

# Análisis de alternativas de actuación para la evaluación de la calidad de servicio en Internet

Jorge E. López de Vergara<sup>(1)</sup>, Luis Bellido<sup>(2)</sup>, Fidel Liberal<sup>(3)</sup>, David López<sup>(2)</sup>, Armando Ferro<sup>(3)</sup>, Francisco González<sup>(2)</sup>

(1) Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Autónoma de Madrid.  
jorge.lopez\_vergara@uam.es

(2) Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid.  
{bellido, lopezber, vidal}@dit.upm.es

(3) Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del País Vasco.  
{jtplimaf, jtpfevaa}@bi.ehu.es

**RESUMEN.** Actualmente, un aspecto clave tanto para usuarios como operadores de redes de comunicaciones es la calidad de servicio prestada en las redes de datos y servicios asociados. De hecho, según la legislación actual, los proveedores que operen en el mercado europeo pueden estar sujetos a la obligación de publicar información sobre la calidad que proporcionan. En el caso español, actualmente no existe una reglamentación al respecto, por lo que se hace necesario estudiar el conjunto de parámetros que podrían ser susceptibles de publicación por parte de estos proveedores, y los mecanismos de medida adecuados para ello.

En este sentido, esta ponencia estudia las alternativas de actuación para evaluar la calidad e servicio en Internet. Para ello, se han identificado los posibles niveles de intervención regulatoria (inclusión obligatoria de parámetros en contratos, información obligatoria de parámetros al regulador y certificación voluntaria de parámetros adicionales), los parámetros de calidad solicitables para cada uno de dichos niveles (relativos a capacidad de conexión, prestaciones de transferencia con el proveedor y otras redes y atención al cliente) y las medidas realizables por parte de los distintos actores que intervienen en la cadena de acceso a los servicios de Internet (usuarios, operadores de acceso y proveedores de servicio).

## 1. Introducción

La calidad de servicio prestada en las redes de datos y servicios asociados es en la actualidad un aspecto clave tanto para usuarios como para proveedores, existiendo en la sociedad una demanda creciente de información al respecto. Esta

demanda está relacionada con la protección de derechos de los usuarios. De hecho, según el artículo 22 de la Directiva Europea de Servicio Universal [1], los PSIs (Proveedores de Servicio Internet, ISPs en la nomenclatura anglosajona) que operen en el mercado europeo pueden estar sujetos a la obligación de publicar la calidad del servicio (QoS) que proporcionan, de forma que los usuarios tengan acceso a información comprensible, comparable y utilizable. En el caso español, la transposición de esta directiva [2] hace mención a una reglamentación que todavía está pendiente de publicación. Por todo ello, se hace necesario estudiar el conjunto de parámetros que podrían ser susceptibles de publicación por parte de los proveedores, y los mecanismos de medida adecuados para ello.

Partiendo de esta motivación, esta ponencia estudia las alternativas de actuación para evaluar la calidad e servicio en Internet. Para ello, se han identificado los posibles niveles de intervención regulatoria (inclusión obligatoria de parámetros en contratos, información obligatoria de parámetros al regulador y certificación voluntaria de parámetros adicionales), los parámetros de calidad solicitables para cada uno de dichos niveles (relativos a capacidad de conexión, prestaciones de transferencia con el PSI y otras redes y atención al cliente) y las medidas realizables por parte de los distintos actores que intervienen en la cadena de acceso a los servicios de Internet (usuarios, operadores de acceso y PSIs).

Las distintas alternativas han sido analizadas y valoradas según los siguientes criterios: Los niveles de intervención se han comparado basándose sobre todo en los criterios de grado de in-

intervención regulatoria necesaria en cada caso, y posible estímulo para la competencia de cada alternativa. Seguidamente, los posibles parámetros de calidad de servicio se han evaluado atendiendo al beneficio que los usuarios pudieran obtener de la evaluación de los distintos aspectos de la calidad. Por último, la comparativa de los mecanismos de medida se ha basado sobre todo en el coste y complejidad de la implementación asociada a cada solución.

El enfoque así adoptado ha permitido determinar la adecuación de las posibles actuaciones relativas a la evaluación y seguimiento de la calidad de servicio teniendo en cuenta la repercusión que cada una de las categorías o componentes tiene sobre el escenario de provisión de servicios de Internet. Con ello se ha conseguido seleccionar los componentes principales que permiten sentar las bases de una propuesta de un sistema de evaluación y seguimiento de la calidad de servicio en la prestación de servicios de Internet.

## 2. Niveles de intervención regulatoria

Atendiendo a la legislación comunitaria y estatal analizada [1] [2], es posible regular el contenido de los contratos así como requerir a los PSIs la publicación de información comparable sobre la calidad de sus servicios. Además, en las conclusiones de [3] también se sugiere la posibilidad de que los PSIs certifiquen la calidad del servicio que prestan. De esta manera, se proponen tres alternativas de intervención regulatoria, ilustradas en la Figura 1.

- Por un lado, el regulador puede definir un conjunto pequeño de parámetros ( $P_{Con}$ ) a incluir en todos los contratos. En este caso, los

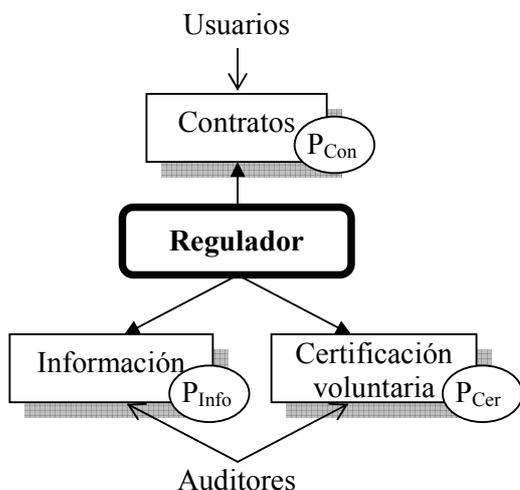


Figura 1. Alternativas de actuación regulatoria

usuarios podrán vigilar que se cumplen los valores acordados para dichos parámetros durante el tiempo de disfrute del servicio, y emplear los mecanismos necesarios (reclamaciones, juntas arbitrales, juicios...) en caso de incumplimiento. El PSI puede, en cualquier caso, asumir en los contratos con los usuarios un grado de compromiso superior al mínimo que indique el regulador.

- Por otro lado, el regulador puede definir otro conjunto mayor de parámetros que incluyan los anteriores ( $P_{Info}$ ) a publicar por parte de cada PSI, al estilo de lo que ya ocurre con los operadores de telefonía fija [4]. En este caso, los valores publicados se deberán auditar periódicamente por una entidad externa para comprobar que la información que se publica es veraz. El regulador velaría en este caso por la publicación de dichos datos, dándoles la publicidad suficiente, y podría actuar según su potestad en caso de que éstos no sean veraces (por ejemplo, abriendo un expediente sancionador).
- Finalmente, un PSI puede certificarse voluntariamente para publicar otro conjunto de parámetros ( $P_{Cer}$ ) mayor que incluya los anteriores. En este caso, también un auditor externo deberá comprobar que cumple con los procedimientos de medida para estos parámetros. En caso de que no sea así, el auditor puede anular o retirar la certificación hasta que se subsanen los problemas detectados.

Los valores indicados en los contratos deberán ser de obligado cumplimiento. El resto de valores sólo serán de carácter informativo, para ayudar a los usuarios a escoger el PSI de acuerdo a sus intereses, siendo en sí mismos una estimación de la calidad que se presta a los usuarios.

### 2.1. Comparación según el grado de intervención regulatoria y según el estímulo para la competencia

Una vez presentadas las alternativas de que dispone el regulador, conviene realizar una comparación del impacto asociado a cada una. Para ello, se han analizado las mismas según el grado de intervención regulatoria y según el estímulo para la competencia.

