

## LA REGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Juan Rivier Abbad, Jaime Román Úbeda  
Tomás Gómez San Román, Ignacio de la Fuente León

Instituto de Investigación Tecnológica  
Universidad Pontificia Comillas  
c/ Santa Cruz de Marcenado nº26, 28015 Madrid

**Resumen :** La calidad del servicio eléctrico está cobrando cada vez más importancia debido a las necesidades de los clientes y a las transformaciones en la estructura del sector. La naturaleza del mercado eléctrico, en particular su carácter de monopolio en la distribución, hace necesaria una regulación adecuada de la calidad. Esta regulación está apareciendo de forma explícita en diferentes países, coincidiendo con los procesos de reestructuración que están teniendo lugar en el mundo entero. El objetivo de este artículo es presentar los aspectos fundamentales para el desarrollo de una regulación de calidad de servicio, utilizando como referencia la situación en el entorno internacional, y presentar una propuesta regulatoria conceptual.

**Palabras clave:** Calidad del servicio, Distribución, Regulación.

### 1. Introducción

La calidad del servicio eléctrico se evalúa según los siguientes conceptos : la continuidad del suministro (duración y número de las interrupciones), calidad de la onda (nivel de tensión, flícker, contenido de armónicos, etc.) y atención comercial al cliente (tiempo de espera para nuevas conexiones, demoras en la resolución de quejas, etc.).

Existe una serie de aspectos que hay que tener en cuenta para regular la calidad del servicio. Los distintos agentes (los clientes, las compañías eléctricas y el regulador) que intervienen, cada cual con su responsabilidad e intereses particulares. El coste asociado a la calidad del servicio : por un lado está el coste de inversiones y operación de obtener un determinado nivel de calidad y, por otro lado, está el coste que le supone a los clientes la falta de calidad. También la calidad debe medirse de forma fiable y objetiva mediante índices. La regulación que se diseñe debe implantar mecanismos que lleven la calidad desde el nivel existente, hasta el nivel objetivo que se determine. Es importante el hecho de que esta regulación de la calidad debe integrarse en el marco remuneratorio existente de las compañías eléctricas : no hay que olvidar que la calidad del servicio es una parte del coste de suministro de electricidad. Por último está la cuestión de cómo se traspasan y se distribuyen los costes de mejora de calidad en la tarifa. En los mecanismos de asignación de costes tradicionales, la tarifa de cada usuario no refleja directamente los costes que supone distribuirle.

### 2. Agentes del sistema

Los distintos agentes del sistema tendrán cada uno sus intereses particulares. A continuación se plantea el punto de vista de cada uno sobre la calidad del servicio.

**Cliente :** El punto de vista del cliente es muy sencillo : quiere que le suministren la energía eléctrica en unas condiciones óptimas y a un precio razonable. No distingue entre faltas debidas a la generación, transporte, internas o externas a la compañía , etc. Sólo le interesa el producto eléctrico que paga, así como tener un interlocutor, el suministrador, al que poder recurrir cuando tenga algún problema: ese interlocutor debe ser el único responsable frente a él del suministro de electricidad. Como en realidad el cliente no puede elegir quién le va a suministrar, también querrá tener un vía de reclamación alternativa para cuando no haya sido posible resolver el problema. Esa vía de reclamación puede ser el Regulador, o el organismo competente.

**Distribuidora :** La actividad de distribución está orientada a la prestación de un servicio y el suministro de un producto a los clientes. Desde su punto de vista empresarial, le interesa que haya el menor número de intervenciones externas posibles en su relación con los clientes. De hecho, hasta ahora las Distribuidoras han ido invir-

tiendo y mejorando la calidad del servicio sin que hubiese ninguna regulación explícita al respecto, evitando así la necesidad de que el Regulador tuviese que intervenir. Las Distribuidoras intentarán que se reconozcan los costes de mejorar y mantener una determinada calidad (ya sea a través de incentivos específicos, o a través del método global de remuneración de la distribución), y que se delimite las responsabilidades de cada agente: la consecución de una calidad adecuada no depende exclusivamente de las Distribuidoras, sino también de otros agentes que pueden provocar una mala calidad de suministro, entre otros los mismos clientes. Si son las Distribuidoras las responsables últimas de la calidad, deberá dárseles las atribuciones suficientes para controlar las fuentes de mala calidad.

