

Metodología para la Evaluación de Servicios de Telecomunicación desde la Perspectiva del Usuario

Luis Bellido¹, Jorge E. López-de-Vergara[†], Francisco González, David López
Dpto. de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid

Fidel Liberal, Eva Ibarrola, Armando Ferro
Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del País Vasco

¹ETSI de Telecomunicación, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid
Telf: 913 367 293, Fax: 913 367 333
Email: lbellido@dit.upm.es

Resumen

Esta ponencia describe una metodología para la evaluación de los servicios de telecomunicación desde la perspectiva de los usuarios. La metodología se basa en una clasificación de los servicios y sus componentes que es comprensible para los usuarios y en la identificación de los distintos factores de la calidad de servicio que afectan y determinan la calidad de servicio percibida por los usuarios. Basándose en estas clasificaciones, se estudian los componentes y relaciones de un sistema que permita evaluar la QoS de las ofertas de servicios de distintos proveedores. Dicha evaluación se basa en un modelo que establece la correspondencia entre la calidad percibida por el usuario y las funciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en la prestación de un servicio. Por último, se presentan algunos de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología y la línea de trabajos futuros.

1. Introducción

Los usuarios de servicios de telecomunicaciones, a la hora de elegir entre distintos proveedores de servicio, se encuentran a menudo con el problema de no disponer de una forma sencilla de evaluar la calidad de servicio que obtienen de cada proveedor. Por otro lado, una mejor comprensión de la calidad percibida por los usuarios del servicio ofrecido permitiría a los proveedores de servicio adecuar sus ofertas a la demanda de los usuarios.

Esta problemática se presenta con mayor relevancia en los servicios relacionados con Internet, dada su relativa novedad y dinamismo en comparación con los servicios de telecomunicaciones tradicionales.

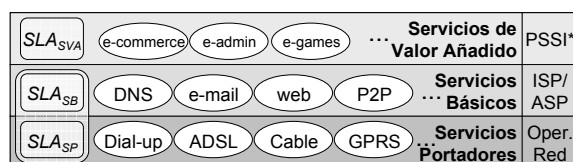
Las siguientes secciones proponen una clasificación de los servicios existentes, así como de los factores de calidad que influyen en dichos servicios. Tras esto, se propone un sistema para la evaluación de la calidad que prestan los distintos proveedores desde la perspectiva de los usuarios. Finalmente, se indican los pasos realizados hasta la fecha para la consecución de este objetivo.

2. Clasificación de los servicios de telecomunicaciones

A la hora de evaluar los servicios de telecomunicación cubiertos, se ha considerado adecuado partir de una clasificación propia y por niveles, que permita cubrir tanto los servicios de Internet actuales como los nuevos servicios de telecomunicación.

La metodología utilizada ha consistido en analizar los servicios considerados “de Internet” en la actualidad y clasificarlos según tres niveles o clases de servicio (ver Fig. 1):

- Servicios Portadores: principalmente es el servicio de transporte de datos, centrado en el acceso a Internet y soportado por distintas tecnologías: *dial-up*, ADSL, cablemódem, GPRS., etc. El servicio de transporte de datos lo



* PSSI: Prestadores de Servicios de la Sociedad de la Información

[†] Investigador visitante de la Universidad Autónoma de Madrid

Fig. 1. Clasificación de servicios Internet actuales.

suelen proporcionar operadores de red, que llevan los datos del usuario hasta el Proveedor de Servicios de Internet (PSI).

- Servicios Básicos: proporcionados principalmente por los PSI, engloban las aplicaciones básicas que los usuarios utilizan en Internet: correo, navegación, P2P, etc. . Como caso especial, se distingue un servicio denominado “infraestructura”, que engloba aquellas funcionalidades que el usuario no utiliza directamente, pero que son fundamentales para el soporte del resto de servicios básicos, como el DNS o DHCP. Se ha considerado también como Servicio Básico la funcionalidad de transporte de datagramas correspondientes a una conexión TCP o envío de datagramas UDP extremo a extremo, bajo la denominación de servicio IP portador.
- Servicios de Valor Añadido. Son servicios que se construyen a partir de uno o más Servicios Básicos y que se considera que aportan algún valor añadido sobre estos. Engloba comercio electrónico, juegos en red, e-administración, etc.

