

COSTOS DE LA CALIDAD EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR ELÉCTRICO

José Pulgar

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”

jpulgar@unexpo.edu.ve

RESUMEN: La definición de los costos totales de la calidad es una necesidad en cualquier empresa que quiera mejorar el servicio prestado. En las empresas del sector eléctrico no está clara la línea que separa las inversiones en calidad de aquellas en producción. El objetivo del presente artículo es analizar los costos de calidad asociados a las empresas del sector eléctrico. La metodología a seguir está basada en una investigación de tipo analítica con un diseño documental evolutivo contemporáneo. El resultado obtenido es una matriz comparativa de los costos de la no calidad y de las inversiones en calidad en las empresas del sector eléctrico. Se concluye que para garantizar un buen nivel de calidad de energía a precios justos debe existir un ente regulador que fije normativas y vigile el cumplimiento de las mismas.

Palabras claves: Costos de la calidad, calidad de la energía eléctrica, regulación.

QUALITY COST OF THE ELECTRICAL SECTOR COMPANY

ABSTRACT: The definition of the total costs of the quality is a necessity in any company that wants to improve the borrowed service. In the companies of the electric sector it is not clear the line that separates the investments in quality of those in production. The objective of the present article is to analyze the costs of quality associated to the companies of the electric sector. The methodology to continue is based on an analytic type investigation with a contemporary evolutionary documental design. The obtained result is a comparative womb of the costs of non quality and of the investments in quality in the companies of the electric sector. It concludes that to guarantee a good level of energy quality to fair prices an entity regulator that fixes should exist normative and watch over the execution of the same ones.

Keywords: Quality costs, power quality, regulation.

1. INTRODUCCIÓN

Largas colas de los vehículos, retrasos en las salidas de las líneas aéreas, personas atrapadas en ascensores y cierre del comercio, entre otras, fueron las consecuencias inmediatas del apagón ocurrido el martes 29 de Abril del 2008. Aproximadamente el 77% del territorio nacional se queda sin servicio de energía eléctrica y se necesitaron cuatro (4) horas para restablecer el servicio en un 70% de las zonas afectadas. La versión oficial informaba sobre un incendio registrado a 11 km de la Subestación San Gerónimo en el Estado Guárico, el cual afecta la línea de transmisión de la Arenosa en Aragua y, como consecuencia, origina la falla. Sin embargo en declaraciones posteriores se reconoce que la situación se agrava por la indisponibilidad de generación de energía eléctrica del país y la ausencia de inversiones en mantenimiento e infraestructura. La situación tiende a empeorar, pues de acuerdo a un documento producido a partir del año 2010 y hasta el 2013 se presentará un déficit de energía eléctrica del orden de 17.707 GWh/año. Este déficit traería como consecuencia el incremento de la vulnerabilidad del Sistema Interconectado Nacional (SIN) a cualquier falla, el aumento de las frecuencias de interrupciones del servicio y la disminución de la calidad del servicio [1]. Situaciones como éstas muestran el impacto social que tiene la calidad de la energía eléctrica sobre la nación.

Para las compañías de distribución de energía eléctrica es de vital importancia operar con calidad, pues de ello depende la operación adecuada de sus componentes, la vida útil de los conductores y transformadores y, como consecuencia, evitar penalizaciones por interrupciones del servicio y perturbaciones de la onda de tensión. Este planteamiento se traduce a términos de costos de la no calidad, los cuales se analizarán en el presente artículo, comparándolos con las inversiones necesarias para mejorar la productividad de las empresas de este sector.

El artículo se estructura en cinco (5) secciones, el procedimiento, los resultados, donde se presentan los conceptos de costos de calidad y no calidad, así como los asociados a las deficiencias en la calidad de la energía eléctrica y las inversiones necesarias para mejorarla. La siguiente sección correspondiente al análisis de resultados presenta una matriz comparativa de los costos de no calidad y de las inversiones en calidad. Este análisis es la base para establecer las conclusiones incluidas en la última sección.

