

**ANÁLISIS TIPO BENCHMARKING DEL CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL
COSTO DE FALLA EN EL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO**

ANA PATRICIA MEJIA REBOLLEDO



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
BOGOTA, D.C.
2006**

IEME-I-06-05

**ANÁLISIS TIPO BENCHMARKING DEL CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL
COSTO DE FALLA EN EL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO**

ANA PATRICIA MEJÍA REBOLLEDO

**Trabajo de Grado presentado como requisito
Parcial para optar por el título de Maestría en Ingeniería Eléctrica
Director: Mario Alberto Ríos.**

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
BOGOTA, D.C.
2006**

IEME-I-06-05

**A mi familia,
por todos sus años de apoyo.**

AGRADECIMIENTOS

- A MARIO ALBERTO RIOS, Profesor del Departamento de Ing. Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Los Andes, director y colaborador de este proyecto.

- A MARIA TERESA RUEDA DE TORRES, colaboradora de este proyecto.

- A Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
1. INTRODUCCION.....	10
1.1 JUSTIFICACION Y ANTECEDENTES	11
1.2 ALCANCES	12
1.3 OBJETIVOS.....	13
2. METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DEL COSTO	
FALLA (CF).....	14
2.1 VARIACIÓN COMPENSADA	14
2.2 VALORACIÓN CONTINGENTE	15
2.3 COSTEO DIRECTO	17
2.4 SUSTITUCIÓN	19
3. BENCHMARKING (BM) [12].....	20
3.1 DEFINICIÓN BM FUNCIONAL.....	20
3.2 METODOLOGIA BM FUNCIONAL	21
3.2.1 Deteminar a qué se va a aplicar el BM.....	21
3.2.2 Formar un equipo BM.....	22
3.2.3 Identificación de socios para el Benchmarking.....	22
3.2.4 Recolección y análisis de la infomación.....	23
3.2.5 Tomar acciones.....	24
4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BENCHMARKING AL CÁLCULO	
Y APLICACIÓN DEL COSTO DE FALLA.....	25
4.1 RELACIÓN TARIFA – COSTO DE FALLA.....	25
4.2 COMPARACIÓN INTERNACIONAL DEL CF	26
4.3 ANÁLISIS DOFA DEL CÁLCULO Y APLICACIÓN DE CF	27
4.4 COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL	
CÁLCULO DEL CF.....	29
5. CÁLCULO DEL COSTO DE FALLA SECTOR RESIDENCIAL	32
5.1 DESARROLLO DE LA ENCUESTA.....	32

5.1.1	Disposición a Pagar (DAP)	33
5.1.2	Disposición a Recibir (DAR)	34
5.2	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN	34
5.2.1	DAP	36
5.2.2	DAR.....	38
5.2.3	DAP Y DAR	39
5.2.4	Alternativas de sustitución.....	39
6.	CÁLCULO DEL COSTO DE FALLA SECTOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	41
6.1	DESARROLLO DE LA ENCUESTA.....	41
6.2	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN	42
6.2.1	Cálculo del costo de falla no programado	43
6.2.2	Cálculo del costo de falla programado.....	45
7.	CONCLUSIONES.....	47
8.	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXO 1. ENCUESTA PARA EL SECTOR RESIDENCIAL	52
	ANEXO 2. ENCUESTA PARA EL SECTOR COMERCIAL E INDUSTRIAL	53

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Grafica excedente del consumidor	14
Figura 2. Costos De Racionamiento Mes De Julio de 2006.....	15
Figura 3. Proceso de benchmarking.....	21
Figura 4. Valor promedio de la factura de energía en COP \$.....	35
Figura 5. Valor del FES de los encuestados residenciales	35
Figura 6. Valor del DES de los	35
Figura 7. Distribución de probabilidad DAR	38
Figura 8. Consumo mensual en las empresas kWh.....	42
Figura 9. Comparación CF. Interrupciones programadas y no programadas	46