En lo que se refiere al primer criterio de comparación, la alternativa que supone un mayor grado de intervención es la de obligar a los proveedores a incluir en sus contratos parámetros que se ajusten a determinados valores para cada uno de los usuarios. En este caso, el proveedor no sólo tiene que medir, sino que debe garantizar a cada usuario un valor mínimo objetivo, so pena

de incumplimiento del contrato. Por tanto, para no modificar en exceso la situación actual de libre mercado habrá que tratar de minimizar en lo posible esta alternativa.

La segunda alternativa en grado de intervención es la de obligar a los proveedores a informar de valores de un conjunto superior de parámetros, agregados para el conjunto de usuarios del servicio. En este caso, no se exige que estos valores cumplan ningún objetivo, únicamente se obliga al operador a que publique medidas agregadas del conjunto de usuarios, cuya única condición es que sean veraces y estén auditadas. Por tanto, esta medida es menos intrusiva que la anterior.

La tercera alternativa es la que menor grado de intervención introduce, dado que únicamente propone que aquellos proveedores que, de manera voluntaria, quieran informar de los valores para un conjunto mayor de parámetros puedan hacerlo de una manera normalizada y comparable. En este caso tampoco se exige que estos valores cumplan ningún objetivo, si bien los valores deben estar igualmente auditados para asegurar su veracidad.

En lo que se refiere al estímulo de la competencia, es importante recordar la teoría económica de condiciones del mercado de competencia perfecta, una de cuyas condiciones es la de proporcionar la información adecuada para que los consumidores elijan el servicio que satisfaga sus preferencias. Por tanto, cuanto mayor información comparable se proporcione a los usuarios, mejor será el mercado de competencia.

En este sentido, la alternativa de inclusión de parámetros en los contratos no es en sí mismo un estímulo para la competencia, sino que permite establecer unos mínimos de calidad. Por ello, para evitar que garantizar el valor de estos parámetros pueda suponer una barrera de entrada a PSIs, se puede reducir el número de parámetros exigibles a un número pequeño del total de parámetros posibles, enfocándose en aquellos que sean más útiles a los usuarios según se comenta en la sección siguiente.

Las otras dos alternativas sí que permiten estimular la competencia, pues un potencial usuario puede hacer una comparación objetiva entre los distintos PSIs basada en un mismo conjunto de parámetros, para elegir aquel que satisfaga sus preferencias en mayor medida. Además, la certificación establece un método para aquellos proveedores que quieran distinguirse del resto, siendo la alternativa que más estimula la competencia.

En conclusión, la certificación se presenta como la alternativa menos intrusiva y que proporciona un mayor estímulo a la competencia y puede parecer a priori la alternativa a elegir. Sin embargo, el regulador también debe velar por los intereses de los consumidores. En este sentido, y dado que el regulador está facultado por la legislación vigente para actuar sobre el contenido de los contratos así como requerir a los PSIs la publicación de información comparable sobre la calidad de sus servicios, parece recomendable que se combinen las tres alternativas para establecer unos criterios mínimos de calidad que protejan los intereses de los consumidores. En cualquier caso, se hace necesario presentar parámetros a medir por parte de los PSIs, para poderlos asociar a los conjuntos  $P_{Con}$ ,  $P_{Info}$  y  $P_{Cer}$  anteriormente presentados.

### 3. Parámetros de calidad

Esta sección presenta un conjunto de parámetros con los que evaluar la calidad de servicio en la prestación de servicios de Internet. Estos parámetros se han escogido a partir del conjunto que se ha encontrado en las normas, recomendaciones e iniciativas estudiadas, identificando su relevancia a partir de las necesidades de los usuarios que se obtuvieron a partir del estudio descrito en [3]. Cabe mencionar a [5] y [6] como normas e iniciativas más representativas.

Para cada uno de los parámetros se da una definición basada en las que se proporcionan en las normas e iniciativas utilizadas. Asimismo, se proponen valores umbrales adecuados para cada uno de estos parámetros, basados en las normas anteriormente referenciadas, así como en el conocimiento que se deriva del estado del arte actual. Los valores que obtengan los usuarios de manera individual deberán estar en el entorno de los valores propuestos para el conjunto de usuarios (con una variación máxima del 10% sobre la media), debiendo evitarse singularidades de usuarios concretos que tengan una calidad mucho menor que el resto.

Para definir los parámetros funcionales se ha tenido en cuenta la Figura 2, que identifica los actores y ubica los posibles mecanismos de medida, indicando el ámbito del parámetro, así como los puntos de medida posibles. Estos puntos son:

1. Hogar del usuario
2. Punto de Acceso de Interconexión
3. Enlace entre el operador de acceso y el PSI

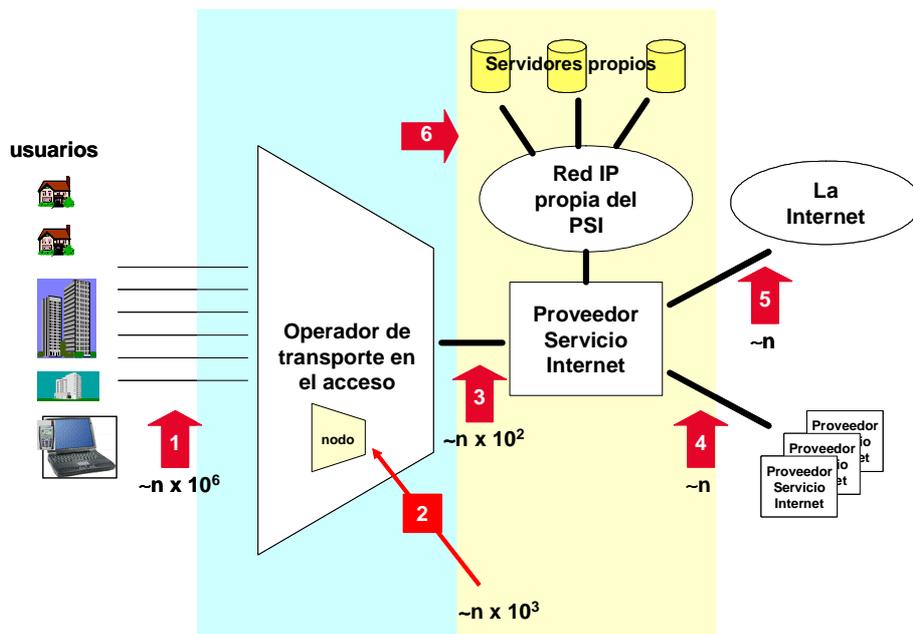


Figura 2. Puntos de medida

4. Enlace entre el PSI del usuario y otros PSIs
5. Enlace entre el PSI e Internet
6. Enlace entre la red del PSI y los servidores del mismo.

En algunos casos también se proporcionan indicadores para estimar los parámetros. En general no existirá una relación directa por la cual obtener el valor concreto de un parámetro en base a dichos indicadores, pero sí permitirán tener una idea del nivel de calidad que se puede tener en relación con cada parámetro.

Además, basado en el contenido de la sección anterior, se indica el grado de compromiso mínimo que el regulador podría hacer asumir el PSI. En general, el grado de compromiso asumible por el PSI puede ser de tipo contractual siempre que dicho PSI tenga un acuerdo de nivel de servicio (SLA) con los actores implicados. No obstante, teniendo en cuenta la comparativa del apartado 2.1 y la que se hará más adelante en el apartado 3.5, basada en el análisis de las necesidades de los usuarios, el grado mínimo a proponer no siempre se corresponderá con este caso, aunque puede ser susceptible de revisión si las necesidades de los usuarios cambian.

Los distintos parámetros se detallan en los siguientes subapartados.