2. PROCEDIMIENTO

El procedimiento está basado en una investigación de tipo analítica, el cual, según Barreras [2], queda determinado por el objetivo perseguido. Méndez [3] al referirse al análisis indica: “el análisis inicia su

proceso de conocimiento por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad; de este modo podrá establecer las relaciones causa-efecto entre los elementos que componen su objeto de investigación”. El diseño de investigación correspondiente es el documental. De acuerdo al manual de la UPEL [4] la originalidad de este diseño de investigación está en el enfoque, los criterios, las conceptualizaciones, las reflexiones, las conclusiones, las recomendaciones y en el punto de vista del autor. El procedimiento basado en la metodología anterior se resume en la Figura 1, donde se comienza por describir los costos de calidad y no calidad de productos y servicios, su clasificación, los conceptos de calidad de la energía eléctrica de acuerdo a las Normas de Calidad del Servicio de Distribución de Electricidad (NCS D) de Venezuela [5], los costos de calidad asociados al servicio de distribución de electricidad y las sanciones por baja Calidad del Servicio Técnico de acuerdo esta norma. Los resultados se analizan a través de la matriz de defectos de calidad-inversiones para mejorarla.

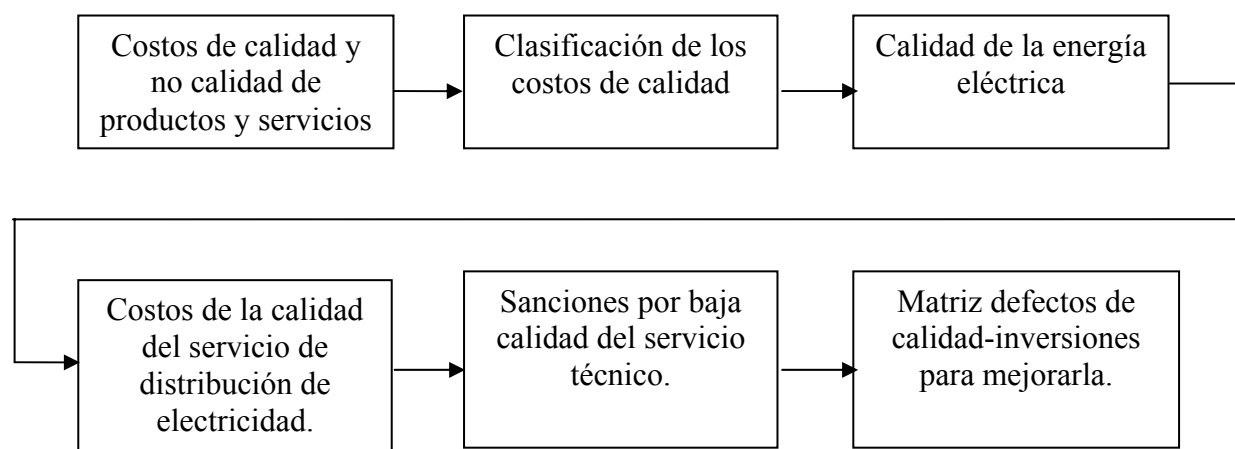


Figura.1 Descripción del procedimiento.

3. RESULTADOS

Los resultados de la investigación se presentan en forma de tablas y figuras para facilitar su visualización.

A. Costos de calidad.

Antes de describir los costos asociados a la calidad de la energía eléctrica conviene presentar algunos conceptos de costos de calidad, los cuales se resumen en la tabla 1. Entre ellos están los conceptos de la Norma BS 6143 parte 2, Gutiérrez, Hansen y Mowen, Roca, Blocher, Chin y Lin Irwin y Berlinches. Como se puede observar, sólo Berlinches (2006) considera los costos para cumplir con las especificaciones del producto, mientras que los demás autores incluyen también los costos por las fallas en el incumplimiento de las especificaciones.

B. Costos de no calidad

En la tabla 2 están los conceptos de no calidad de tres (3) autores, aquí hay coincidencia en cuanto a que estos costos no son necesarios para alcanzar el nivel de calidad esperado. Cuando Crosby emite su concepto se refiere al costo de la calidad, pero se clasifica como de no calidad porque hace referencia a los costos que Juran (1951), citado en [8], define como costos evitables o costos de no calidad.

C. Clasificación de los costos de calidad

La clasificación propuesta por Juran a principio de los años cincuenta [10] se ha mantenido hasta nuestros días, como se muestra en la Figura 2.