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Comparación del CRO1 y tarifas de Energía Eléctrica (Estrato 4), Abril del 2006, valores en COP \$.....	26
Tabla 2. Comparación de costos de falla internacionales [9-11] y tarifas de energía eléctrica. Valores en US \$/KWh.....	27
Tabla 3. DOFA-Calculo del costo de falla.....	28
Tabla 4. DOFA-Aplicación del costo de falla.....	29
Tabla 5. Comparación métodos utilizados para el calculo del costo de falla	30
Tabla 6. Grupos propuestos para la disposición a pagar.....	34
Tabla 7. Valores propuestos para la disposición a recibir.....	34
Tabla 8. Comportamiento de la duración de las interrupciones de los encuestados	36
Tabla 9. Comportamiento del N° de interrupciones de los encuestados.....	36
Tabla 10. Resumen de disposición a pagar.....	37
Tabla 11. Disposición a recibir.....	38
Tabla 12. Alternativas de sustitución.....	40
Tabla 13. Distribución de los cortes de energía. Sector comercial e industrial.	42
Tabla 14. Duración de los cortes de energía. Sector comercial e industrial..	43
Tabla 15. Días críticos de interrupciones para los sectores comercial e industrial.....	43
Tabla 16. Costo de Falla para el sector comercial e industrial con interrupciones no programadas.....	44
Tabla 17. Costo de Falla para el sector comercial e industrial con interrupciones programadas	45

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo mostrar los resultados del análisis benchmarking del cálculo y aplicación del costo de falla en el sector eléctrico colombiano. Inicialmente se analiza el modelo benchmarking tipo funcional y se aplica a los diferentes métodos de cálculo de costo de falla, haciendo comparaciones a nivel internacional con el fin de encontrar las similitudes con otros países y determinar si el uso y el cálculo dado en Colombia están acordes con los parámetros internacionales investigados. Como resultado se obtienen los métodos que deberían ser utilizados en Colombia para el cálculo del costo de falla. Con base en esto se calcula el costo de falla para los sectores residencial, comercial e industrial, encontrado que los valores vigentes de Costo de Falla son muy bajos y que hay un uso no ideal del Costo de Falla no programado en la regulación.

1. INTRODUCCION

El costo de falla (CF) es una medida económica del daño social que sufren los consumidores debido a la reducción de la calidad del servicio, especialmente por los cortes de energía programados, cortes anunciados a los consumidores con antelación donde se permite la reprogramación de actividades, y no programados, cortes no anunciados donde hay una interrupción de todas las actividades que se llevan a cabo, que se presentan en el sistema de distribución de energía eléctrica en un país [1, 2].

En Colombia se han desarrollado varios estudios para el cálculo del costo de falla programado, el primero realizado por los consultores Sistecom Ltda. y Econometría Ltda., en 1986 [3], hace el cálculo del costo de falla de los sectores residencial y comercial, basado en la maximización de la utilidad del cliente sujeto a restricciones tales como: racionamiento, capacidad de pago de la energía, impacto de las contingencias sobre el sistema de transmisión, y para el sector industrial se calcula el “valor agregado dejado de producir como consecuencia de la suspensión efectiva del trabajo productivo”. Posteriormente, las Universidades de Antioquia y Nacional de Colombia en 1997 [4], actualizan el estudio del año 1986 y realizan nuevamente el cálculo del costo de falla programado, en este estudio se utiliza la variación compensada (método microeconómico) para el sector residencial y el costeo directo para los sectores comercial e industrial. Este estudio es el que se encuentra vigente actualmente, por medio del cual la UPME calcula los costos operativos de racionamiento (programado) de energía.