**Regulador :** El objetivo del regulador es poner unas reglas que lleven al funcionamiento óptimo del mercado. Se entiende por funcionamiento óptimo el de mínimo coste para la sociedad en su conjunto (ver apartado 3). Lo ideal sería que una vez establecidas las reglas, no tuviese que intervenir. Su papel debe ser vigilar para que se cumplan las reglas del juego, y servir de árbitro en caso de conflicto. El Regulador en su relación con las compañías eléctricas intentará que le proporcionen toda la información que le sea necesaria para su función de vigilancia, teniendo algún mecanismo de verificación de la información. En cuanto a los clientes, les informará de la calidad del sistema.

### 3. Coste de la calidad del servicio y nivel óptimo de calidad

Para intentar maximizar el beneficio social neto obtenido del mercado regulado, es necesario conocer el coste de suministrar el producto o servicio, y su función de utilidad para los receptores del mismo. En el caso de la calidad del servicio eléctrico, hay que determinar el coste para las Distribuidoras de suministrar electricidad con un determinado nivel de calidad, así como el coste para los clientes de ser suministrados con una determinada falta de calidad. En la Figura 1 se pueden ver las dos curvas de costes: lo óptimo sería situarse en el mínimo de la suma de las dos, que representa el coste social de la calidad.

El punto óptimo se caracteriza por ser el punto en que las pendientes de las dos curvas de costes se igualan. Es decir, el coste marginal para las Distribuidoras de mejora de la calidad es igual al beneficio marginal que obtienen los clientes debido a la mejora de calidad. Además se puede ver en la Figura 1 que, para un nivel de calidad inferior al óptimo, esa pendiente **K** de costes es mayor que el coste marginal de mejora de la calidad y menor que el beneficio marginal de mejora de la calidad:

$$\left. \frac{\partial I}{\partial \text{Calidad}} \right|_{\text{Calidad} \leq \text{Calidad óptima}} \leq \left. \frac{\partial I}{\partial \text{Calidad}} \right|_{\text{Calidad óptima}} = K = - \left. \frac{\partial C}{\partial \text{Calidad}} \right|_{\text{Calidad óptima}} \leq - \left. \frac{\partial C}{\partial \text{Calidad}} \right|_{\text{Calidad} \leq \text{Calidad óptima}} \quad (1)$$

El problema reside en que por lo general no se conocen estas dos curvas. El coste de la obtención de un determinado nivel de calidad no está claro. Las compañías saben lo que les cuesta suministrar la electricidad con el nivel actual de calidad, pero no saben cuánto les costaría incrementar esa calidad, y mucho menos trazar la curva completa. Ni siquiera es posible determinar cuáles son las inversiones destinadas a mejorar la calidad del suministro: el suministro de electricidad y su calidad no son productos separados, y una inversión en infraestructura para el suministro de electricidad se convierte automáticamente en inversión en calidad. Por otra parte, sí existen ciertas inversiones claramente orientadas a la mejora de la calidad: instalación de equipos de señalización y seccionamiento en las redes de distribución, alimentaciones alternativas, etc. Una posible forma de análisis cuantitativo del impacto de las inversiones en la mejora de la calidad del servicio sería el estudio detallado de alimentadores reales o alimentadores obtenidos de modelos de planificación. Conociendo el coste de las medidas consideradas, y su impacto en la calidad, se podría obtener la curva “**I(Calidad)**” (ver Figura 1) de costes de inversión en mejoras de la calidad de las Distribuidoras. También se pueden definir alimentadores tipo que representen a todos ellos, sobre los que se podrían hacer estudios de impacto de inversiones en calidad de forma cualitativa, para obtener la curva de forma aproximada.