### 3.1. Parámetros relacionados con la capacidad de conectarse

A continuación se presentan los parámetros funcionales relativos a la capacidad de conexión. Algunos de estos parámetros poseerán características distintas según el método de acceso, por lo que se han particularizado para los casos de acceso por RTB y por ADSL. Todos estos parámetros son susceptibles de ser incluidos en los contratos, teniendo en cuenta que los errores pueden deberse no sólo al PSI sino al operador de transporte. Igualmente, las medidas podrán realizarse por parte de los usuarios, del operador de transporte y del PSI en los puntos 1, 2 y 3 respectivamente.

1. Porcentaje de intentos de conexión por RTB fallidos: se refiere al número de intentos de conexión fallidos sobre el número de intentos de conexión totales al PSI por módem telefónico (totales = fallidos + exitosos). Idealmente, la conexión se debería conseguir en la primera llamada, por lo que el valor de este parámetro deberá ser bajo. Se propone que el valor no exceda el 5% de intentos fallidos en hora cargada, y 1% el resto del tiempo, con respecto al total de intentos de conexión por RTB al PSI por parte del conjunto de usuarios. Como indicadores de este parámetro se podrían utilizar el nivel de sobresuscripción por punto de acceso y la carga de tráfico en el enlace al PSI.

2. Porcentaje de conexiones por RTB interrumpidas: se refiere al número de conexiones por módem telefónico que terminan por razones distintas a que el usuario haya elegido desconectar, respecto del número total de conexiones por módem telefónico. La interrupción de la sesión establecida idealmente no debe producirse nunca. Se propone una probabilidad menor de 0,1% con respecto al total de conexiones por RTB al PSI por parte del conjunto de usuarios.
3. Porcentaje de intentos de conexión por ADSL fallidos: se refiere al porcentaje como el número de intentos de conexión fallidos sobre el número de intentos de conexión totales al PSI por *router* o módem ADSL (totales = fallidos + exitosos). Idealmente, la conexión se debería conseguir en el primer intento, por lo que el valor de este parámetro deberá ser bajo. Se propone que dicho porcentaje deberá tener un valor tal que no exceda el 0,1% para la modalidad de tarifa plana a lo largo de todo el día y el 1% para las modalidades de tarifas horarias, también a lo largo de todo el día. Como indicadores de este parámetro se podrían utilizar el nivel de sobresuscripción por punto de acceso (ancho de banda y direcciones IP) y la carga de tráfico en el enlace al PSI.
4. Porcentaje de conexiones por ADSL interrumpidas: se refiere al número de conexiones por ADSL que terminan por razones distintas a que el usuario haya elegido desconectar, respecto del número totales de conexiones por ADSL. El porcentaje de conexiones interrumpidas refleja la ocurrencia de eventos debidos principalmente a fallos en la conexión. Una vez establecida la conexión por ADSL, la interrupción de la sesión establecida idealmente no debe producirse nunca. Se propone que dicho porcentaje tenga un valor tal que no exceda el 0,1% (para cualquier modalidad de tarifas) a lo largo de todo el día con respecto al total de conexiones al PSI por parte del conjunto de usuarios de ADSL.
5. Disponibilidad del PSI para cualquier tipo de conexión: se refiere a la ocurrencia y duración de casos en los que el PSI no esté disponible. Refleja la frecuencia de eventos debidos principalmente a fallos del PSI. Se propone que dicho parámetro tenga un valor de 0,999. Es decir, la indisponibilidad del PSI no deberá exceder 9 horas en un año distribuidas de cualquier manera. Como indica-

dor de este parámetro se puede utilizar el esquema de redundancia que posea el PSI.

### 3.2. Parámetros relacionados con las prestaciones de transferencia entre usuario y PSI

A continuación se presentan los parámetros funcionales relativos a las prestaciones de transferencia entre usuario y PSI. Dado que se considera exclusivamente el tramo entre el usuario y los servidores del PSI y este tramo es responsabilidad exclusiva de éste último, este conjunto de parámetros es susceptible de inclusión en el contrato. No obstante, atendiendo a las necesidades actuales de los usuarios, se propone que el grado de compromiso exigible al PSI sea de información, salvo en el caso de la velocidad de conexión, que es la que mayores expectativas despierta en los usuarios. Las medidas podrán realizarse por parte de los usuarios y del PSI en los puntos 1 y 3 respectivamente.

1. Velocidad de conexión obtenida: se refiere a la media y desviación estándar de la velocidad de transferencia de datos obtenida entre usuario y ISP, en ambos sentidos. Se proponen como valores indicativos para este parámetro que la velocidad media sea un 30% menos que la velocidad de pico, y la desviación sea de un 30% sobre la media, para cada uno de los usuarios. Se deberá especificar la unidad de medida (bytes o bits por segundo), el nivel en que se haga la medida (por ejemplo por encima de TCP), el sentido de transmisión (usuario-red o red-usuario), y la hora de la medida. Como indicador de este parámetro se puede utilizar el número de usuarios en relación al ancho de banda contratado.
2. Latencia: se refiere al tiempo de ida y vuelta de un paquete de datos entre el usuario y un servidor del PSI. Refleja la capacidad de tener buena percepción en aplicaciones de alta interactividad. La latencia suele estar típicamente en el entorno de los 30 a los 100 ms. Se puede hacer una división entre servicios básicos, y servicios de valor añadido, proponiéndose para DNS una latencia inferior a 10 ms, y para navegación inferior a 100 ms como casos de servicios básicos; y para servicios de valor añadido como juegos o voz inferior a 30 ms. Como indicadores de este parámetro se pueden tener en cuenta la utilización y profundidad *interleaving* en ADSL, la compresión de datos en acceso por RTB, el número de saltos en la red del PSI o el estado de carga de la red del PSI.

3. Jitter: se refiere a la variación de la latencia. Refleja la capacidad de tener buena percepción en aplicaciones de tiempo real. El valor del jitter sobre todo tendrá interés para servicios de valor añadido como juegos o voz. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar el número de saltos en la red del PSI o el estado de carga de la red del PSI.
4. Pérdida de paquetes: se refiere a la cantidad de paquetes que se pierden respecto del total que se envían, al ser descartados por *routers* del PSI. Refleja la capacidad de tener buena percepción en aplicaciones de tiempo real. El valor de la pérdida de paquetes sobre todo tendrá interés para servicios de valor añadido como juegos o voz.
5. Velocidad de descarga de archivos: se refiere al tiempo para descargar archivos de tamaño determinado de servidores web hospedados en el ISP. Se proponen como valores indicativos los mismos que para la velocidad de conexión, que sería un caso más general que éste. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar el dimensionado de los servidores y de las conexiones con el operador de transporte en el acceso en relación con el número de abonados, y las estadísticas sobre el nivel de ocupación de servidores y las conexiones con el operador de acceso.
6. Velocidad de transferencia de correo desde y hacia el servidor del PSI: se refiere al tiempo para transferir mensajes de correo electrónico con archivos adjuntos de un tamaño estándar (por ejemplo, 1 MByte) en sentidos ascendente y descendente entre usuario y servidor del PSI. Este valor se refiere al servicio básico de correo. Se proponen como valores indicativos los mismos que para la velocidad de conexión, que sería un caso más general que éste. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar el número de usuarios por servidor de correo en relación con el ancho de banda y la capacidad de proceso de servidor, y las estadísticas de medidas continuas de velocidades media de descarga.

### 3.3. Parámetros relacionados con las prestaciones de transferencia entre el PSI y otras redes

A continuación se presentan los parámetros funcionales relativos a las prestaciones de transferencia entre el PSI y otras redes. En este caso, los parámetros no se ven afectados por el operador de transporte de acceso. Dado que estos

parámetros dependen de factores externos al PSI, el grado de compromiso exigible al PSI es de certificación. Las medidas podrán realizarse por parte de los usuarios y del PSI en los puntos 1, y 4 y 5 respectivamente.