A partir de la clasificación de los servicios actuales en Internet, se ha creado una clasificación global

Tabla 1. Esquema de clasificación de servicios

Clase de Servicio	Servicios
Audio Digital	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Audio bajo demanda ▪ Audio calidad estudio ▪ Audio sub-estándar ▪ Difusión de audio ▪ Telefonía
Servicio Básico de Datos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correo ▪ Difusión de datos ▪ Infraestructura de servicios básicos ▪ IP portador ▪ Mensajería ▪ Navegación ▪ P2P ▪ Transferencia de ficheros
Servicio de Valor Añadido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ E-administración ▪ E-commerce ▪ E-games ▪ E-learning ▪ Infraestructura de SVA ▪ ADSL
Servicio Portador de Datos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cablemódem ▪ Dial-up ▪ GPRS ▪ Otros ▪ Difusión de vídeo alta definición
Vídeo Digital	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Difusión de vídeo estándar ▪ Difusión de vídeo sub-estándar ▪ Videoconferencia ▪ Videotelefonía ▪ VoD alta definición ▪ VoD estándar ▪ VoD sub-estándar

común para cubrir los nuevos servicios de telecomunicación. Para ello ha sido necesario:

- Identificar los nuevos servicios de audio y vídeo que formarán parte de los servicios de las futuras redes de conmutación de paquetes.
- Revisar los servicios de datos de Internet. Se han identificado nuevos servicios, como el servicio de “datacasting” o difusión de datos, o los o los Web Services [6] (formarían parte de una infraestructura para Servicios de Valor Añadido).
- Incorporar la consideración de “movilidad” como una característica básica de los nuevos servicios de telecomunicación.

En la Tabla 1, se presenta una primera extensión de la clasificación cubriendo los nuevos servicios de telecomunicaciones, que se ha utilizado como punto de partida del estudio del estado del arte de la evaluación de la QoS.

3. Clasificación de los factores de calidad

La calidad de servicio comprende múltiples facetas. En la **Fig. 2** se muestra una vista en niveles de la QoS, que recoge los distintos factores que intervienen en la evaluación y seguimiento de la QoS de un servicio. En cada nivel se puede caracterizar la QoS definiendo un conjunto de parámetros relevantes para este nivel. Además, es posible establecer relaciones entre los parámetros de un nivel y los parámetros de los niveles inferiores en los que se apoya.

Los niveles mostrados en la **Fig. 2** se describen a continuación:

- *Calidad de servicio percibida* en este nivel se especifican los parámetros de cada servicio que el usuario percibe y puede comprobar y que determinan su mayor o menor satisfacción con el servicio percibido, por ejemplo: éxito en la conexión, calidad del audio o el vídeo, velocidad de transferencia de ficheros, disponibilidad/fiabilidad del servicio, etc.
- *Prestaciones funcionales de red comprometidas*: este nivel se corresponde con especificaciones técnicas de la red cuyo cumplimiento implica que la calidad de servicio percibida es la adecuada, por ejemplo: pérdidas de paquetes, retardo extremo a extremo, etc. En general, estos parámetros son comprobados por

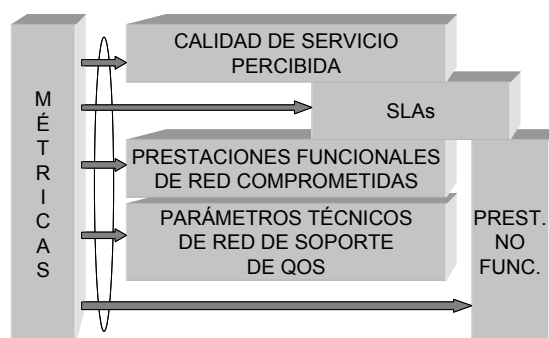


Fig. 2. Niveles de QoS en servicios de telecomunicaciones.

los operadores de red y prestadores de servicio, deben reportarse en un formato comparable y publicarse de forma que sean entendibles por los usuarios.