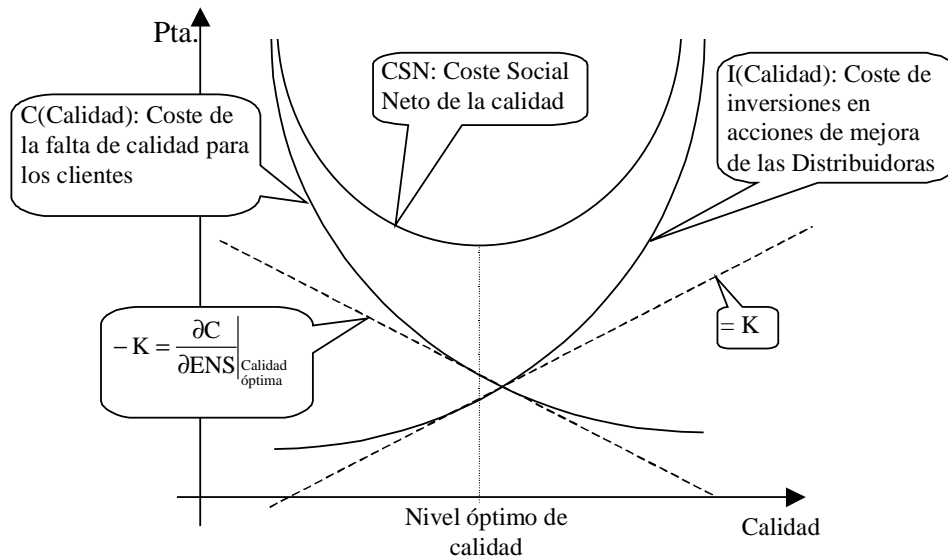


Figura 1. Curvas de costes de la calidad.

En cuanto a la curva de coste de la falta de calidad para los clientes “**C(Calidad)**”, es muy difícil trazarla, ya que no es directo conocer el perjuicio que está causando la falta de calidad. Se han hecho muchos estudios con diferentes enfoques, pero la dificultad radica en que es muy difícil llegar a saber qué costes indirectos aparecen detrás de un apagón (pérdidas de alimentos congelados, saqueos, disturbios...). Ni siquiera los costes directos son fáciles de determinar, ya que el suministro de electricidad es también un suministro de comodidad cuya ausencia es difícil de valorar: por ejemplo, cuánto se valora el poder subir o no uno, dos o tres pisos en ascensor, o el tener que poner otra vez en hora todos los despertadores conectados a la red, etc. El método que está encontrando mayor aceptación es el de encuestas a clientes donde se intenta saber cuánto estarían dispuestos a pagar por una mejor calidad, o cuánta calidad sacrificarían por una reducción en su tarifa. Ya se han hecho encuestas con la finalidad de conocer el coste real que le supone a los clientes la falta de calidad (ver [1,2,3]).

Existe otra dificultad añadida al problema: estas curvas de costes no son únicas. La curva de costes de inversión varía con el mercado que hay que servir: no es lo mismo distribuir en una zona montañosa poco poblada que distribuir en una gran ciudad donde se alcanza una mucho mejor calidad con un coste mucho menor. Tampoco la falta de calidad supone los mismos costes a todos los clientes: por ejemplo, un cliente industrial seguramente necesitará mucha mejor calidad que un cliente doméstico. Incluso entre clientes domésticos existen grandes variaciones a la hora de valorar una interrupción de suministro. Una posible solución es dividir el mercado servido en zonas de distinto tipo, donde se obtendrían estas dos curvas, y su óptimo local. Para ello se podría utilizar la división del mercado en zonas urbanas, semi-rurales y rurales propuesta en [4]: urbana, poblaciones con más de 50.000 habitantes, semi-rural, poblaciones entre 50.000 y 5.000 habitantes y rural, poblaciones con menos de 5.000 habitantes.

#### 4. Índices de calidad

Los índices de calidad miden el nivel de calidad del sistema. Los que se elijan determinarán el nivel de calidad alcanzado, y por tanto son un elemento clave del esquema regulatorio. Al elegir el índice o los índices, se elige qué aspectos de la calidad se controlan, y de qué forma. Por tanto los índices elegidos deben ser **sencillos**: deben medir aspectos concretos de la calidad de forma directa y clara, mediante procesos de cálculo sencillos de entender e implantar; **fiables**: los datos utilizados para su cálculo deben ser datos objetivos y fiables; **audita-**  
**bles**: debe ser posible verificar de alguna forma los datos utilizados, así como el cálculo realizado.

Una vez cumplidos estos requisitos *técnicos*, la elección del índice o de los índices a utilizar depende en mayor medida de decisiones históricas atendiendo a los índices normalmente utilizados por las empresas. Existen multitud de índices en la literatura especializada, cada uno orientado a algún aspecto de la calidad.

Otro aspecto importante se refiere a la posibilidad de controlar la calidad a nivel del sistema, mediante **índices de sistema** que miden el nivel de calidad media ofrecida en una zona determinada; o controlar la calidad a

nivel individual, mediante **índices individuales** que midan la calidad recibida por cada cliente. Esta decisión es crucial a la hora de decidir el tipo de regulación que se quiere implantar.