En el 2005, La Unidad de Planeación Minero Energética UPME, publica un estudio desarrollado por los consultores Itansuca Ltda. y Sinergia Ltda. realizado en el 2004 [5], en este estudio se hace una actualización del costo de falla programado, utilizando los métodos de valoración contingente para el

sector residencial y costeo directo para los sectores comercial e industrial. Este estudio es el que más se acerca a los métodos utilizados internacionalmente, pero sus propuestas no han entrado en vigencia porque se encuentra en revisión por parte de la CREG

Después de analizar el estado del arte y comparar los resultados obtenidos del costo de falla a nivel internacional, se observa que el costo de falla vigente en Colombia es muy bajo, porque solo considera fallas programadas asimilándole este costo a las no programadas [2], además tiene un costo de falla promedio nacional. Esto trae como consecuencia que las empresas distribuidoras no estén incentivadas a invertir en la mejora de la calidad del servicio y muchas veces prefieran pagar compensaciones a los clientes por estas deficiencias.

Para el desarrollo de este proyecto se hace uso de la metodología BM, en el capítulo 2 se da una definición del costo de falla y de las metodologías en uso para el cálculo del CF, en el capítulo 3 se da la descripción de la metodología BM utilizada, en el capítulo 4 se muestra la aplicación de la metodología BM funcional al cálculo y aplicación del CF, teniendo como resultado los modelos de CF que deben ser aplicados en los sectores residencial, comercial e industrial, en los capítulos 5 y 6 se presenta el cálculo del CF de los sectores residencial y comercial-industrial (valoración contingente y costeo directo), por último se presentan las conclusiones de la investigación y se determina si los valores de costo de falla vigentes en Colombia compensan a los consumidores correctamente.

1.1 JUSTIFICACION Y ANTECEDENTES

Dentro de los temas de investigación de mayor interés del Grupo de Potencia y Energía de la Universidad de los Andes se encuentra el tema de seguridad

de los sistemas eléctricos tanto desde el punto de vista de los sistemas de transmisión como de distribución, así como el de los clientes comerciales e industriales. Este tema es de gran importancia dado que en la actualidad los sistemas eléctricos por su alta composición de carga no lineal y su exposición a eventos de tipo no natural como los atentados, requieren de un estudio integrado de los aspectos de confiabilidad, disponibilidad y calidad de la potencia que aseguren que este funcione bajo unos niveles de seguridad adecuados que no comprometan ni la seguridad de las personas ni la calidad y confiabilidad de los sistemas eléctricos

El marco regulatorio actual en Colombia solo tiene en cuenta el cálculo de costo de racionamiento programado y no existe el no-programado por la dificultad en la determinación de este costo, ya que depende de la magnitud de la falla, la duración, el cliente, la frecuencia, la hora en que ocurre. Teniendo en cuenta esto muchos de los usuarios algunas veces no conocen el perjuicio económico que les ocasiona tener interrupciones en el servicio eléctrico. Por otro lado, el bajo costo del costo de racionamiento que se aplica actualmente puede llevar a que los operadores prefieran pagar compensaciones por deficiencias en vez de mejorar la calidad. Por esta razón se propone el análisis del cálculo del costo de falla y su aplicación en el sistema eléctrico colombiano, con el fin de determinar sus efectos tanto para los operadores de red como para los clientes del servicio eléctrico.

1.2 ALCANCES

- Estado del arte de las metodologías utilizadas para calcular el costo de falla en el servicio de energía eléctrica
- Investigar las metodologías que en Colombia se han empleado para el cálculo del Costo de Racionamiento.

- Investigar la utilización actual del costo de racionamiento en el planeamiento de sistemas de potencia desde el punto de vista centralizado nacional (UPME) y desde el punto de vista de los agentes interesados en la expansión del sistema eléctrico
- Investigar la utilización actual en el marco regulatorio, cálculo del costo de compensaciones de distribuidores y fijación de precios techo en el mercado mayorista
- Investigar cálculo del costo de falla, utilización en planeamiento y el marco regulatorio en países con diferente grado de agresividad en las políticas desregulatorias.
- Elaboración de diagnóstico de la situación actual del costo de falla en Colombia: debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas.
- Analizar y plantear un modelo para la aplicación del costo de falla en el sector eléctrico colombiano.
- Efectos de aplicar en Colombia diferentes esquemas o conceptos de aplicación del costo de falla

1.3 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es establecer un modelo de evaluación de costo de falla para el sector eléctrico colombiano con el fin de conocer las consecuencias sobre la calidad del servicio de energía y determinar el impacto sobre las compensaciones de los clientes.

2. METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DEL COSTO FALLA (CF)

El costo de falla en el sector eléctrico se define como una medida económica del daño social que sufren los consumidores por la reducción en la calidad del servicio y por interrupciones.

Después de una búsqueda a nivel nacional e internacional se encuentran que las metodologías más usadas para el cálculo del CF son: variación compensada, valoración contingente, costeo directo y sustitución. A continuación se da una descripción de cada una de ellas.

2.1 VARIACIÓN COMPENSADA

Consiste en el estudio de la pérdida del excedente del consumidor [6] que ocurre en el momento en el cual se corta el servicio de energía eléctrica. Se basa en el punto de vista de la teoría del bienestar, ya que se considera que el racionamiento de energía tiene una consecuencia similar al de incrementar la tarifa de energía.

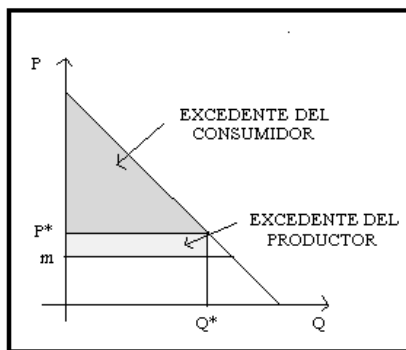


Figura 1. Grafica excedente del consumidor

El excedente del consumidor es la diferencia entre la máxima cantidad que el consumidor pagará por una cantidad determinada de un bien antes de verse

privado de ella, es decir la utilidad marginal que deriva de esa unidad, y el precio que realmente paga. En la Fig. 1 se encuentra el excedente del consumidor, donde el eje horizontal representa la cantidad del bien, el eje vertical representa el precio y P^* es el precio del bien que se está analizando.

A nivel nacional se encuentra que este método es utilizado para calcular el CF en el sector residencial. Los valores de CF vigentes se muestran en la Fig. 2, donde se encuentran diferentes valores de Costos operativos de Racionamiento (CRO) de acuerdo al porcentaje de racionamiento (CRO1: 0-1.5% de racionamiento, CRO2: 1.5-5%, CRO3: 5-10%).

Costo Incremental operativo de Racionamiento de Energía		
	COSTO	\$/ kWh
Umbral	CRO1	516,981
	CRO2	937,379
	CRO3	1643,852
Segmento 4	CRO4	3255,218
	CRO1(Estrato 4)	399,073

Pesos de Junio 30 de 2006

Según la metodología vigente para la actualización de los costos de racionamiento, estos valores rigen durante Julio de 2006

Figura 2. Costos De Racionamiento Mes De Julio de 2006¹

A nivel internacional, se utilizó este método en Chile [7] para calcular el CF de largo plazo, fue desarrollado por P. Jaramillo y E. Skoknic en 1973, y se encontró un valor de 0.128 US \$/kWh, este valor está muy por debajo del valor a nivel internacional, por lo cual ha recibido muchas críticas.

2.2 VALORACIÓN CONTINGENTE

La valoración contingente [8] determina por medio de una vía directa como las encuestas, el costo de racionamiento de energía eléctrica. Consiste en

¹ Tomado de la página electrónica de la Unidad de Planeación Minero Energética www.upme.gov.co

determinar por medio de preguntas, que tanto aprecia el consumidor la cantidad de energía que deja de tener por el corte o cuanto estaría dispuesto a pagar por no tener el corte de energía.

Busca obtener la valoración que otorga un individuo ante un cambio en el bienestar, como producto de una modificación en las condiciones de oferta de un bien. Es un método directo, ya que la única forma posible de encontrar dicha valoración es preguntándosela al individuo. Por esta razón, el método de la valoración contingente busca que el individuo revele lo que estaría dispuesto a pagar por una mejora o por evitar una pérdida en el servicio de energía, o en otras palabras la cantidad exigida como compensación por un corte de energía o por renunciar a una mejora.