- *Service Level Agreements*: determina el grado de definición de los contratos entre el usuario y el proveedor de servicio, los métodos de control de cumplimiento de dichos contratos, las penalizaciones en que se incurre por su incumplimiento, etc. Los SLAs pueden ser individuales, como los que un cliente de negocio puede establecer con un proveedor, o genéricos, en los que el proveedor ofrece un servicio genérico a un gran número de usuarios. En cualquiera de los dos casos, los SLAs deben hacer explícitas las condiciones de calidad del servicio contratado, así como los mecanismos de verificación.
- *Parámetros técnicos de red de soporte*: son parámetros internos de la red que determinan el comportamiento de las prestaciones funcionales y que especifican la calidad del transporte (tasas de fallo de bit, de bloque) o de conmutación/encaminamiento: probabilidad de congestión. Estos parámetros son de exclusiva responsabilidad de los operadores de red o servicio y dependientes de las tecnologías empleadas.
- *Prestaciones no funcionales*: los parámetros definen los aspectos de provisión, gestión y mantenimiento del servicio que básicamente reflejan el nivel de satisfacción que el cliente recibe en su relación con el proveedor, por ejemplo, tiempo de demora en aprovisionar el servicio, tiempo de demora en atención a las quejas, precisión y corrección en la facturación, etc.
- *Métricas*: en las que se distinguen dos niveles de definición: un nivel general, en que se definen parámetros, métodos de medida y muestreo y métodos de agregación de medidas; y otro particular para cada uno de los niveles anteriormente enunciados, que especifica para cada parámetro de calidad o prestación la definición de los valores, umbrales y procedimientos de medida.

4. Correspondencia entre las percepciones subjetivas de los usuarios y las prestaciones de la red

La calidad de servicio ofrecida por la red se puede establecer en torno a unos parámetros que resultan “fáciles” de medir de forma totalmente objetiva. Sin embargo, la percepción de la calidad por parte de los usuarios depende de sus necesidades, de sus idiosincrasias culturales, de sus expectativas o de su aplicación concreta. Es evidente que la máxima calidad posible satisfará a todos los usuarios, pero esto no es razonable. Por todo ello, resulta necesario proponer una metodología que permita realizar una correlación entre los parámetros subjetivos que

percibe el usuario y aquellos que son evaluables a nivel de red.

Por otro lado, dada la tipología de servicios en Internet es difícil encontrar una colección de parámetros universales para todo tipo de servicios. Conviene analizar cuáles de esos parámetros pueden ser realmente relevantes, a la hora de estimar la percepción de los usuarios, para determinados servicios.

En general, las iniciativas que han pretendido establecer un conjunto de parámetros relevantes para determinados servicios, se han basado simplemente en la opinión de expertos, bien sea los propios responsables del informe u otros agentes por medio de consultas, encuestas, etc... Al no seguirse un procedimiento concreto para llevar a cabo esos estudios, la lista final de parámetros resulta cuanto menos cuestionable. Además, al elegir esos parámetros en base a criterios más o menos subjetivos, no se proporcionan indicadores acerca de la relevancia de cada parámetro en la percepción final.

Para tratar de paliar esas deficiencias se ha desarrollado un modelo matricial que permite identificar cómo interactúa cada servicio con las percepciones del usuario sobre ese servicio [4].

Para ello, la primera pregunta que guía el desarrollo del modelo es ¿qué hace pensar a un usuario que un determinado servicio es de mayor o menor calidad?.. Cualquier usuario común de Internet puede responder a esa pregunta inmediatamente, y es que, desde su punto de vista, la calidad depende de sus propias percepciones del servicio.

Los usuarios, por tanto, evalúan la calidad global que tiene para ellos Internet, a través de los diferentes servicios finales (DNS, WWW, FTP, mail, video, voz...) por medio de percepciones tales como disponibilidad del servicio requerido, tiempo de respuesta, etc...

Los agentes, contribuyen a que los usuarios acaben obteniendo el servicio deseado y con la calidad deseada. Evidentemente, cada uno de los agentes que intervienen en la cadena ejerce un determinado rol, que puede afectar a ciertos servicios y a otros no, con un determinado peso, en función de sus características. Cada agente, por tanto, tiene una determinada responsabilidad con respecto a un servicio, en cuanto a que tiene que cumplir su función, además, con unas garantías de calidad mínimas. Es decir, el modelo debe permitir identificar de forma sencilla cuáles son las funciones (y por tanto las responsabilidades) de cada uno de los agentes que intervienen en la prestación de los servicios. Para ello, se representan cada una de las funciones genéricas que proporciona un agente.