#### 4.1. Índices de sistema

Hasta ahora, debido a limitaciones técnicas, el medir la calidad a nivel individual y llevar estadísticas al respecto resultaba difícil y costoso. Por tanto, los índices de sistema han sido los más utilizados, con sus ventajas e inconvenientes. A continuación se presenta la ventaja y desventaja principales:

Ventaja: capacidad para representar la calidad del servicio ofrecido por un sistema de forma compacta y fácilmente asimilable por los reguladores del sistema.

Inconveniente: al ser una media de índices individuales, puede *esconder* bolsas de clientes con niveles de calidad muy inferiores a la media, que podrían considerarse como inaceptables si se tuviese consciencia explícita de ellos.

Existen índices de sistema para medir todos los aspectos de la calidad. Para medir aspectos de la calidad de **atención al cliente**, puede medirse el tiempo de espera medio para ser dado de alta, el tiempo medio de resolución de reclamaciones, etc. Para la **calidad de la onda**, se pueden utilizar por ejemplo los márgenes de tensión de suministro en los que están el 95% de los puntos de la red (percentil 95), y lo mismo para las variaciones de frecuencia, armónicos, etc.

Pero los índices más numerosos y más utilizados sin duda son los que miden la **continuidad del suministro**. Las características a medir son el número de interrupciones y la duración de las mismas. Suelen ser medias ponderadas, por kVA instalados o por clientes. Los primeros (TIEPI y NIEPI) se han utilizado mucho en España, mientras que los segundos (*SAIDI* y *SAIFI* en terminología anglosajona, equivalentes a TIEB y NIA definidos por UNESA) han encontrado mayor aceptación en el extranjero. Otro índice muy utilizado en todos los países es la Energía No Suministrada (ENS), aunque sólo se pueda estimar y no medir.

#### 4.2. Índices individuales

Gracias a los constantes avances técnicos, ya se pueden llevar a cabo controles de calidad a nivel individual. De hecho, este tipo de controles ya existe en Argentina [5], y se intentó implantar en Chile [6]. Las ventajas e inconvenientes principales son:

Ventajas: se ofrece un nivel de calidad concreto a cada cliente. Esta calidad no se difumina en el sistema, sino que es la que él percibirá. Este concepto es importante ya que un cliente paga por un servicio con una determinada calidad, no con una calidad media con otros clientes.

Inconvenientes: necesitan una infraestructura y unos medios mucho mayores para medirlos y calcularlos que los índices de sistema.

Generalmente, los índices individuales se reducen a una descripción de las características del servicio que se le ofrece al cliente. Ya no se agregan características ni se hacen medias. Son directamente la característica controlada. Los índices de sistema se pueden calcular agregando estos índices individuales. En continuidad de suministro, los índices son por tanto el número de interrupciones sufridas por el cliente, así como la suma de las duraciones de las mismas.

### 5. Propuestas regulatorias

Del apartado 3, se sabe que existe un punto óptimo para el nivel de calidad. La calidad se puede dividir en tres conceptos separados: continuidad del suministro, calidad de la onda y atención comercial.

Para la calidad de la onda, existe a nivel internacional un consenso importante sobre los niveles de compatibilidad electromagnética (CEM) [7], que permiten el adecuado funcionamiento de los equipos en su entorno electromagnético. Se definen tanto los límites de emisión como los límites de susceptibilidad de los equipos. Estas normas son seguidas por los fabricantes de equipos eléctricos, por lo que no tiene sentido tener una mejor calidad en las redes eléctricas que las definidas en ellas. Estos niveles, que han sido trasladados a la normativa europea EN 50160 [8], indican los niveles objetivos en calidad de la onda.

Para la continuidad del suministro, es importante realizar estudios que permitan determinar ese nivel óptimo. Por un lado existe la necesidad de llevar a cabo encuestas a clientes que determinen la curva de costes a clientes

debido a la falta de calidad. Por otro, es necesario hacer estudios de fiabilidad e inversiones en redes de distribución para determinar el coste de mejora de calidad de las Distribuidoras.