Los costos de calidad inevitables son necesarios para cumplir con los estándares ofrecidos a los clientes. Se dividen en dos (2) tipos: de prevención y de evaluación. Ambos son considerados inversiones; los primeros para garantizar el nivel de calidad fijado y evitar fallas, y el segundo para verificar el cumplimiento de la calidad especificada. Por otra parte los costos evitables son gastos porque con un sistema adecuado de prevención y evaluación se pueden reducir o eliminar. Estos costos son debidos al incumplimiento de las especificaciones establecidas. Si son detectados en la empresa se consideran fallas internas, pero si son detectados por los clientes son fallas externas. Las Normas Oficiales Mexicanas de Control de Calidad 6 (NOM-CC6) hacen una división de estos costos, los cuales aparecen en la tabla 3 [5].

Tabla 1. Conceptos de costos de calidad

AUTOR	AÑO	CONCEPTO
Norma BS 6143 parte 2	1990	Son los costos de asegurar y garantizar la calidad, así como el de las pérdidas sufridas cuando no se logra la calidad. [4].
Gutiérrez	1997	Son los costos originados en la empresa por asegurar que los productos tengan calidad y los originados por las deficiencias en productos y procesos [5].
Hansen y Mowen	2003	Son los costos necesarios para alcanzar la calidad y surgen por la baja calidad existente o que pudiera existir. Incluyen los costos directos por baja calidad para la empresa y los costos de calidad ocultos especificados por las funciones de pérdidas de calidad, por lo que los costos están asociados con la creación, identificación, reparación y prevención de defectos [6].
Roca	2003	Son parte de los aspectos económicos de calidad que considera los gastos incurridos en la obtención y aseguramiento de una calidad satisfactoria, así como las pérdidas originadas cuando no se consigue esta [6]
Blocher, Chen y Lin Irwin	2003	Son los asociados con la prevención, identificación, reparación y rectificación de la calidad deficiente y con el costo de oportunidad de la pérdida de tiempo, de producción y ventas como resultado de una calidad pobre o deficiente [6].
Berlinches	2006	Son los costos originados por el desarrollo de actividades necesarias para alcanzar los objetivos de calidad definidos por la Dirección de la empresa [7].

Tabla 2. Conceptos de costos de no calidad

AUTOR	AÑO	CONCEPTO
Crosby	1989	Es lo que se gasta por hacer las cosas mal [9].
Gutiérrez	1997	Son los costos originados por las deficiencias en productos y procesos [5].
Berlinches	2006	Son los gastos asociados a los fallos de los productos que no cumplen los requisitos acordados con los clientes [7]



Fuente: Elaboración propia a partir de Cantú, H (2001). Desarrollo de una cultura de calidad [10].

Figura 2. Clasificación de los costos de calidad

D. Calidad de la Energía Eléctrica.

En Venezuela, el artículo 2 y el 3 de las Normas de Calidad del Servicio de Distribución de Electricidad (NCSD) [11] indica y define, respectivamente, las áreas de evaluación de la calidad del servicio de distribución de la siguiente manera:

Calidad del Producto Técnico: Grado de cumplimiento de los valores admisibles establecidos en esta Resolución, determinado por mediciones realizadas de los niveles de tensión del fluido eléctrico y de la forma de onda de la tensión suministrada por la Distribuidora.

Calidad del Servicio Técnico: Grado de cumplimiento de los valores admisibles establecidos en la Resolución, determinado por las interrupciones del fluido eléctrico conforme a la frecuencia y duración de las mismas.

Calidad del Servicio Comercial: Grado de cumplimiento de los lapsos establecidos en la Resolución, en la atención de los requerimientos y reclamos de los usuarios.

A la vez los aspectos considerados en la Calidad del Producto Técnico por la NCSD son el nivel de tensión y las perturbaciones de la onda de tensión y dentro de las perturbaciones, son objetos de control, las fluctuaciones rápidas de tensión y la distorsión armónica. En la Figura 3 se presenta la clasificación de la calidad del servicio de distribución de la NCSD.

Aunque las NCSD fueron dictadas el 23-11-2004, aún no han entrado en vigencia. El propietario del sistema de distribución es el ente regulador de la norma. El 31 de Julio de 2007 se publicó el Decreto Número 5330 con Rango, Valor y Fuerza de la Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico, y se creó la Corporación Eléctrica Nacional [12]. El objetivo del decreto fue “reorganizar al sector eléctrico nacional con la finalidad de mejorar la calidad del servicio en todo el país, maximizar la eficiencia del uso de las fuentes primarias de producción de energía y en la operación del sistema para redistribuir las cargas y funciones de las actuales operadoras del sector”.