Por último, se deben identificar cómo afectan esas funciones (a través de sus parámetros técnicos) a las percepciones de los usuarios.

En base a este razonamiento, el modelo planteado se muestra en la **Fig. 3**.

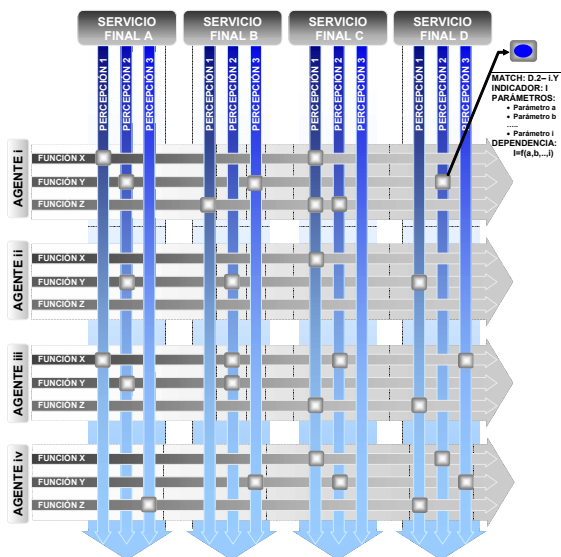


Fig. 3. Modelo de evaluación de la QoS percibida.

Las entidades que comprende el modelo son:

- Los Agentes, que colaboran en la prestación de un determinado Servicio a través de diferentes Funciones (visión horizontal).
- Los Servicios, cuyas características de calidad son recogidas por los usuarios a través de distintas Percepciones (visión vertical).
- Los Puntos de Cruce, que identifican cuándo y de qué modo afectan las funciones de un determinado agente a una determinada percepción de los usuarios relativa a un servicio.

Siguiendo ese modelo, se puede llegar de una forma metódica a identificar qué parámetros de la red (de las funciones de los agentes) afectan a las diferentes percepciones de los usuarios.

Actualmente se sigue investigando en la formulación matemática que permita evaluar cuantitativamente “cómo” o “cuánto” afectan.

5. Sistema para la evaluación de la QoS de distintos proveedores desde la perspectiva de usuario

Esta sección plantea el modelo de información de un sistema para ayudar a los usuarios en la evaluación de la QoS que pueden obtener de distintos proveedores de servicios de telecomunicación. Se trata de responder a la pregunta ¿qué calidad percibiría el usuario si accediera al servicio de telecomunicación ofertado por un proveedor determinado?

El modelo de información propuesto, constituido por los elementos y relaciones del sistema, se apoya en la clasificación de servicios y de niveles de calidad descritos en las secciones anteriores. En una primera vista de alto nivel, el modelo establece las relaciones entre el servicio ofertado por un proveedor, la evaluación de la calidad de servicio y los requisitos del usuario.

A continuación, siguiendo la clasificación de los servicios de telecomunicaciones de la sección 2, se

propone un modelo de servicio jerárquico en el que cada servicio se puede descomponer en distintos subservicios. Por último, se presenta la parte del modelo relativa a las medidas de QoS.

5.1. Vista de alto nivel del modelo

La Fig. 4 muestra una vista de alto nivel del modelo de información propuesto. En el centro de la figura, la entidad QoS Evaluation es responsable de la evaluación del servicio proporcionado por diferentes proveedores de servicios, de acuerdo a las necesidades de un usuario, representado por la clase User. Un ISP ofrecerá distintas modalidades de servicio de acceso a Internet (InternetService), cada una de ellas con su correspondiente Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA). Dado que el objetivo es evaluar la PQoS para los servicios que el ISP ofrece al público en general, no se considerará el caso de SLA específicos de un usuario. Uno de los requisitos del sistema será que la información del SLA esté disponible públicamente, pues será una pieza clave en la evaluación de la QoS tal como se verá más adelante.

QoS Evaluation representa la aproximación a la PQoS de un usuario sobre los servicios de acceso a Internet ofrecidos por los proveedores que el sistema de evaluación puede producir como resultado. QoS Evaluation tomará como entrada los requisitos de usuario (UserRequirements) de un usuario y se apoyará en un conjunto de funciones de utilidad (UtilityFunctions) para obtener como resultado una lista de los servicios de Internet existentes ordenados de acuerdo a la PQoS esperada para el usuario.