El Regulador debe establecer unas reglas que lleven el mercado eléctrico al nivel óptimo de calidad. Esas reglas deben dar señales que incentiven a las Distribuidoras a invertir hasta alcanzar ese punto óptimo, repartiendo el ahorro de coste social obtenido entre los distintos agentes: las Distribuidoras y los clientes.

Existen dos grandes familias de regulaciones desde el punto de vista de la calidad: la incentivadora y la penalizadora. Entendiéndose incentivadora la que proporciona fondos para inversiones en calidad, y penalizadora la que castiga la falta de calidad. Dentro de cada una, existen varios modelos posibles, incluso mezclas de los dos. La regulación incentivadora está más orientada a conseguir un nivel de calidad objetivo a nivel de sistema, partiendo de un nivel real de la calidad más bajo del deseado. De esta forma se pueden articular planes de inversión para la mejora de la calidad financiados por los incentivos. Generalmente, los índices que se utilizarán en estas regulaciones serán índices de sistema que permiten medir el nivel global de calidad del sistema. La regulación penalizadora está más orientada a mantener un nivel de calidad ya existente que se considera aceptable. Normalmente se controlará la calidad a nivel individual, aplicándose estas regulaciones en sistemas avanzados con una buena calidad, donde las penalizaciones deberían ser las excepciones. Estas penalizaciones suelen ser compensaciones directas a los clientes afectados por la mala calidad.

### 5.1. Regulaciones internacionales

Hay muy diversas soluciones en el panorama internacional al problema de la regulación de la calidad del servicio. Esta variedad hay que entenderla también en el contexto de los muy diferentes puntos de partida de cada país: distintos niveles de calidad, distinto método de remuneración, distintas sensibilidades, etc. De hecho, la solución más normal es que no haya ninguna regulación de la calidad. Hasta hace poco, la calidad estaba en un segundo plano. Por otra parte, los sistemas eléctricos son mercados regulados, y las Distribuidoras eran conscientes de que se les exigía un cierto nivel de calidad en el suministro de electricidad, que han mantenido a través de normas técnicas de planificación y operación de los sistemas eléctricos. De alguna forma, ha sido una forma de evitar que el Regulador tuviese que tomar medidas e intervenir en la regulación de la calidad del servicio. En algunos países no ha funcionado bien este esquema, siendo la mala calidad una de las causas de la reestructuración del mercado.

En algunos países se han implantado regulaciones de calidad explícitas, aunque la mayoría no regulan todos los aspectos de la calidad. En países con un buen nivel de calidad, se ha hecho hincapié en la atención al cliente: frente a la creciente sensibilización de la sociedad, se mejora la imagen de las Distribuidoras con los clientes. Otros han optado por regular además la continuidad del suministro, utilizando en algunos casos índices de sistema y en otros índices individuales. Únicamente Argentina regula todos los aspectos de la calidad (continuidad del suministro, calidad de la onda y atención al cliente).

Países que no tienen ninguna regulación de la calidad son por ejemplo Francia y Noruega. **Noruega** liberalizó totalmente el mercado eléctrico (todos los clientes pueden elegir comercializadora). No hay ningún tipo de regulación de calidad, a pesar de que la distribución física siga siendo un monopolio. Los clientes están muy sensibilizados con la calidad, apareciendo incluso campañas en los medios de comunicación. Las compañías Distribuidoras han reaccionado adoptando de motu propio la norma europea EN50160 e impulsando planes de calidad. Debido al riesgo de degradación de la calidad en el transporte y la distribución, se está probando una regulación que incluye una compensación directa a los clientes por cada interrupción que sufran debido un fallo en la red de transporte (no todas las faltas de la red de transporte provocan interrupciones a clientes). Este esquema se ha implementado de prueba en el año 1997, con unos límites en la compensación total anual a la que debería hacer frente la empresa de transporte. Todavía no es seguro que se implemente en el año 1999, año previsto de comienzo de la regulación. **Francia** es el caso opuesto, con un monopolio estatal a todos los niveles del sistema eléctrico. No existe ninguna regulación de calidad, puesto que es el propio regulador el propietario del sistema. EdF se autoimpone los niveles de calidad que considera oportunos, aunque para hacer frente a la creciente sensibilización de la sociedad respecto a la calidad del servicio, sobre todo en medios industriales y comerciales, existe la posibilidad de un contrato especial (*Contrat Émeraude*) para los clientes conectados en media y alta tensión. Este contrato ofrece ciertos niveles de calidad del suministro garantizados. **Chile** tampoco tiene ninguna regulación de calidad, pero cuando se reestructuró todo el sistema eléctrico, se asoció una calidad mínima a la remuneración de las Distribuidoras. No se explicitó ningún nivel concreto, salvo el de variación máxima de la tensión de suministro. Se propuso una regulación de calidad [6] en el año 94, pero no se llegó a aprobar. Introducía una regulación penalizadora con control de índices individuales en todos los aspectos de la calidad: continuidad del suministro, calidad de onda y atención al cliente.