1. Pérdida de paquetes que atraviesan el PSI: se refiere al porcentaje de paquetes que no llegan a su destino de sesiones que atraviesan el PSI. El valor de este parámetro se propone que sea siempre inferior al 5% del total de paquetes de cada sesión. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar el número de usuarios en relación con el ancho de banda contratado con otros PSIs, y estadísticas de pérdidas realizadas por el propio PSI u otros organismos.
2. Tiempo de inalcanzabilidad de lugares específicos: se refiere a la proporción del tiempo que un conjunto de servidores específicos (podría referirse a los 50 sitios más visitados según un estudio de medición de audiencias concreto) no están disponibles, debido a problemas en las conexiones del PSI con otros PSIs y con la Internet. Como valor para este parámetro se propone que el porcentaje de tiempo que no se alcanza un sitio específico sea inferior al 1%. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar la disponibilidad de rutas alternativas de conexión entre el ISP e Internet, y el grado de redundancia en el servicio DNS.
3. Duración de la transmisión de páginas del PSI: se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio y fin de la descarga desde otros PSIs de páginas web alojadas en un servidor del PSI a evaluar. El valor de este parámetro se propone que como mucho sea un 30% superior al tiempo óptimo en la red utilizada. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar el número de usuarios por servidor en relación con el ancho de banda de salida a Internet y capacidad de proceso de servidor, y estadísticas de medidas continuas de carga del servidor y de ocupación de los enlaces de salida.
4. Duración de transmisión de cualquier URL: refleja el tiempo entre el inicio y fin de la descarga de objetos alojados en servidores específicos (podría referirse a los 50 sitios más visitados según un estudio de medición de audiencias concreto). Se propone que el valor de este parámetro sea como mucho entre un 10% y un 20% superior al tiempo óptimo en la red utilizada. Como indicadores de este parámetro se pueden utilizar el número de usuarios en relación con el ancho de

banda contratado con otros PSIs, y medidas estadísticas realizadas por el propio PSI u otros organismos.

### 3.4. Parámetros relacionados con la atención y soporte a los clientes

El último conjunto de parámetros se centran en características de los servicios de atención y soporte a los clientes respecto a los problemas relacionados con la conexión a Internet. El grado de compromiso exigible al PSI para este conjunto de parámetros puede ser contractual. Es decir, el PSI podrá acordar este parámetro con los usuarios por contrato, estableciendo asimismo las indemnizaciones por incumplimiento. Las medidas se realizarán en este caso a partir de los registros de los sistemas CRM (*Customer Relationship Management*) que empleen los operadores, y mediante encuestas anuales a los usuarios.

1. Indisponibilidad del servicio de atención: se refiere a la indisponibilidad de dicho servicio, entendido como el porcentaje de llamadas que obtienen tono de ocupado o no son contestadas en 30 segundos. Para este parámetro se propone que su valor sea inferior al 1% de las llamadas telefónicas y de fax durante el horario de atención especificado en el contrato. Si las peticiones se realizan por notificación electrónica (vía correo electrónico, formulario o mensajería instantánea), sólo podrá haber una indisponibilidad de dicho buzón de correo del 0,1% de los mensajes enviados, entendido como mensajes que sean devueltos o no entregados por indisponibilidad de dicho servidor de correo. Como indicador de este parámetro se puede utilizar el número de usuarios en relación con las líneas telefónicas de atención.
2. Tiempo de respuesta del servicio de atención: se refiere al tiempo que se tarda en obtener respuesta por parte de un operador una vez se ha descolgado la llamada en caso de llamada telefónica o tras haber recibido una notificación electrónica (vía correo electrónico, formulario o mensajería instantánea). Para este parámetro se propone que su valor sea inferior a 30 segundos en el 95% de las llamadas atendidas por teléfono, fax y mensajería instantánea durante el horario de atención especificado en el contrato, y de 2 horas para los mensajes de correo electrónico y formularios, también para el 95% de los casos, independientemente del horario de atención. Como indicador de este parámetro se puede utilizar el número de usuarios por operador.

3. Eficacia del servicio de atención: el último parámetro mide la eficacia del servicio de atención entendido como el tiempo que se tarda en comunicar a los usuarios la puesta en marcha de la solución de los problemas de los usuarios desde su notificación. Para este parámetro se propone que su valor sea, para el 95% de los casos y durante el horario de atención especificado en el contrato, inferior a 6 horas si la llamada se atendió por vía telefónica o mensajería instantánea, y 12 horas si fue por fax, correo electrónico o formulario. Como indicador de este parámetro se puede utilizar la existencia de identificación de incidencia y sistema de seguimiento.

### 3.5. Comparación según el beneficio para los usuarios

De acuerdo con lo expuesto en [3], en dónde se analizan las necesidades del usuario en relación con la calidad de servicio, destacan dos parámetros fundamentales como los de mayor importancia para los consumidores: disponibilidad del acceso a Internet y velocidad de acceso. Dichos factores son mencionados frecuentemente en las entrevistas mantenidas tanto con las asociaciones como instituciones implicadas en el sector. Según [7], los usuarios concluyen que, además de los parámetros funcionales anteriormente citados, es necesario asegurar la calidad en otros denominados en el presente estudio como parámetros relacionados con la atención y soporte a los clientes.

En esta apartado se realiza una selección de los parámetros definidos anteriormente, basándose en su capacidad de permitir una mejor evaluación por parte del usuario de los servicios contratados (o susceptibles de serlo), maximizando de este modo la utilidad del servicio en su conjunto.

La capacidad de conexión del PSI para cualquier tipo de conexión descrita en el apartado 3.1, indica los parámetros para medir la probabilidad de que los usuarios no puedan acceder a los recursos ofrecidos por su PSI y la disponibilidad. Estos parámetros reflejan claramente la percepción positiva o negativa que los usuarios tendrán de su proveedor de acceso.

De los parámetros relacionados con las prestaciones de transferencia entre usuario y PSI descritos en el apartado 3.2, cabe destacar la velocidad de conexión. Aunque en principio no es el principal motivo de queja de los usuarios, es el que mayores expectativas despierta (la velocidad del servicio es su aspecto más publicitado),

el que más herramientas de seguimiento espontáneo ha suscitado por parte de asociaciones, operadores e incluso individuos. El resto de parámetros sería de utilidad únicamente para usuarios que requieran servicios de valor añadido como voz o juegos, pudiendo llegar a ser significativos para el correcto funcionamiento de sus sistemas.

Por último, cabría destacar los parámetros relacionados con la atención y soporte a los clientes, descritos en el apartado 3.4. Un correcto seguimiento de estos parámetros permitiría la mejora en los dos aspectos mencionados por los usuarios como claramente deficitarios: el servicio de atención al cliente y el servicio de facturación. Es en este punto en el que se hace necesaria la utilización de sistemas informáticos de control de atención al cliente (CRM) que permitan una ágil respuesta ante cualquier incidencia o demanda de los usuarios.

## **4. Medidas realizables**

Los siguientes apartados describen distintas alternativas de medida, según la ubicación del punto de medida y el mecanismo de medida atendiendo a los parámetros presentados en las secciones anteriores. Se discuten igualmente las ventajas e inconvenientes de cada una de las alternativas.

### **4.1. Usuario**

En este apartado se describen las clases de herramientas identificadas para realizar medidas desde el domicilio del usuario.

#### **4.1.1. Medidas activas desde el PC del usuario**

El punto de medida se sitúa en el PC del usuario, mediante dispositivo software que puede ser capaz de ejecutar *tareas de medida* que recibe desde un *centro de control de medidas*, y enviar los resultados hacia un *repositorio de medidas*. Una tarea de medidas se representará como un archivo que contiene la información necesaria para que el dispositivo realice una secuencia de medidas con una determinada periodicidad.