UtilityFunction representa la proyección que se hace de los parámetros medibles del servicio para obtener una PQoS. Estas funciones de utilidad necesitan estandarizarse de alguna forma. De otro modo, el sistema de evaluación no va a ser aceptado por los distintos actores del sector de las telecomunicaciones. El modelo recoge una propuesta de cómo abordar el problema, consistente en identificar distintos conjuntos de funciones de utilidad dependiendo del tipo o perfil de usuario. Inicialmente se han identificado tres subclases de UtilityFunction:

- InitialUserUF: dirigido a los usuarios con los requisitos más básicos en cuanto a las necesidades de acceso a Internet, por ejemplo un usuario que sólo está interesado en navegación Web y correo electrónico.

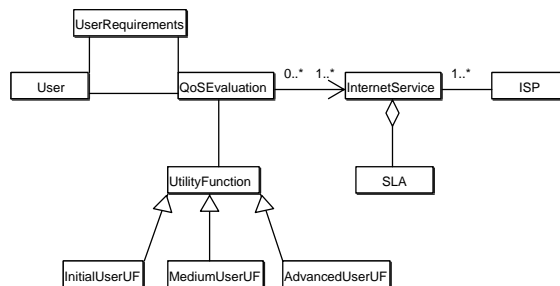


Fig. 4. Vista de alto nivel del Sistema de Evaluación de QoS.

- MediumUserUF: dirigido a los usuarios que además utilizan aplicaciones del tipo intercambio de ficheros en redes P2P, o mensajería, que típicamente pueden encontrar problemas debido a la configuración del dispositivo de traducción de direcciones de red (NAT), bloqueo de puertos por parte del ISP, etc.
- AdvancedUserUF: dirigido a los usuarios que necesitan acceso total a Internet en el sentido de que es una red multiservicio flexible. Por ejemplo, PYMES gestionando su propio servidor Web o SMTP, que necesitan una dirección IP pública y fija.

La identificación de distintas clases o perfiles de usuario puede ser de utilidad también a la hora de crear un sistema que guíe al usuario en la especificación de sus requisitos de QoS de forma amigable. Dado que las necesidades de los usuarios pueden tener distintos niveles de granularidad dependiendo de factores como el uso que se le va a dar al servicio de acceso a Internet, la experiencia, etc., puede ser conveniente dividir el proceso de especificación de los requisitos de usuario en distintas fases. El usuario puede comenzar la especificación de requisitos en un nivel de granularidad bajo, pero con la posibilidad de especificar cualquier requisito con un nivel de detalle mayor, adecuado a sus necesidades.

5.2. Componentes del servicio de acceso a Internet

Basado en la clasificación de servicios y la identificación de factores de QoS que se propone en el apartado 2.2, la Fig. 5 muestra la composición del servicio de acceso a Internet desde el punto de vista de la QoS.

InternetService está compuesto de dos subservicios: el Servicio Funcional (FunctionalService) y el Servicio No Funcional (NonFunctionalService). FunctionalService engloba las funciones de comunicaciones del servicio prestado, la parte fundamental del servicio en cuanto que cubre las necesidades de comunicación del usuario. Siguiendo nuestra clasificación de servicios, FunctionalService se compone a su vez de tres tipos distintos de servicios: Servicios Portadores (TransportService), Servicios Básicos (BasicService) y Servicios de Valor Añadido (ValueAddedService).

El componente FunctionalService del servicio de acceso a Internet se compondrá normalmente de un único subservicio TransportService (ADSL, dial-up, cable, etc.), varios subservicios de la clase BasicService (Navegación web, correo electrónico, etc.) y varios subservicios de la clase ValueAddedService (una o más aplicaciones de comercio electrónico, de juegos on-line, etc.).

Por otro lado, el NonFunctionalService se corresponde con el nivel No Funcional de parámetros de QoS de nuestro modelo conceptual.