Para la aplicación de esta metodología se construyen situaciones hipotéticas donde se determina la máxima disposición a pagar o la mínima disposición a recibir compensación, para estos casos se supone que los consumidores o las personas a las cuales se les aplica la encuesta tienen conocimiento y está capacitado para determinar las preferencias en su consumo, conoce perfectamente el mercado y opera sobre una situación de competencia perfecta.

El modelo mas usado es el modelo de consulta basado en respuestas binarias, llamado referéndum, donde se supone que las respuestas individuales provienen de la maximización de la utilidad. Dicha maximización implica una respuesta acorde con la función de utilidad típica. Una pregunta típica puede ser: ¿Aceptaría usted un cheque por \$ X para renunciar a los derechos de uso de este recurso durante un año? o ¿Estaría usted dispuesto a aceptar \$X por renunciar al uso de un recurso por un año? Entonces el valor del acceso al recurso, consistiría en la variación compensatoria para un cambio en los precios, entre la situación inicial y un precio de choque para

aquel bien cuyo acceso ha sido eliminado o restringido. Si el consumidor responde que no, entonces es lógico pensar que la variación compensatoria sería superior a la cantidad \$ X propuesta. Para complementar este método se recomienda utilizar la doble pregunta con el fin de encontrar un valor más cercano a la realidad con relación al costo de corte de energía.

Este tipo de modelo es utilizado en Australia [9], en donde los valores de costo de falla obtenidos son los siguientes: para el sector residencial 11.88 US\$/kWh, para el sector comercial 56.67 US\$ /kWh y para el sector industrial 18.54 US\$ /kWh y en Estados Unidos [10].

2.3 COSTEO DIRECTO

El costeo directo [5] es uno de los métodos más utilizados para el cálculo del costo de falla del sector industrial, se basa en la identificación de los efectos causados por una interrupción con base en información suministrada directamente por los usuarios. Se debe tener en cuenta la pérdida del producto, daños en equipos, materiales y todos los costos relacionados con las pérdidas, como horas de producción perdidas, horas extras, así como el tiempo necesario en que la planta pueda volver a funcionar adecuadamente. Además se debe hacer un cálculo adecuado del valor agregado bajo condiciones normales para que sea proyectado durante el tiempo que dure la interrupción. También se deben tener en cuenta los ahorros que pueda traer los cortes de energía como la nómina o la factura de energía.

Este método también es usado en combinación con la valoración contingente y de esta forma se puede entender los efectos de los cortes de energía para este tipo de consumidores. Además que es muy útil para conocer los costos de falla al diferenciar entre los dos tipos de interrupciones: programadas y no

programadas, ya que al tener interrupciones programadas la empresa puede tomar medidas para disminuir las pérdidas en su proceso de producción.

En el caso colombiano se encuentra que por la regulación se tiene un costo promedio entre los sectores residencial, comercial e industrial debido a que no se encuentran redes eléctricas diferenciadas por usos, por este motivo los costos de racionamiento que se tienen actualmente pueden no ser los ideales para todos los sectores estudiados.

En el estudio de CF de 1997 [4], en Colombia, se encuentra que los CF para los sectores comercial e industrial, separados del sector residencial, oscilan entre COP \$3.000/kWh y COP \$21.000/kWh, donde la diferencia en valores depende de la duración de la interrupción y el tipo de industria. En el estudio del 2005 [5], los valores de CF para los sectores comercial e industrial, sin el sector residencial, son COP \$1.186/kWh y COP \$6.574/kWh respectivamente.

A nivel internacional se encuentra el estudio desarrollado por Pacific Northwest National Laboratory en Estados Unidos [10]. En este estudio se calcula el CF, se encuentra los siguientes valores: US \$13.93/kWh para el sector industrial y US \$12.87/kWh para el sector comercial. Este costo tiene en cuenta los costos directos relacionados con la pérdida de producción y los costos indirectos como los costos legales, incremento en las tasas de seguridad, entre otros. Se encuentra que los costos de falla son muy elevados en los sectores comercial e industrial y varían específicamente con la característica de demanda del usuario final y la duración de las interrupciones.