En **Inglaterra**, existen unas normas técnicas [9] de planificación que tienen en cuenta criterios de calidad. La oficina reguladora (OFFER) publica estadísticas de las Distribuidoras de los índices de sistema SAIFI y CAIDI, consiguiendo de esta forma una competencia de imagen entre ellas. Además los clientes reciben compensaciones en caso de mala calidad de atención comercial y tiempos excesivos de reposición del servicio (recogido en los “*Standard of Performance*”). Este último concepto de tiempo máximo de reposición del servicio es el único referido a continuidad del suministro.

En Estados Unidos y Argentina sí que han aparecido regulaciones de calidad explícitas. La compañía eléctrica y de gas de **Nueva York** (*New York State Electric & Gas - NYSEG*) ha adoptado un sistema novedoso: mide los índices SAIFI y CAIDI, así como otros índices de atención comercial, y los traduce según unas tablas a unos puntos positivos o negativos. Estos puntos se traducen a su vez en incentivos (si son positivos) o penalizaciones (si son negativos). **Argentina** es el país con la regulación de calidad más completa y estricta. Las Distribuidoras son las únicas responsables frente al cliente final de la calidad agregada (generación, transporte y distribución) del servicio. Se controlan todos los aspectos: continuidad del suministro, calidad de la onda y atención comercial, y todos mediante índices individuales. En caso de no cumplirse los niveles mínimos exigidos, las Distribuidoras deben indemnizar **automáticamente** al cliente. La indemnización se calcula mediante la ENS, a la que se asigna un coste que debe permitir a los clientes tomar las medidas necesarias para protegerse de esa falta de calidad en el caso en que la Distribuidora no lo subsane.

Se ha podido comprobar que paulatinamente aparecen más regulaciones de calidad explícitas, cada vez más orientadas al cliente final. En **España** actualmente sólo existe el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía. En él sólo se especifican variaciones máximas de tensión y frecuencia. En el año 86, se quiso implantar una regulación de la calidad muy ambiciosa [10], que contemplaba controlar índices individuales y penalizar en caso de incumplimiento de unos niveles mínimos, pero no fue aprobada. En este decreto se habló por primera vez de dividir el mercado en zonas urbanas (municipios de más de 50.000 habitantes), zonas semi-rurales (municipios de entre 50.000 y 5.000 habitantes) y zonas rurales (municipios de menos de 5.000 habitantes). El Marco Legal Estable contemplaba una incentivación a la calidad, pero no tenía en cuenta los niveles de calidad obtenidos [11]. Un paso importante se ha dado con la Ley del Sector Eléctrico [12], donde se dedica un capítulo entero a la calidad del servicio, quedando pendiente su desarrollo reglamentario. Mientras tanto, el índice más utilizado para medir la calidad es el TIEPI, índice de sistema que mide el tiempo de interrupción total equivalente de la potencia instalada.

## 5.2. Propuesta regulatoria conceptual

La regulación de la calidad debe integrarse en el esquema global retributivo de la actividad de distribución. Se llama retribución base a la remuneración que recibe la Distribuidora en función de los costes de inversión, explotación y comercialización regulada. Esta retribución base tendrá un valor de partida para el primer año de entrada de la regulación, y será modificado en años sucesivos según un esquema del tipo (IPC-X) teniendo en cuenta las variaciones de mercado. Sobre la retribución base anual, se articularán esquemas de incentivos/penalizaciones asociados a calidad del servicio, pérdidas y gestión de la demanda. La retribución base lleva implícito un nivel de calidad de referencia. Se considera el nivel medio existente como el nivel de calidad de referencia asociado a la retribución del año de partida.