Tabla 3. División de los costos de la calidad según la norma NOM-CC6

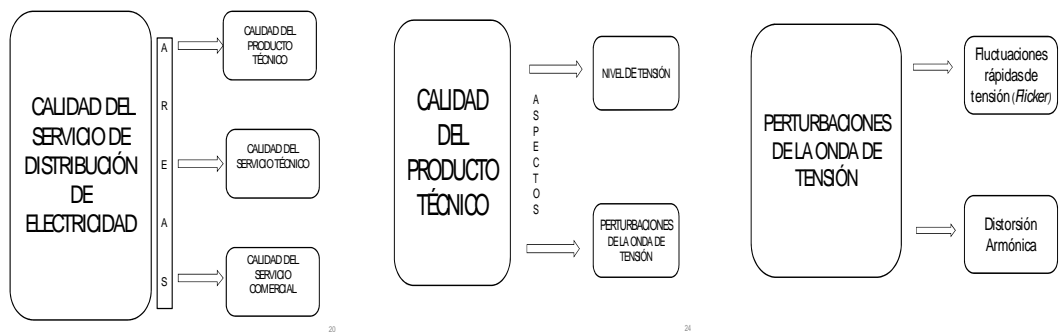
COSTOS DE PREVENCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> a) Planeación, establecimiento y mantenimiento del sistema de calidad b) Elaboración y revisión de las especificaciones, los procedimientos y las instrucciones de trabajo c) Control de procesos d) Instrucción y capacitación del personal e) Evaluación d proveedores f) Adquisición de equipo de medición y prueba g) Servicio al cliente h) Auditorías al sistema de calidad i) Conservación y calibración de equipo de medición y prueba
COSTOS DE EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> a) Inspecciones y pruebas finales, en proceso o de recibo b) Laboratorios de inspección, medición y pruebas c) Materiales e insumos para inspecciones y pruebas d) Pruebas de campo
COSTOS POR FALLAS INTERNAS
Desperdicios (de materiales, insumos, recursos humanos generados por fallas y defectos), subutilización de equipos, reprocesos, reparaciones, reinspecciones, consultas técnicas con personal de la empresa, consultas técnicas con personal especializado, eliminación de rechazos.
COSTOS POR FALLAS EXTERNAS
Atención de quejas del cliente, servicios de garantía, devoluciones, costos de imagen, pérdidas de ventas, castigos y penalizaciones, juicios y demandas, seguros.

Fuente: Gutiérrez, H (1997). Calidad total y productividad [5].

Sin embargo, en el año 2007, luego de estatizarse el sector eléctrico, se registra el índice más alto de fallas en los últimos cinco (5) años [13], aumentando un 22,8% con respecto al 2006. Una de las causas principales es la escasez de inversiones y una razón es la deuda de Bs F 1,6 billardos que mantienen los organismos del Estado con el sector eléctrico [14]. En Argentina, por el contrario, el Estado se reserva únicamente la función de definición de políticas, regulación de incentivos para las actividades de carácter monopólico y fiscalización, separándose de las actividades empresarias del sector [15].

E. Costos de la calidad del servicio de distribución de electricidad.

El ente regulador tiene como objetivo maximizar la calidad para un nivel determinado de inversión y minimizar el costo social neto (CSN) en función del nivel de calidad, mientras que para el ente distribuidor el objetivo es maximizar el beneficio empresarial en función del nivel de calidad [16]. Para el logro de estos objetivos es requisito conocer las curvas de inversiones y de costo de la falta de calidad para los clientes en función del nivel de calidad.



Fuente: Elaboración propia a partir de las NCSO [11].