2.4 SUSTITUCIÓN

Este método consiste [11] en estimar los costos asociados con relación a las alternativas que tienen los usuarios de enfrentar los cortes de energía, es decir que se obtiene un costo equivalente en función de la duración de la interrupción. En este caso se deben tener en cuenta todas las acciones alternativas que toman los usuarios, donde depende principalmente de la duración y el momento en que ocurre la interrupción.

3. BENCHMARKING (BM) [12]

Actualmente las empresas se enfrentan a mercados globales que les presentan retos cada vez más grandes. Uno de los retos principales es el de la competitividad, ya que no sólo se enfrentan a empresas locales, sino que la competencia se da entre empresas de todo el mundo. Para ser cada vez más competitivos las empresas recurren a diversas herramientas que les permitan bajar sus costos, aumentar la calidad de sus productos. Dentro de los métodos utilizados para conocer a los competidores o realizar comparaciones en los procesos propios, se encuentra la metodología Benchmarking, que es utilizada con el fin de alcanzar una mejor productividad y calidad de los productos, servicios o actividades para ser los mejores frente de sus competidores.

3.1 DEFINICIÓN BM FUNCIONAL

El Benchmarking se puede definir como un proceso sistemático, continuo y constante en el cual se determinan las mejores prácticas para el desarrollo de una actividad. Se usa para medir prácticas contra los competidores, donde se miden los procesos propios y de los otros para poder compararlos, con el fin de buscar la mejor estrategia para lograr un desempeño excelente, buscando la calidad y la productividad del proceso.

La metodología BM funcional permite una identificación de productos, servicios o procesos de trabajo de organizaciones que pueden o no, ser competidores directos. El objetivo es identificar la mejor práctica en cualquier organización que ha establecido una reputación de excelencia en un área específica de BM.

3.2 METODOLOGIA BM FUNCIONAL

Esta metodología consta de cinco etapas [12], las cuales se pueden observar en la Fig. 3. A continuación se encuentra una breve descripción de cada una de ellas.

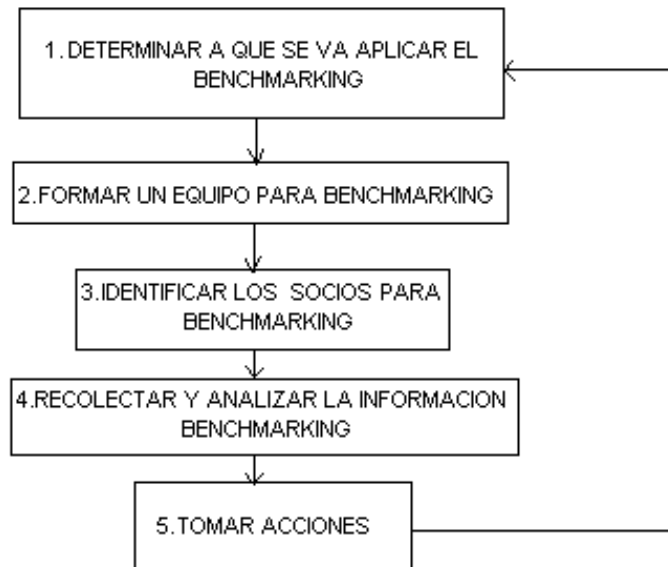


Figura 3. Proceso de benchmarking

3.2.1 Determinar a qué se va a aplicar el BM

Para este paso se debe dar una definición del cliente con el fin de obtener la información BM, la cual constituye el primer paso dentro de la metodología, en el cual se debe determinar quién requiere la información y quién la va a usar. El cliente identifica los requerimientos específicos de información, en algunos casos es un grupo o un conjunto de individuos con necesidades críticas, motivados por factores tales como condiciones del mercado, nuevas competencias, nuevas tecnologías, solución de problemas, con el fin de identificar el proceso que necesita BM.