En la actualidad, existen dispositivos software que permiten la realización de medidas activas desde PC. Sin embargo, es difícil encontrar una solución disponible que realice todos los tipos de parámetros considerados y que incluya un soporte adecuado a la exportación de los datos obtenidos de las medidas, y a la configuración remota. Además, en la medida pueden influir factores que introduzcan un sesgo en los valores obtenidos, como por ejemplo, el sistema operativo o la

carga del sistema. Como inconvenientes generales de este tipo de medidas, el usuario debe dejar su PC encendido para poder realizar las tareas de medida, y se debe controlar el acceso a la red para que esté desocupado cuando se realicen.

#### **4.1.2. Herramientas pasivas instaladas en el equipo del usuario**

Como en el caso anterior, se tratará de un conjunto de herramientas que deberán instalarse a priori en el equipo final del usuario, pero en este caso se encargarán de recoger datos puntuales o/y estadísticos relativos a los parámetros de las transmisiones realizadas por dicho usuario en su uso normal de la conexión.

Esto puede afectar a la validez estadística de los datos obtenidos, en cuanto a que dependerán de los patrones de utilización de los servicios de Internet que muestren los usuarios analizados. La validez final de los datos recogidos dependerá además de que la muestra o conjunto de usuarios objeto de estudio cubra el espectro de usuario medio de los servicios de telecomunicación, bien en términos absolutos o categorizados en grupos de usuarios (residencial, SOHO, PYME, etc...).

Dado que se trata de una aproximación poco intrusiva, resultará en principio más atractiva para los usuarios, puesto que no consume recursos de red. Sin embargo, se deberá comprobar que el consumo computacional de cualquier tipo de herramienta propuesta en este apartado resulta insignificante y no afecta al rendimiento global de la plataforma de usuario ni al propio valor de las medidas.

En general, la verificabilidad de las pruebas realizadas en este caso es difícilmente justificable si se trata de un conjunto indeterminado/incontrolado de usuarios. Para conseguir esa justificación será necesario establecer un entorno controlable y verificable de pruebas, con un conjunto concreto de usuarios y unas condiciones de utilización y medida específicas.

#### **4.1.3. Pruebas realizadas por los usuarios sin necesidad de SW adicional**

En este caso se trata de servicios proporcionados por servidores web que centralizan las pruebas y que los usuarios deben lanzar de forma explícita (al menos para iniciar cada batería de pruebas), a través de navegadores. Este esquema es el utilizado por la mayoría de tests de velocidad online disponibles actualmente.

En términos de verificabilidad se vuelve a plantear el problema del apartado anterior de la ausencia de un entorno controlado de pruebas en

el que no existan más aplicaciones o usuarios que utilicen los recursos de red a medir, así como las diferencias inherentes al navegador utilizado.

#### **4.1.4. Medidas activas desde el *router* del usuario**

La utilización de elementos activos de monitorización puede llevarse a cabo mediante equipamiento específico (sondas) o bien mediante agentes internos al equipo de red. En ambos casos se trata de generar tráfico sintético que permita evaluar las condiciones tanto de la red como de los servicios asociados. El hecho de ser tráfico artificial obliga a limitar el uso de este tipo de medidas a fin de evitar posibles alteraciones en el tráfico que cursan los usuarios. Conviene resaltar que este tipo de métodos no afectan a la privacidad de los usuarios.

#### **4.1.5. Medidas pasivas desde el *router* del usuario**

Al igual que en el caso anterior, el punto de medida se sitúa en el dispositivo de acceso a Internet del usuario, normalmente un *router*, pero en este caso, se recopila información relativa al tráfico que va cursando.

Estos sistemas de monitorización son escalables (teniendo en cuenta que un usuario medio como mucho tendrá un enlace a 512 Kbps) y proporcionan un método relativamente eficiente de obtener información detallada del tráfico. Como inconvenientes generales se puede decir que la gran cantidad de información que este tipo de sistemas suministra puede vulnerar la privacidad de los usuarios siendo necesario limitar el uso de los datos obtenidos.

## **4.2. Proveedor de Servicio Internet**

En este apartado se describen los tipos de herramientas identificados para realizar medidas en la red del proveedor, atendiendo principalmente al carácter pasivo o activo de la medida y a la ubicación del punto de medida.

#### **4.2.1. Medidas activas en el Punto de Acceso de Interconexión**

El punto de medida se sitúa en el Punto de Acceso de Interconexión (PAI), mediante un dispositivo hardware (una sonda), que se comporta como un “usuario” de la red del proveedor y realiza medidas activas. Para algún tipo de medidas, puede ser necesaria la participación de dispositivos adicionales en otros puntos de la red, por ejemplo, en los *routers* frontera del PSI. El dispositivo será capaz de tener programado un

conjunto de tareas de medida, cuyo resultado puede enviar hacia un *repositorio de medidas*. Una tarea de medidas contiene la información necesaria para que el dispositivo realice una secuencia de medidas con una determinada periodicidad.

Como en cualquier caso de medidas activas, uno de los factores que se deben considerar es la posibilidad, por un lado, de realizar un suficiente número de medidas para que sean representativas, mientras que por otro lado se debe limitar el número de medidas para no disminuir los recursos que necesita el tráfico de los usuarios.

Existen en la actualidad herramientas que permiten este tipo de medidas, pudiéndose la escalabilidad verse afectada por el número de PAI del PSI.

#### **4.2.2. Medidas pasivas en el Punto de Acceso a Interconexión**

Por medidas pasivas en el PAI se hace referencia a dispositivos SW/HW que realicen medidas en ese punto sin insertar tráfico. En este caso es necesario puntualizar que el punto de medida asociado al PAI puede consistir tanto en el propio equipo que realiza las funciones de interconexión como el punto de entrada de la información. Esto es, los procedimientos de medidas recogidos en este punto incluyen por un lado mecanismos relacionados con los parámetros de funcionamiento del equipo de interconexión pero también el análisis del tráfico que se inyecta o atraviesa ese punto de interconexión.

#### **4.2.3. Medidas activas en los *router* frontera del PSI**

Los *routers* frontera del PSI se definen como aquellos que participan en el intercambio de tráfico de usuario con otros PSI, de manera que son los *routers* por los que el PSI intercambia el tráfico con el resto de Internet. Dependiendo del tamaño del proveedor y del número de acuerdos de interconexión que tenga con otros proveedores, puede haber un único *router* frontera o varios. Los *routers* frontera estarán situados en la denominada red troncal del PSI.

El dispositivo de medida utilizado en este caso será un dispositivo hardware que se conecta directamente en una de las subredes a las que el *router* frontera tenga conexión directa (por ejemplo, una red de gestión). El dispositivo de medida permite realizar peticiones a los servidores web alojados en el PSI y medir el tiempo que se tarda en obtener una serie de páginas preestablecidas, registrando el URL de la página obtenida y tiem-

po desde que comienza el establecimiento de la conexión TCP hasta que se obtiene el objeto web correspondiente.

#### **4.2.4. Medidas pasivas en los routers frontera del PSI**

Por medidas pasivas en el *router* frontera se hace referencia a los métodos de obtención de información referente al tráfico cursado sin necesidad de insertar tráfico adicional. El análisis basado en flujos de tráfico es factible incluso en puntos con un alto nivel de agregación de tráfico, si bien la información generada puede ser excesiva aconsejándose métodos de selección o incluso de muestreo.

#### **4.2.5. Medidas activas en servidores del PSI**

Los servidores del PSI pueden participar en algunos de medidas activas en el proveedor. Desde el punto de vista del grado de participación, se pueden contemplar dos casos distintos, que participación indirecta y participación directa.

En el caso de participación indirecta, los servidores responden a las peticiones de los dispositivos de medida como si de un cliente más se tratara. En estos casos, sin embargo, será necesario tener en cuenta las necesidades de las medidas que se vayan a realizar. Por ejemplo, puede ser necesario dar de alta una cuenta para pruebas en los servidores de correo electrónico, o publicar páginas o archivos con unas características de tamaño y compresibilidad determinadas en los servidores web o FTP.