- a) Calidad del Servicio de Distribución de Electricidad
- b) Calidad del Producto Técnico
- c) Perturbaciones de la Onda de Tensión

Figura 3. Esquema de las NCSO

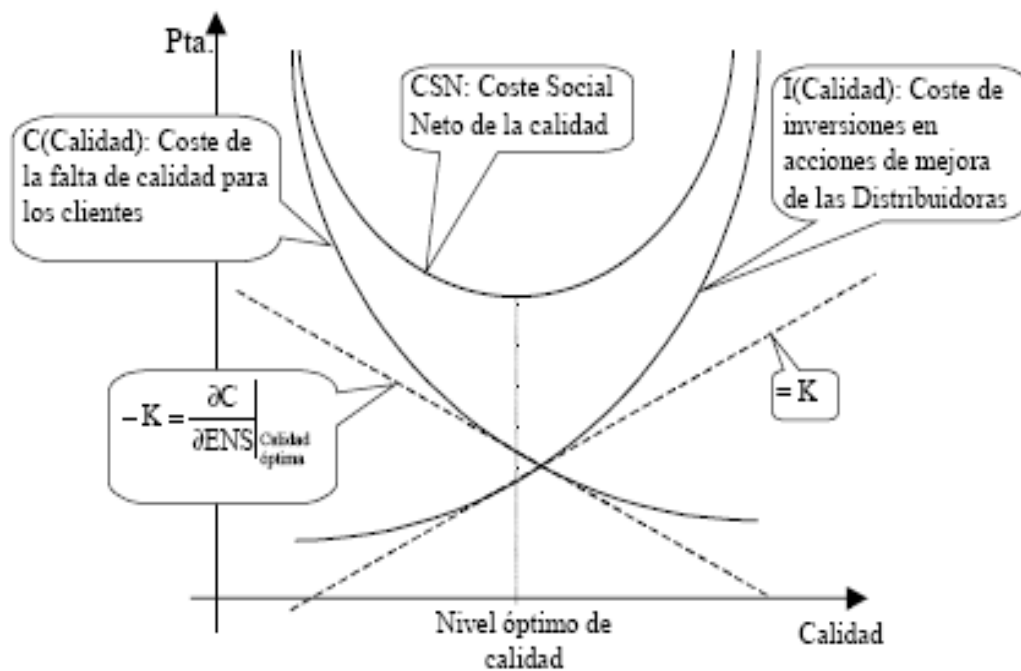
La NCSDE debe incentivar el cumplimiento de la norma estableciendo penalizaciones de tal forma que el costo marginal de mejora de la calidad sea menor que el beneficio marginal de mejora de la misma, cuando el nivel de calidad esté por debajo del nivel óptimo de calidad. Es decir la pendiente de la curva de inversiones debe ser menor que la pendiente de la curva de costos por falta de calidad, para un punto por debajo del nivel óptimo de calidad. En la Figura 4 se aparecen estas curvas obtenidas de la referencia [16]. El problema en la práctica consiste en obtener estas curvas, porque en muchos casos las inversiones en producción no están separadas de las de calidad y también depende del mercado a servir. Por otra parte los costos asociados a la falta de calidad es difícil determinarlos, el método más indicado y utilizado en la actualidad es el directo a través de encuestas [17], del cual se puede obtener un valor cuantitativo y cualitativo del costo de la falta de calidad.

La falta de calidad también acarrea costos para las empresas distribuidoras, ya sea por el inadecuado funcionamiento de sus componentes, así como por el aumento de las pérdidas en conductores y transformadores, disminución de la vida útil de los mismos y el pago de penalizaciones.

Los costos estimados por defectos de calidad de la energía eléctrica en el 2001 al comercio y a la industria de la Unión Europea fueron de 10.000 millones de euros al año [18], mientras que los costos por el mismo concepto en Estados Unidos se estimaron en 25.600 millones de dólares en 1987 [19]. La determinación de los costos por defectos de la calidad en las empresas del sector eléctrico venezolano es un trabajo por hacer. Para tener una idea se estima que una elevación de 10 °C en la temperatura del aislamiento en conductores, reduce la vida útil de los mismos a la mitad y la distorsión armónica podría reducir la vida de los transformadores entre un 10% y un 20% [20].

F. Sanciones por baja calidad del servicio técnico.

La NCSDE establece en su artículo 43 sanciones por el incumplimiento de los indicadores de calidad del servicio técnico, de acuerdo a la ecuación (1) [11]:



Fuente: Rivier, J (1999). Regulación y optimización de Inversiones [16]

$$\text{Sanción} = \text{ENS} \times \text{FP} \times \text{PPE} \tag{1}$$

Donde:

Sanción: monto base de la multa a ser aplicada (Bs).

ENS: cantidad de energía no suministrada (kWh).

FP: factor multiplicador, a la Tabla IV.