La información necesaria para los clientes BM debe ser explícita antes de comenzar la actividad. La clave es ser específico. Los beneficios inmediatos de este análisis de necesidades son realizadas en los estados de planeación de la metodología, donde los requerimientos del cliente afectan el cronograma, el alcance, la forma de presentar el reporte y la localización de las fuentes.

3.2.2 Formar un equipo BM

Para desarrollar la investigación BM es necesario formar un equipo para realizar el trabajo, este puede ser desarrollado por un individuo o más con el fin de cumplir con los cronogramas de actividades. Dentro de los tipos de equipos encontramos a los grupos de trabajo intacto, que son un grupo que reporta a un jefe, y están establecidos en un lugar determinado, el equipo funcional, que está estructurado como un grupo de equipos con características específicas, el cual está administrado por un manager. Los participantes son escogidos por sus conocimientos específicos en el tema, y por último el equipo Ad HOC, que son un conjunto de empleados con intereses en común, sin importar el número de participantes, los cuales determinan el tipo de investigación a realizar.

3.2.3 Identificación de socios para el Benchmarking

La tercera etapa del proceso BM es la identificación de socios para la investigación, es decir buscar personas u organizaciones que suministren información relacionada con la investigación BM. Dentro de estos socios se encuentran consorcios, fuentes del gobierno, personas expertas en la materia, medios escritos, datos internacionales, publicaciones, entre otros.

3.2.4 Recolección y análisis de la información

La cuarta etapa de la metodología BM es la recolección y el análisis de la información. Para esto se asume que ya han sido identificados los clientes del BM, sus requerimientos, y los factores críticos centro de la investigación.

La recolección de datos está enfocada hacia el exterior, es decir la recolección de datos por medio de encuestas y otros instrumentos. En este punto se debe hacer una investigación exhaustiva, realizando una investigación preliminar bastante amplia antes de hacer contactos directos con la competencia. La comunicación directa con las compañías puede consistir en encuestas telefónicas, cuestionarios por escrito o visitas al lugar para hacer observaciones detalladas. Esta etapa incluye 3 fases: la recolección de datos internos, en donde se aplica las herramientas de calidad; la investigación secundaria, donde se profundiza en la información buscando en fuentes indirectas y la recolección de datos o investigación primaria externa.

El análisis de la información consiste en cinco aspectos: Consolidación y análisis de los datos, presentación de los datos estableciendo la complejidad de los mismos, análisis de las causas fundamentales, proyección de los resultados e identificación de las ayudas al proceso. En este punto se deben representar gráficamente los datos para determinar la situación actual del proceso con respecto a su competencia y de esta forma determinar si existe una brecha negativa, es decir que las prácticas externas son mejores que las internas; que exista una paridad es decir que no hay diferencia entre la parte interna y externa o que se presente una brecha positiva, indicando que las prácticas internas son superiores a las externas.

Como parte final del análisis se puede aplicar la metodología DOFA [13], el cual está diseñado para encontrar un mejor acoplamiento entre las tendencias del medio, las oportunidades, amenazas y las capacidades internas, fortalezas y debilidades de la empresa. Con base en esto, la empresa puede formular estrategias para aprovechar sus fortalezas, prevenir el efecto de sus debilidades, utilizar a tiempo sus oportunidades y anticiparse al efecto de sus amenazas.

3.2.5 Tomar acciones

El principal objetivo de la investigación BM es la toma de decisiones. Con el fin de introducir mejoramientos en el desempeño de la organización, aplicando el conocimiento aprendido durante la investigación. En esta etapa se deben aplicar las recomendaciones obtenidas en el análisis de los datos. Hay que tener cuidado con las acciones a tomar ya que una mala decisión haría inútil el estudio. En este caso se deben plantear metas con el fin de disminuir las diferencias competitivas negativas, modificar las prácticas utilizadas por los competidores con el fin de adaptarlos a la estructura interna, proponer un plan de acción para el desarrollo del mejoramiento y realizar la implementación del plan. Como parte final se debe realizar un monitoreo y comunicar los resultados del estudio total con el fin de conocer la situación actual y las mejoras obtenidas con el estudio.