El caso de participación directa en las medidas activas, consiste en la instalación en el servidor de algún dispositivo software o hardware que permita llevar a cabo las medidas. Esto puede ser necesario para la realización de medidas unidireccionales entre el dispositivo de medida del PAI y el servidor.

La participación indirecta de los servidores en las medidas activas no presenta inconvenientes en cuanto a la factibilidad. En cambio, la necesidad de instalar dispositivos adicionales en los servidores para posibilidad la realización de medidas activas con participación directa de los servidores disminuye la factibilidad de estas medidas: aumenta el coste y puede afectar al servicio ofrecido a los usuarios.

#### **4.2.6. Medidas pasivas en servidores del PSI**

Como en casos anteriores, en este grupo se van a incluir desde sistemas SW que aprovechen los sistemas de monitorización y registro de

eventos que utiliza el propio PSI así como sistemas HW/SW pasivos que traten de deducir los parámetros únicamente a partir del análisis del tráfico que entra y sale a los servidores.

#### **4.2.7. Medidas pasivas en router interno**

Del mismo modo que en el apartado 4.2.4 es posible disponer de información referente al tráfico que atraviesa el backbone del PSI mediante técnicas de análisis de flujos. No obstante el hecho de tratarse de *routers* internos limita el alcance de la información obtenida.

### **4.3. Operador de transporte de acceso**

En este apartado se describen las posibles medidas que puede realizar un operador de transporte de acceso.

#### **4.3.1. Caso de acceso a través de la Red Telefónica Básica**

Estas medidas se pueden basar en la carga del haz de interconexión de tráfico de acceso a Internet entre operador de acceso y PSI, entendido como el conjunto de enlaces de interconexión a 64 Kbit/s que soportan el mismo tipo de tráfico en una ruta de interconexión que une una Central Frontera de Telefónica de España con una Central Frontera del Operador. Se deberá tener en cuenta que en el anexo de la Oferta de Interconexión de Referencia [8] se dan valores de calidad en cuanto a características de disponibilidad de las rutas de interconexión, error en los circuitos de interconexión, disponibilidad del circuito de interconexión y relativo al grado de servicio y sobrecarga del haz de interconexión.

El operador de transporte de acceso puede proporcionar medidas de calidad de tipo estadístico mediante observación de tráfico en los enlaces con el PSI, tráfico de señalización N°7 o tráfico de abonados particulares. Por ejemplo, las llamadas rechazadas por congestión en los enlaces hacia el PSI, las llamadas inferiores a un tiempo mínimo de 60 segundos, o las llamadas no completadas a los números del PSI.

Todas las medidas anteriores están disponibles en las redes de conmutación telefónica. Existe una forma de informar homogénea por los sistemas de gestión, y en una primera estimación no suponen una sobrecarga de ningún tipo en las redes, son fiables y verificables.

Estas medidas se deben correlacionar con los indicadores estáticos de número de usuarios del PSI en la demarcación atendida por los enlaces de los que se informa.

#### 4.3.2. Caso de acceso a través de la Red ADSL-ATM

En este caso, que se correspondería con el GigaDSL regulado por la Oferta de Acceso al Bucle de Abonado [9], el operador de transporte de acceso puede proporcionar medidas de calidad de tipo estadístico mediante observación de tráfico en los enlaces con el PSI a nivel ATM de carga media, celdas desechadas, en diversos intervalos de tiempo, a nivel de enlace, etc. Son indicaciones dinámicas del nivel sobrecarga y debe correlacionar con el nivel de sobresuscripción del PSI

El operador de transporte de acceso puede proporcionar medidas de calidad de tipo estadístico mediante observación de parámetros en los puntos de acceso al servicio ATM de los usuarios (módem usuario-línea módem central), tales como velocidad máxima alcanzable en la línea, velocidad utilizada, o retardo de interleaving.

Los valores a nivel de enlace ATM hacia el PSI están disponibles en las redes ATM. Existe una forma de informar homogénea por los sistemas de gestión, y en una primera estimación no suponen una sobrecarga de ningún tipo en las redes, son fiables y verificables.

Estas medidas deben correlacionar con los indicadores estáticos de número de usuarios del PSI en la demarcación atendida por los enlaces de los que se informa.

Las medidas sobre el punto de acceso usuario a usuario no son escalables, y su utilización sólo se recomienda en medidas puntuales para atender reclamaciones y quejas.

#### 4.3.3. Caso de acceso a través de la Red ADSL-IP

En este caso, que no está regulado, el operador de transporte de acceso puede proporcionar medidas de calidad de tipo estadístico mediante observación de tráfico en los enlaces IP con el PSI, tales como carga del enlace en ambos sentidos y por intervalo de tiempo, o paquetes descartados en sentido PSI por congestión.

El operador de transporte de acceso puede proporcionar medidas activas de calidad de tipo estadístico mediante generación de tráfico hacia servidores de prueba y recopilación de estadísticas a nivel IP, que reflejan el comportamiento conjunto de los tramos ATM e IP, tal y como se detalla en [10].

Estas medidas deben correlacionar con los indicadores estáticos de número de usuarios del PSI que acceden por interconexión ADSL IP.

#### 4.4. Comparación según el coste y complejidad de implementación

Al analizar el coste y complejidad de implementación de las diferentes alternativas de medida, aparecen numerosos factores a tener en cuenta.

Por un lado, las alternativas propuestas hacen referencia al agente o punto donde se iban a realizar las medidas. Si se considera la Figura 2, lo primero a destacar en referencia al coste y complejidad de implementación, es el número de puntos de medida necesarios para obtener datos válidos. Así, conforme el punto de medida se va “acercando” más al operador el número de nodos susceptibles de medida va disminuyendo, en tanto en cuanto se van agregando los flujos de información de los tramos anteriores (usuario, proveedor de acceso...).

Parece lógico pensar que el coste y complejidad de implementación depende directamente del número de nodos en los que se vayan a realizar las medidas. A más puntos de medida, mayor complejidad y mayor coste, con lo que en principio se verían favorecidas aquellas alternativas encaminadas a medir en los puntos que concentran más tráfico, como por ejemplo, los *routers* del PSI, sus servidores o los PAIs. Sin embargo, al estudiar estos casos, se deduce que la mayor parte de los parámetros relevantes no son aplicables para esos puntos de medida, con lo que prácticamente se descartan las opciones de medidas en *routers* internos del PSI o en los *routers* de frontera externa (upstream) del PSI (al menos como únicos sistemas de medida).

Atendiendo a ese mismo factor del número de nodos, el siguiente punto preferente de medida correspondería a los servidores del PSI o los PAIs, pues concentran los flujos correspondientes a un gran número de usuarios.

Si se continúa el análisis de coste/complejidad por esas dos alternativas, puesto que el número de parámetros con posibilidad de medida en los servidores es muy inferior al que se permite en los PAIs, eso lo descartaría como único sistema de medidas a implantar. Dado que, sería preciso implantar otro sistema de medidas (posiblemente en los PAIs) para completar los parámetros que no es posible medir en los servidores, resultaría mejor en términos coste/complejidad medir todos los parámetros en los PAIs que implantar las medidas en los dos puntos.

Llegados a este punto, quedan como alternativas a analizar las medidas en los PAIs y en los

usuarios finales, bien sea mediante aplicaciones SW o modificaciones en los *routers*, de forma activa o pasiva, etc...

Si se vuelve a aplicar el condicionante de número de nodos, parecería que claramente sería preferible un mecanismo de medida implantado en los Puntos de Acceso a Interconexión, bien sea pasivo o activo, conectado con los mecanismos de gestión del operador para obtener estadísticas como el número de fallos de conexión y conectado con su CRM para obtener los datos de los parámetros no funcionales.