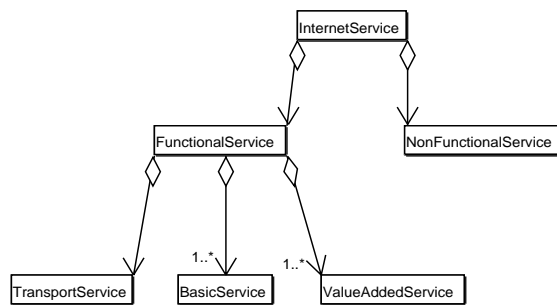


Fig. 5. Composición del servicio de acceso a Internet.

5.3. Medidas de QoS

El modelo propuesto considera que InternetService y todos los subservicios que lo componen como subclases de una clase genérica de servicios (Service) que representa las características comunes de cualquier servicio desde el punto de vista de la QoS. La Fig. 6 recoge las siguientes características de Service:

- La especificación de cómo se mide un Servicio se recoge en un estándar (clase MetricsStandard)
- Para cada servicio existe un conjunto de valores de parámetros que describen la QoS del servicio (clase MeasurementValue).

Una parte integral de un MeasurementValue es la especificación de la medida (MeasurementSpecification). Las especificaciones de medidas se definen en estándares (MetricStandard) y, dependiendo del tipo de medida, puede contener las unidades (Kbps para caudal de transferencia, segundos para retardo, etc.), el tipo de paquetes utilizados para la medida o el intervalo de muestreo utilizado.

Normalmente existirán dos tipos de MeasurementValue para caracterizar un servicio. Por un lado, habrá valores que procedan de la realización de medidas reales (MeasurementProcess) siguiendo la especificación de cómo se realizan las medidas (MeasurementSpecification). Por otro lado, se tienen los valores que el proveedor especifica en el SLA. Los valores procedentes del SLA deben ser también especificados de acuerdo a una especificación de medidas que venga de un estándar, de forma que sea posible comparar los valores del SLA con los valores obtenidos de las medidas

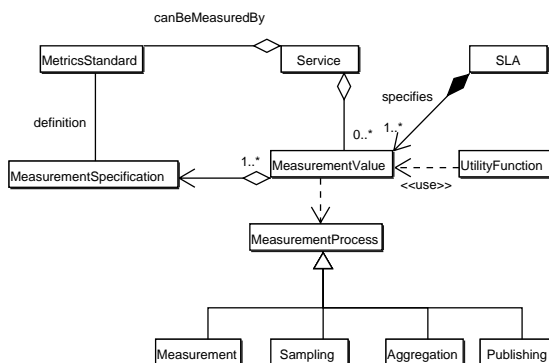


Fig. 6. Modelo de medidas de QoS.

reales. Sin embargo, es posible que no siempre existan medidas reales para todas las características de un servicio. En ese caso, habrá que considerar la utilización de estos valores provenientes del SLA para la evaluación de la QoS. Un caso frecuente será también la existencia de medidas para valores que no aparecen directamente reflejados en el SLA.

Se ha mencionado anteriormente que la relación entre los parámetros del servicio y el objetivo de obtener una aproximación de la PQoS son las funciones de utilidad. El valor esperado de la calidad de servicio percibida por el usuario se calculará mediante el uso de funciones de utilidad que toman como entrada los valores de los parámetros de QoS del servicio. Las funciones de utilidad deben ser capaces de analizar un conjunto de parámetros estandarizado que representan la QoS de los servicios componentes y proporcionar información útil y comparable sobre la QoS del servicio de acceso a Internet proporcionado por un ISP, de acuerdo a los requisitos de un usuario determinado.

Finalmente, el modelo representa distintos aspectos del proceso de medida (MeasurementProcess) como subclases de éste: realización de la medida (Measurement), muestreo (Sampling), agregación de medidas (Aggregation) y publicación (Publishing).

6. Conclusiones y trabajo futuro

A partir de los resultados descritos en las secciones anteriores, los siguientes pasos de la metodología se centran en validar dichos resultados y obtener un conocimiento en profundidad de los parámetros, valores y procesos relacionados con la evaluación de la QoS. Para ello se ha trabajado en una serie de pasos que se exponen a continuación

En primer lugar, se ha realizado una clasificación de estándares e iniciativas relacionadas con la evaluación de la QoS de acuerdo a las clases de servicios y factores de QoS identificados. En las tablas 3 y 4 se agrupan los documentos analizados. Cabría destacar como principal resultado del estudio la necesidad de seguir profundizando en la percepción de calidad entendida por los usuarios, llegados a este punto es notorio el incremento en el número de iniciativas relacionadas con la evaluación del rendimiento de las redes de datos.