PPE: precio promedio de la energía expresado en Bs/kWh

Figura 4. Curvas de Costos de la Calidad

Tabla 4. Factor multiplicador

Carácter de la infracción (FP)		
Primera vez	Segunda vez	Reiterado
1	20	25

Fuente: Normas de Calidad del Servicio de Distribución de Electricidad [11]

El Precio Promedio de la Energía (PPE) se determinará mediante la ecuación (2):

$$PPE = \frac{FUPC}{ETFPC} \quad (2)$$

Donde:

FUPC: facturación del usuario de los tres (03) últimos meses al cierre del período de control (Bs).

ETFPC: energía total facturada al usuario en los tres (03) últimos meses al cierre del período de control (kWh).

G. Líneas de investigación futuras.

Aunque en las empresas manufactureras los costos de calidad y no calidad están definidos, en las empresas del sector eléctrico no sucede lo mismo. Los costos de producción se solapan con los de calidad. Por lo tanto es una oportunidad realizar la determinación de las curvas de costos de inversiones en acciones de mejoras de la calidad de las empresas distribuidoras, y de la falta de calidad para los clientes. Las tendencias actuales apuntan al uso de encuestas para la determinación de estas curvas, y luego se podría aplicar la lógica difusa para cuantificar la información cualitativa suministrada por los clientes.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Aunque Couttenye [21] indica una serie de errores en el cálculo de las sanciones, el resultado obtenido de más de ciento cincuenta y cinco mil quinientos bolívares (Bs 155.500) para el año 2006 nos da una idea de lo cuantioso que puede ser la sanción por incumplimiento de los requerimientos de Calidad del Servicio Técnico, de llegar a aplicarse la norma, sin incluir las sanciones por baja Calidad del Producto Técnico y del Servicio Comercial. Por otra parte la sanción obtenida para ELEOCCIDENTE, solamente para la subestación Chivacoa fue mayor a los setenta y cuatro mil seis cientos bolívares fuertes (Bs 74.600) para el año 2002, según un estudio realizado por [22].

En la Tabla 5 se puede observar una matriz comparativa de los efectos de la mala calidad y de las inversiones necesarias para mejorarlas, sin embargo la mejor alternativa requiere de un estudio particular para cada caso.

5. CONCLUSIONES

La calidad del producto técnico afecta tanto a los suscriptores como a las empresas del sector eléctrico en cuanto a los costos de operación de estas. La baja calidad del producto técnico afecta de manera

negativa la calidad del servicio comercial al producir errores en las mediciones de energía y a su vez puede afectar la calidad del servicio técnico si son provocadas interrupciones por sobrecalentamiento.

La aplicación de las NCSD redundaría en un mejor nivel de calidad de la energía eléctrica, al establecer sanciones por incumplimiento de la misma.

La determinación de las curvas de costos de inversiones en acciones de mejoras de la calidad de las empresas distribuidoras, y de la falta de calidad para los clientes permitiría separar los costos de producción de los de calidad en las empresas del sector eléctrico.

Tabla 5 Matriz comparativa de defectos de calidad-inversiones para mejorarla

MATRIZ COMPARATIVA DEFECTOS DE CALIDAD-INVERSIONES PARA MEJORARLA				
Calidad afectada	Perturbación	Equipo afectado	Efecto	Solución
Producto técnico	Distorsión armónica	Transformadores	Calentamiento Adicional. Mayores pérdidas. Reducción de Capacidad. Reducción de vida útil.	Filtros supresores de banda.
Producto técnico	Distorsión armónica	Cables	Calentamiento adicional. Reducción de vida útil.	Sobredimensionamiento.
Producto técnico Servicio técnico	Distorsión armónica	Dispositivos de protección	Fallos de funcionamiento. Activaciones indeseadas.	Filtros supresores de banda.
Producto técnico Servicio comercial	Distorsión armónica	Contadores de energía	Errores de medida.	Filtros supresores de banda.
Producto técnico	Huecos de tensión (10%-90% Vn)	Contactores. Lámparas de Mercurio. PLC	Sanciones	Líneas subterráneas. Apantallamiento
Servicio técnico	Interrupciones		Sanciones. Costos operativos	Mallado de redes Mejores materiales, Transformación de líneas aéreas en subterráneas