Un sistema de medidas basado en el análisis del tráfico y la información de monitorización obtenidos a nivel de los PAIs, se perfilaría por tanto como el más factible en términos de coste/complejidad del futuro sistema a implantar.

En el desarrollo que ha dado lugar a esa conclusión existe un detalle que se ha pasado por alto intencionadamente, pero que se va a analizar a continuación y que puede cuestionar dicha conclusión.

Al inicio del mismo se planteaba un análisis de alternativas de medida que proporcionen datos estadísticos útiles sobre un parámetro concreto. Parece que la solución basada en que se realicen medidas en los PAIs y justificada en el factor de número de nodos a analizar parece igualmente válida. Esto se debe a que precisamente como elementos agregadores de tráfico, los propios sistemas que conforman los PAIs están en las mejores condiciones para extraer estadísticos de los flujos que los atraviesan, simplificando la tarea de recolección de información. De hecho, se puede pensar rápidamente en un posible sistema de medidas que consultará los parámetros de funcionamiento de los equipos que integran los PAIs vía un protocolo de gestión (SNMP), generará informes de estadísticos y los fuera recolectando.

Ahora bien, el enunciado del análisis no es casual, el sistema de medidas debe ser capaz de proporcionar datos estadísticos *útiles*. La razón por la cual se ha introducido intencionadamente ese calificativo es que, una vez más, el coste/complejidad del sistema variará en función de los parámetros que finalmente sean objeto de control. Concretamente, un sistema basado en medidas en los PAIs resulta claramente el más adecuado en términos de coste/complejidad si se presupone que el control que se va a realizar sobre los parámetros de los operadores va a llevarse a cabo en base a establecer límites o rangos a los valores medios/desviaciones de los valores de parámetros. Sin embargo, dentro de las de-

mandas de algunos de los agentes involucrados se plantea la posibilidad de efectuar el control de ciertos parámetros por contrato (SLA). En ese caso los datos estadísticos anteriores no resultan útiles en cuanto a que el usuario demanda información acerca de los parámetros de su propia conexión.

El coste y complejidad de un sistema implantado en los PAIs, incluso su propia factibilidad, puede que se vean afectados por ese requerimiento. Ya no es suficiente con que los equipos proporcionen valores estadísticos realizados sobre la media de los flujos de información que los atraviesan sino que deben ser capaces de identificar y obtener información por flujo de usuario. Puede que el impacto en el rendimiento, haga inviable implantar ese tipo de análisis dentro de los equipos del regulador, sobre todo si el número de conexiones a analizar es alto. En lugar de eso, sería preciso instalar equipamiento adicional con acceso a esos flujos y especializados en realizar ese análisis.

Teniendo en cuenta esas limitaciones, las alternativas de realizar medidas en un conjunto de usuarios (o bajo demanda de un usuario con problemas) parecen más razonables y se acercan al compromiso de coste/complejidad de las medidas en los PAIs.

Por todo ello se concluye que un sistema basado en analizar los parámetros recogidos de los equipos de los PAI, del sistema de gestión y del CRM del operador aparece como el más factible en términos de coste/complejidad siempre que el control (regulación, SLAs, certificación o información) de los parámetros se realice en base a valores medios y desviaciones o el análisis por flujo de usuario se realice estrictamente bajo demanda y se asegure que su medida no afecta al rendimiento de los equipos del operador.

Sin embargo esta conclusión no se mantiene en caso de que se desee proporcionar a los usuarios información acerca de los valores (instantáneos o medios) de los parámetros asociados a su conexión particular. Si se da ese supuesto, el coste y complejidad de los sistemas implantados en los PAIs resulta superior a herramientas o medidas realizadas desde los propios usuarios. Si se estudia esta última alternativa, aparece una nueva casuística a analizar, la correspondiente a realizar medidas activas/pasivas, con aplicaciones software o con modificaciones en los equipos hardware instalados a los usuarios finales. Un análisis preliminar de las mismas apunta a que cualquier medida con rigor científico y validez para una posible reclamación requeriría de un entorno de usuario controlado. Esto es, se debe-

ría asegurar que las medidas que realiza el usuario se están llevando a cabo adecuadamente, que no hay más transferencias de información que estén afectando a los resultados (realizadas por el propio usuario o por otros de la LAN) o procesos que causen degradaciones en el rendimiento del equipo. Para ello o bien las medidas se realizan por medio de sondas o sensores conectados directamente a los dispositivos de acceso (módems RTC, módems o *routers* ADSL,...) que garanticen la fiabilidad de las medidas o las aplicaciones software son capaces de garantizar esas fiabilidades. En este caso la primera de las opciones resulta peor en términos de coste y la segunda peor en términos de complejidad.

Si se desean proporcionar los dos tipos de valores, medios y por usuario, se perfilan como más viables desde el punto de vista del coste y complejidad las siguientes dos alternativas:

- Utilizar conjuntamente sistemas de recogida de información en los PAIs para los valores medios y sistemas basados en realizar medidas puntuales para los usuarios que demanden dichos servicios.
- Realizar todas las medidas en los PAI, de forma que además de usar sistemas de recogida de valores medios de los parámetros de QoS, se deberán implantar sensores en los PAIs capaces de discriminar los parámetros puntuales de los flujos de información asociados a un usuario concreto.

Ofrecer al usuario la capacidad de realizar medidas puntuales que le permitan comprobar el nivel de calidad que recibe, sobre todo si éstas se pueden realizar de forma sencilla, y sin necesidad de involucrar al proveedor, se considera un valor añadido suficiente como para recomendar la profundización en la solución basada en la primera alternativa.

## 5. Conclusiones

La presente ponencia ha expuesto un análisis de distintas alternativas de actuación en relación con la evaluación y seguimiento de la calidad de servicio en Internet. Se han presentado y analizado las alternativas desglosando los distintos niveles o categorías de componentes que conforman las posibles actuaciones. Se han considerado las siguientes categorías: alternativas de intervención regulatoria relacionadas con la evaluación de la calidad de servicio, parámetros de calidad, y mecanismos de medida de los parámetros, considerando las distintas soluciones técnicas que permitan recoger los valores de los parámetros de forma que sean útiles para los

usuarios y desde el punto de vista de las posibles alternativas de regulación.

Para cada una de las categorías se han aplicado los criterios de comparación adecuados según las alternativas presentes en cada nivel. Así, la comparación de alternativas de intervención se ha basado sobre todo en los criterios de grado de intervención regulatoria necesaria en cada caso, y posible estímulo para la competencia de cada alternativa. Seguidamente, los posibles parámetros de calidad de servicio se han evaluado atendiendo al posible beneficio que los usuarios pueden obtener de la evaluación de los distintos aspectos de la calidad. Por último, la comparativa de los mecanismos de medida se ha basado sobre todo en el coste y complejidad de la implementación asociada a cada solución.

El enfoque así adoptado permite determinar la adecuación de las actuaciones relativas a la evaluación y seguimiento de la calidad de servicio teniendo en cuenta la repercusión que cada una de las categorías o componentes tiene sobre escenario de provisión de nuevos servicios de telecomunicaciones y servicios de Internet. Con ese objetivo, se resumen a continuación las conclusiones extraídas de las comparativas realizadas.

