad de servicio y a la calidad de funcionamiento de la red, incluida la seguridad de funcionamiento*, UIT-T, 1994.
- [6] Recomendación UIT-T I.350, *Aspectos generales de calidad de servicio y de calidad de funcionamiento en las redes digitales incluidas las redes digitales de servicios integrado*, UIT-T, 1993.
- [7] Recomendación UIT-T Y.1540, *Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes de protocolo Internet*, UIT-T, 1999.



Roberto Moreano. Nació el 24 de septiembre de 1969. Obtuvo su título de Ing. Electrónico en la Escuela Politécnica del Ejército - ESPE en 1995, realizó su grado de Magíster en Ciencias en el Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA (Brasil) en 2003, como también cursos de especialización en el país y en el exterior en áreas de planificación y telecomunicaciones. De 1995 a 2001 formó parte del Centro de Investigación Científica y Tecnológica del

Ejército (CICTE), desempeñándose como ingeniero de proyectos de telecomunicaciones para la Fuerza Terrestre y como catedrático de la facultad de Ingeniería Electrónica de la ESPE. Formó parte del Grupo de Trabajo GNSS/ATM para Latinoamérica (Brasil) en el área de *microstrip antenas*, produciendo varias publicaciones científicas internacionales para la IEEE, SBT, CILAMCE entre otros.

Actualmente presta sus servicios en la Dirección General de Planificación de las Telecomunicaciones de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y como Investigador del Área Tecnológica de la Universidad Internacional SEK. Ha colaborado en la orientación en varios temas de tesis de grado para egresados de la ESPE, EPN y UISEK. (rmoreano@conatel.gob.ec)