El esquema de regulación de calidad que se propone tiene dos etapas: una primera en la que se utilizan incentivos basados en índices de sistema, para llevar el nivel de calidad del sistema al nivel objetivo, adecuar la remuneración de las Distribuidoras a los nuevos requerimientos de calidad, y permitir a las Distribuidoras adaptar sus sistemas de monitorización de la calidad para medir índices individuales; la segunda etapa incluye penalizaciones basadas en índices individuales, que permiten garantizar un mínimo de calidad a todos los clientes servidos.

### Primera etapa

En esta etapa, se quiere llevar el sistema desde el nivel de calidad existente al nivel de calidad objetivo, adecuando al mismo tiempo la remuneración de las Distribuidoras a los nuevos requerimientos de calidad. Este nivel de calidad objetivo es el nivel de calidad óptimo presentado en el apartado 3. Para pasar de uno a otro, se propone incentivar linealmente a las Distribuidoras con la mejora de la calidad. El coeficiente **K** que se utilizaría es la pendiente en el punto óptimo de calidad de las curvas de “Coste de mejora de la calidad” y “Coste para los clientes de la mala calidad”. Se vio en el apartado 3 que esta pendiente es siempre mayor al coste marginal de mejora de calidad para una calidad inferior a la objetivo. De esta forma se garantiza que las Distribuidoras quieran invertir hasta llegar al punto óptimo al ser el incentivo superior al coste de inversión. También esta

pendiente es siempre inferior al coste marginal para los clientes de la falta de calidad, con lo que los clientes estarán dispuestos a pagar esa cantidad, ya que obtendrán un beneficio mayor. De esta forma se cumple el requisito de que la señal que envía el Regulador lleve al mercado al punto óptimo y reparta los beneficios entre los agentes del sistema. Las Distribuidoras serán remuneradas en función del servicio ofrecido.

Para medir esa calidad, se propone utilizar índices de sistema que miden el nivel de calidad global del sistema. Para la calidad de la onda, estos índices están ya definidos en la norma europea EN50160. En cuanto a la continuidad del suministro, históricamente se han venido utilizando en España índices orientados a la potencia instalada como son los índices TIEPI y NIEPI (son los índices propuestos por UNESA en [13]), aunque se consideran más adecuados los índices de sistema orientados a clientes como pueden ser los índices anglosajones SAIDI y SAIFI (similares a los índices TIEB y NIA definidos por UNESA). Estos índices protegen mejor a los clientes finales, no dando excesiva importancia a los grandes clientes frente a los clientes domésticos. También son los más utilizados a nivel internacional como se ha podido comprobar en el apartado anterior.

Para solucionar el problema de las distintas curvas de costes según el mercado servido, se propone dividir el mercado en tres tipos de zonas en función de la densidad de población. Se pueden tomar las ya propuestas anteriormente [4,10]: urbana (municipios de más de 50.000 habitantes), semi-rural (municipios de entre 50.000 y 5.000 habitantes) y rural (municipios de menos de 5.000 habitantes).

Por ejemplo, si se considera el índice TIEPI como medida de la calidad, los incentivos que recibiría la Distribuidora A relacionados con sus zonas rurales sería:

$$\text{Incentivos(TIEPI)} = K_{\text{TIEPI}}^{\text{Rural}} \times \text{PI}_{\text{Dist. A}}^{\text{Rural}} \times \sqrt{\text{TIEPI}_{\text{Dist. A}}^{\text{Rural}}} \quad (2)$$

donde K es el coste unitario en pesetas por hora de TIEPI disminuida y kVA instalado en zonas rurales, la disminución de TIEPI que consiga la Distribuidora A se mide con respecto al nivel de TIEPI de referencia, y PI es la potencia instalada de la Distribuidora A en sus zonas rurales. En el caso en que la Distribuidora tuviese un nivel de calidad inferior al de referencia, los incentivos serían negativos y por tanto serían penalizaciones.

### Segunda etapa

En esta etapa se considera que las Distribuidoras han llevado el nivel de calidad hasta el objetivo marcado en la primera etapa, y adaptado sus sistemas de monitorización de la calidad para medir índices individuales. Se propone por tanto añadir un control adicional a los incentivos de la primera etapa, para controlar que no hay ningún cliente con niveles de calidad muy inferiores a la media. Se fijan por tanto unos niveles de calidad mínimos garantizados a los clientes, con penalizaciones a las Distribuidoras que no los cumplan. Las penalizaciones serán compensaciones directas a los clientes que no han tenido la calidad estipulada.