En el apartado 2 se presentan y comparan tres alternativas en cuanto al nivel de intervención regulatoria: regulación de parámetros de QoS y sus valores que deben estar presentes en los contratos, obligación de los proveedores de informar sobre un conjunto de parámetros (que incluya al anterior) o una certificación voluntaria por parte de los proveedores en la que se informe sobre un conjunto más amplio de parámetros de QoS. La certificación se presenta como la alternativa menos intrusiva y que proporciona un mayor estímulo a la competencia y puede parecer a priori la alternativa a elegir. Sin embargo, también es cierto que el regulador debe velar por los intereses de los consumidores, que en muchos casos es diferente al de los proveedores. En este sentido, y dado que el regulador está facultado por la legislación vigente para actuar sobre el contenido de los contratos así como requerir a los PSIs la publicación de información comparable sobre la calidad de sus servicios, se recomienda que se combinen las tres alternativas para establecer unos criterios mínimos de calidad que protejan los intereses de los consumidores. Por ello se propone la inclusión de un número reducido de parámetros en los contratos, enfocándose en aquellos que sean más útiles a los usuarios, la obligación de los proveedores a informar de los valores de un conjunto superior de parámetros,

agregados para el conjunto de usuarios del servicio y certificación voluntaria para aquellos proveedores que busquen diferenciarse de sus competidores a partir criterios de calidad adicionales.

El apartado 3 presenta una selección de parámetros de calidad de servicio, escogidos de las normas, recomendaciones e iniciativas existentes, identificando su relevancia a partir de las necesidades de los usuarios que se obtuvieron a partir de las entrevistas mantenidas con asociaciones de usuarios y PSIs, descritas en [3]. Los parámetros, englobados en distintas categorías (capacidad de conexión, prestaciones de transferencia entre usuario y PSI, prestaciones de transferencia entre el PSI y otras redes y atención y soporte de los clientes) se han analizado en detalle, recomendándose valores de umbral para los más relevantes y proponiéndose indicadores alternativos, que se pueden utilizar cuando el coste o la complejidad de la obtención de un determinado parámetro sea elevada, o como complemento del propio parámetro. Por último, la comparativa de los parámetros atendiendo al criterio de máximo beneficio para el usuario permite ha permitido apuntar los siguientes parámetros como candidatos a su inclusión en los contratos:

- Disponibilidad del PSI para cualquier tipo de conexión.
- Velocidad de descarga de archivos.
- Indisponibilidad del servicio de atención al cliente.
- Tiempo de respuesta del servicio de atención al cliente.
- Eficacia del servicio de atención.

Finalmente, el apartado 4 proporciona un estudio exhaustivo de los distintos mecanismos existentes para realizar medidas y su adecuación para los distintos parámetros de calidad de servicio anteriormente seleccionados. Se han detallado las posibles alternativas de realización de medidas desde los equipos del usuario, en distintos puntos de la red del proveedor del servicio de acceso a Internet, o en la red del operador de transporte de acceso, considerando en cada caso además la utilización de métodos activos o pasivos. De la comparativa de los distintos métodos según costes y complejidad de la implementación, se perfila un sistema de medidas basado en el análisis del tráfico y la información de monitorización obtenidos a nivel de los Puntos de Acceso de Interconexión de los PSIs a la red de acceso, como el más factible en términos de coste/complejidad de un futuro sistema a implantar.

Este sistema permitiría la obtención de valores medios estadísticos, útiles sobre todo en la provisión de valores para las actuaciones de información sobre QoS y de certificación voluntaria. El sistema se complementaría con las herramientas necesarias para la verificación de los valores de los parámetros incluidos en los contratos. En ese caso, la posibilidad de ofrecer al usuario la capacidad de realizar medidas puntuales que le permitan comprobar el nivel de calidad que recibe, se considera un valor añadido suficiente como para recomendar la profundización en la solución basada en esta alternativa.

## 6. Referencias

- [1] Directiva 2002/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, relativa al servicio universal y los derechos de los usuarios en relación con las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva de servicio universal), Diario Oficial L 108 de 24 de abril de 2002.
- [2] Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones. BOE núm. 264, de 4-11-2003, pp. 38890-38924; corrección de errores BOE núm. 68, de 19-03-2004, p. 12202.
- [3] Francisco González, Jorge E. López de Vergara, Luis Bellido, David López, Calidad de servicio en el acceso ADSL a Internet. Análisis de la situación desde las perspectivas de los distintos actores, Mundo Internet 2005.
- [4] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, Informe general sobre la calidad de servicio relativa a la prestación del servicio telefónico fijo en España correspondiente al año 2003, junio de 2004.
- [5] ETSI, User Group; Quality of telecom services; Part 2: User related parameters on a service specific basis, ETSI Guide ETSI EG 202 009-2 v1.1.1, febrero de 2002.
- [6] Bannock Consulting, Quality of Service Parameters for Internet Service Provision, Final Report prepared for: European Commission, DG Information Society, agosto de 2000
- [7] ETSI, User Group; User's Quality of Service Criteria for Internet Access in Europe, ETSI Technical Report TR 102 276 V1.1.1, octubre de 2003.

- [8] Resolución de 15 de julio de 2003, de la Presidencia de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, por la que se hace pública la Resolución de 10 de julio de 2003 sobre la modificación de la Oferta de Interconexión de Referencia de «Telefónica de España, Sociedad Anónima Unipersonal», BOE núm. 173, de 21/07/2003.
- [9] Telefónica de España, S.A.U., Oferta de Acceso al Bucle de Abonado, julio de 2004.
- [10] Gracián Santiago Blasco Lahiguera, Sonia Escudero Calleja, El sistema de medidas de la calidad ADSL en las redes IP, Comunicaciones de Telefónica I+D, número 27, septiembre de 2002.

## RESEÑA CURRICULAR

**Jorge E. López de Vergara** es profesor del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. Es Ingeniero de Telecomunicación desde 1998 y Doctor Ingeniero de Telecomunicación desde 2003, ambos por la Universidad Politécnica de Madrid. Ha participado en varios proyectos de investigación de ámbito nacional y europeo relacionados con las aplicaciones y servicios telemáticos. Sus temas de investigación actuales incluyen la gestión de redes y servicios, centrándose en los aspectos de calidad de servicio.

**Luis Bellido** es profesor del Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid. Es Ingeniero de Telecomunicación desde 1994 y Doctor Ingeniero de Telecomunicación desde 2004 por la Universidad Politécnica de Madrid. Ha participado en varios proyectos de investigación de ámbito nacional y europeos relacionados con aplicaciones multimedia y redes de banda ancha. Sus actividades de investigación más recientes se centran en la calidad de servicio en Internet y en redes de siguiente generación.

**Fidel Liberal** es profesor del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del País Vasco. Es Ingeniero de Telecomu-

nicación desde 2001 por la Universidad del País Vasco y próximamente va a entregar su tesis doctoral relacionada con la Calidad de Servicio en redes y su relación con la percepción de los usuarios. Además, es socio fundador de una spin-off universitaria especializada en seguridad telemática. Su investigación se centra actualmente en la calidad de servicio y la seguridad en redes.

**David López** es David López es investigador del Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid. Es Ingeniero Industrial desde 1999 por la Universidad Politécnica de Madrid y cursa actualmente los estudios de doctorado en el departamento antes mencionado. En el ámbito de dichos estudios ha participado en varios proyectos de investigación relacionados con la medida de la calidad de servicio de redes de datos, siendo en este ámbito en el que está centrada su tesis doctoral.

**Armando Ferro** es profesor del Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Es Ingeniero Industrial desde 1987 y Doctor Ingeniero desde 2002 por la Universidad del País Vasco. Es socio fundador de varias empresas telemáticas. Tiene amplia experiencia en la dirección de proyectos de investigación nacionales e internacionales. Su investigación se centra principalmente en la calidad de servicio y la seguridad en redes de datos.

**Francisco González** es profesor del Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid. Es Ingeniero de Telecomunicación desde 1973 y Doctor Ingeniero de Telecomunicación desde 1993 por la Universidad Politécnica de Madrid. En 1973 se incorporó a Standard Eléctrica S.A., en la actualidad Alcatel España, desarrollando su actividad hasta 2002 en las divisiones de Conmutación (circuitos y ATM), y como Director Técnico de Estrategias de Redes de Acceso a nivel corporativo mundial. Sus actividades de investigación más recientes se centran en la calidad de servicio en Internet y en redes de siguiente generación.