El siguiente paso es la identificación de parámetros para evaluar la QoS y validación, mediante entrevista con los diferentes actores involucrados (usuarios, proveedores, fabricantes, reguladores). A tenor de los resultados obtenidos a partir de dichas entrevistas podemos concluir lo siguiente:

- Los usuarios necesitan procedimientos sencillos de notificación de incidencias
- Mientras que los parámetros denominados funcionales son prácticamente iguales entre los diversos operadores, los denominados no funcionales divergen notablemente en función del operador considerado

Tabla 3. Estándares de QoS agrupados según los principales factores que influyen en la Calidad de Servicio

Factor de QoS	Número de estándares
Calidad de funcionamiento de la red	27
Marco	13
Métricas	13
Acuerdos de Nivel de Servicio	8
Percepción	6
Relación percepción-calidad de funcionamiento	6
Prestaciones no funcionales	3

Tabla 4. Estándares de QoS agrupados según los principales tipos de servicio

Tipo de Servicio	Número de estándares
Servicio Básico	33
Servicio Portador	32
Audio Digital	11
Vídeo Digital	11
Servicios de Valor Añadido	6

- En un mercado totalmente liberalizado se hacen necesarias iniciativas que permitan a los usuarios disponer de información comparable entre los servicios ofrecidos por los diferentes proveedores.

La siguiente etapa en la metodología consiste en el diseño e implementación de un prototipo. Basándose en las ideas y modelos descritos en el apartado 0 nuestra visión es la de un sistema basado en una ontología de “evaluación de servicios” compartida y la aplicación de conceptos de Web Semántica a la evaluación de dichos servicios. El objetivo es facilitar a los proveedores la publicación de los servicios ofrecidos, así como los valores asociados a los mismos mediante el uso de ontologías previamente certificadas por una entidad que asegure la exactitud de los datos ofrecidos. En última instancia serán los usuarios quienes, mediante la definición de restricciones en dichas ontologías,

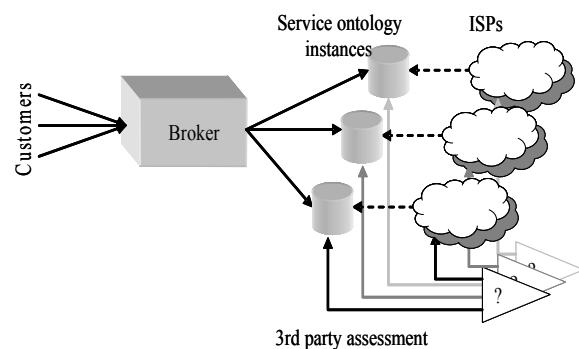


Fig. 7. Evaluación de QoS basada en ontologías

podrán elegir aquellas ofertas que mejor se ajusten a sus necesidades en función del tipo de uso que hagan de los servicios telemáticos. Finalmente es posible, como se muestra en la **Fig. 7**, desarrollar sistemas de intermediación para la evaluación de servicios de una manera análoga a la descrita en [5].

Referencias

- [1] ITU-T Recommendation E.800. Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability (1994)
- [2] Paxson, V., Almes, G., Mahdavi, J., Mathis, M.: Framework for IP Performance Metrics (RFC 2330). IETF IP Performance Metrics (ippm) Working Group (1998)
- [3] López, D., López-de-Vergara, J.E., Bellido, L., Fernández, D.: Monitoring an academic network with Netflow. EUNICE 2004 "Advances in fixed and mobile networks", Tampere, Finland (2004)
- [4] Ferro, A., Ibarrola, E., Liberal, F., García, A., Salvachúa, J.: Modelo basado en la percepción de los usuarios para la gestión de la calidad de servicio en redes de datos. Jitel 2003, Gran Canaria, España (2003).
- [5] Bellido, L., Vázquez, E., Valera, F.: Modeling Complex Services in an E-Commerce Brokering System. Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2002, Lisboa, Portugal (2002) 81-88
- [6] World Wide Web Consortium (W3C), "Web Services Activity", disponible en <http://www.w3.org/2002/ws/>