6. REFERENCIAS

- [1] YVKE Mundial (2 DE MAYO DEL 2008). “Así se vivió el Apagón del 29 de Abril”. Disponible en <http://www.radiomundial.com.ve/yvke/noticia.php?5464>
- [2] Barrera, J. “El proyecto de investigación científica”. Quirón Sypal 4a Edición. 168 p. Bogotá 2006.
- [3] Méndez, C. “Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales”. Limusa 4a Edición. 357 p. Bogotá 2007.
- [4] Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. “Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”. Fedupel. 4ta Edición. 238 p. Caracas 2006.
- [5] Dale, B y Plunkett, J “Los Costos en la Calidad”. Grupo Editorial Iberoamérica. 191 p. México 1993..
- [6] Gutierrez, H. “Calidad total y productividad”. McGraw Hill 403 p. México 1997.
- [7] Zamacona, R “Creación de valor en la empresa a través del análisis estratégico de costos”. Tesis Licenciatura Contaduría y Finanzas. Escuela de Negocios. Universidad de las Américas. Puebla 2003.
- [8] Berlinches, A “Calidad”. Thomson-Paraninfo 6ta Edición. 133 p. Madrid 2006.
- [9] Camisón, C., Cruz, Sonia., González, T. “Gestión de la calidad. Conceptos, enfoques, modelos y sistemas”. Pearson-Prentice Hall 1428 p. Madrid 2007.
- [10] Gillezeau, P y Romero, S. “Sistema de Costos de Calidad como Proceso de Mejoramiento Continuo”. 2004. [Documento en línea]. Disponible: http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/agoratrujillo/agora13/articulo_1.pdf [Consulta: 2008, Abril 01].
- [11] Cantú, H. “Desarrollo de una cultura de calidad”. McGraw Hill 2da Edición. 382 p. México 2001.
- [12] “Normas de Calidad del Servicio de Distribución de Electricidad de Venezuela (No 225 194° y 145°)”. (2004, Noviembre 23). [Documento en línea]. Disponible: http://www.laedc.com.ve/PDFMrcoLegalNCSD_cr.pdf [Consulta: 2007, Mayo 10]
- [13] Salas, J. “Inician reorganización del sector eléctrico” El Impulso. 02-08-2007.
- [14] León, Mariela “En 22,8% aumentaron fallas en sector eléctrico durante 2007”. El Universal. 11-03-2008.
- [15] Díaz, A. “Deuda estatal de Bs F 1,6 millardos ahoga industria eléctrica”. El Nacional 19-03-2008.
- [16] Cagliolo, M; Lissarrague, M y Metilli, G. “Costos de no calidad en las distribuidoras eléctricas” XXVII Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos. Tandil 2004 [Documento en línea]. Disponible: http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/iapuco/trabajo28_iapuco.pdf [Consulta: 2008, Abril 01]

- [17] Rivier, J. “Calidad del Servicio. Regulación y optimización de Inversiones”. Madrid 1999. 205 p. Tesis Doctoral. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
- [18] Carmona, J. “Evaluación de Costos de las Interrupciones Eléctricas”. [Documento en línea]. Disponible: www.proyecta.org.ar [Consulta: 2008, Abril 01]
- [19] Chapman, D. “Coste de Una Mala Calidad de la Energía Eléctrica”. Copper Development Association UK. Marzo 2001. Versión Noviembre 2001.
- [20] Llamas, A. y Reyes, J. de los (s.f). “Instrumentación para determinar la calidad del suministro eléctrico”. [Documento en línea]. Disponible: http://www.mty.itesm.mx/tiedeptosieprofesoresallamasjdelosreyescursosCEEarticulos01_PQetINST.pdf [Consulta: 2007, Junio 29]
- [21] Tellez, E (s.f). “Distorsión Armónica. Automatización Productividad y Calidad” S.A de C.V. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.watergymex.org/contenidostecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20MantenimientoDistorsion%20Armonica.pdf> [Consulta: 2007, Mayo 15]
- [22] Couttenye, D. “Informe Entrenamiento Industrial Opcional ENELBAR”. UNEXPO Vice-rectorado Barquisimeto 2006.
- [23] Viera, J. “Evaluaciones de la confiabilidad de una línea de distribución mediante su índice de falla”. Trabajo especial para optar al título de Ingeniero Electricista. Departamento de Ingeniería Eléctrica, UNEXPO Vice-rectorado Barquisimeto 2003.