De esta forma, el sistema se situará en el nivel de calidad óptimo para el conjunto de sociedad, la remuneración de la Distribuidora será la adecuada para el servicio ofrecido, y cada cliente tendrá un nivel mínimo de calidad garantizado, o en su defecto una compensación económica. La compensación económica debe calcularse de forma que le permita tomar las medidas pertinentes para poder soportar esa falta de calidad (UPS, equipos autónomos, etc.) sin perjuicios para él.

Para tener en cuenta los distintos costes de dar una determinada calidad a distintos clientes, se propone diferenciar los niveles de calidad garantizados así como las penalizaciones en función de la zona en la que esté situado el cliente (las mismas zonas definidas en la primera etapa) y el nivel de tensión al que esté conectado: baja tensión, media tensión o alta tensión.

### Control y auditoría

La medición de los índices de calidad debe ser objetivo, transparente y auditable por el Regulador. Las Distribuidoras deben informar al Regulador de los niveles obtenidos anualmente, así como de todas las incidencias registradas en los niveles monitorizados en cada etapa: hasta media tensión en la primera, y hasta el cliente final en la segunda. El Regulador contrastará la información aportada mediante auditoría basada en el muestreo estadístico de medidas en CT y/o en clientes. En caso de falta de información o información errónea, el Regulador podrá aplicar sanciones a las Distribuidoras afectadas. El Regulador hará públicos los niveles obtenidos por cada compañía, creando de esta forma una competencia de imagen entre ellas.

## 6. Conclusiones

En este artículo se han presentado los distintos aspectos de la regulación de la calidad del servicio. Se ha revisado brevemente las regulaciones existentes en el entorno internacional, y se ha propuesto un esquema regulatorio. Este esquema permite al sistema eléctrico y a las compañías distribuidoras adaptar el nivel de calidad existente al nivel de calidad óptimo social; garantiza que se llega al nivel óptimo mediante señales de mercado, y que se reparten los beneficios entre los distintos agentes; y también garantiza a todos los clientes del sistema una calidad mínima del suministro de energía eléctrica, o los medios para protegerse de la falta de calidad que sufran.

## Referencias

- [1] Kariuki, K.K. and Allan, R.N., “**Assesment of customer outage costs due to eletric service interruptions - residential sector**”, IEE proc. Gener. Transm. Distrib., vol 143 (2), pp 163-170, 1996.
- [2] Kariuki, K.K. and Allan, R.N., “**Evaluation of reliability worth and value of lost**”, IEE proc. Gener. Transm. Distrib., vol 143 (2), pp 171-180, 1996.
- [3] Kariuki, K.K. and Allan, R.N., “**Factors affecting customer outage socts due to electric service interruptions**”, IEE proc. Gener. Transm. Distrib., vol 143 (6), pp 521-528, 1996.
- [4] Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, “**Plan Energético Nacional 1991-2000**”, Promoción de calidad de servicio en el suministro de energía eléctrica, pág. 77, 1991.
- [5] Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de Argentina, “Concurso público internacional para la venta de acciones clase ‘A’ de Edenor S.A. y Edesur S.A. - SubAnexo 4: Normas de calidad del servicio público y sanciones”, 1992.
- [6] Comité Nacional de Energía - Chile, “**Proyecto de reglamento de la ley general de servicios eléctricos**”, Septiembre de 1994.
- [7] CEI, “*CEI 1000-2.2. Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 2 : Environement. Section 2 : Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension*”, 1990-05.
- [8] CENELEC, European Committee for Electrotechnical Standardization, “*Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems*”, EN 50160, November 1994.
- [9] “*Engineering Recommendation P2/5*”, 1978.
- [10] Ministerio de Industria y Energía, “**Real Decreto 1075/86 sobre la calidad del servicio de la energía eléctrica**”, BOE de 2 de mayo de 1986.
- [11] Ministerio de Industria y Energía, “**Orden de 3 de diciembre de 1993, nº29706**”, BOE núm. 299, miércoles 15 de diciembre de 1993.
- [12] “**Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico**”, BOE núm. 285, viernes 28 de noviembre de 1997.
- [13] UNESA, Comité de distribución - Comisión técnica, G.T. Continuidad del suministro, “**Desarrollo reglamentario de la LOSEN : Criterios básicos para la continuidad del suministro**”, 26 de marzo de 1995.