4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BENCHMARKING AL CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL COSTO DE FALLA

Después de conocer la metodología BM, esta es aplicada al cálculo y aplicación del costo de falla en el sector eléctrico colombiano, con el fin de determinar qué metodologías dan como resultado un valor eficiente del CF para Colombia. Esta metodología se desarrollo con infomación de la UPME y la CREG en Colombia; Victorian Energy Networks Corporation, United Energy Distribution, Centre for International Economics, Essential Services Comisión en Australia y U. S. Department of Energy en EUA. Con la infomación obtenida se analizaron los siguientes puntos: relación tarifa – CF, CF internacional, análisis DOFA del cálculo y aplicación de CF y comparación de las metodologías usadas para el cálculo del CF.

4.1 RELACIÓN TARIFA – COSTO DE FALLA

El primer punto analizado es la relación de la tarifa de energía con el costo de falla vigente en Colombia. A nivel nacional, se encuentran estudios centrados en el cálculo del costo de racionamiento programado, por este motivo los valores encontrados de CF son muy bajos, si se compara este valor con las tarifas de energía para diferentes regiones del país. En Colombia no existe una tarifa de energía eléctrica unificada para todas las regiones y el costo de falla actual es un costo promedio a nivel nacional.

En la Tabla 1 se observa los valores de la tarifa de energía para algunas comercializadoras del país y el costo de falla. Se encuentra que la compensación por fallas para el sector residencial comparado con la tarifa tiene relaciones entre 1.1 y 2.1, es decir que la máxima compensación por falla es el doble de la tarifa. Por ejemplo, en el caso de Centrales Eléctricas del Cauca la compensación por falla tiene el mismo valor de la tarifa,

mientras que en la Empresa de Energía de Cundinamarca la compensación por falla es el doble de la tarifa de energía. Al realizar estas comparaciones, se encuentra que un único CF nacional no puede compensar a todos los usuarios por igual, teniendo como consecuencia una mejor calidad de energía en unas regiones más que en otras, debido a las decisiones que adopten los Operadores de Red (OR) frente al CF.

A nivel internacional, la relación CF y tarifa tiene valores entre 1.6 y 11, al comparar estos valores con el caso nacional, se encuentra que muchas regiones del país están por fuera de los rangos internacionales.

Tabla 1. Comparación del CRO1 y tarifas de Energía Eléctrica (Estrato 4), Abril del 2006, valores en COP \$.

EMPRESAS	RESIDENCIAL		COMERCIAL Y INDUSTRIAL		DEPARTAMENTOS	COMPARACIÓN	
	ESTRATO 4	ESTRATO 6	NIVEL I	PICO		CRO1 EST4 [21]	RELACION
EBSA [14]	255,58	306,7	391,05	407,7	BOYACA, CASANARE	396,562	1,551616
CEDENAR [15]	307,73		364,83	419,8	NARIÑO	396,562	1,288669
EBC [16]	181,91	218,29	398,21		CUNDINAMARCA	396,562	2,17999
ELECTROCAQUETA [17]	321	385,2	385,2	407,5	CAQUETA	396,562	1,235396
CODENSA [18]	235,51	282,62	282,62	299,3	BOGOTA, CUND.	396,562	1,683844
ENERTOLIMA [19]	274,99	329,99	329,99		TOLIMA	396,562	1,442096
CENTRALES ELÉCTRICAS DEL CAUCA [20]	336,047	336,047			CAUCA	396,562	1,180079

4.2 COMPARACIÓN INTERNACIONAL DEL CF

El segundo punto analizado son los costos de falla a nivel internacional. Se encuentra que en la mayoría de países existe una diferencia entre los valores de CF de los sectores comercial e industrial con el residencial, a diferencia de lo que ocurre en Colombia. Por otro lado los valores de CF internacionales son más altos comparados con los que tiene Colombia actualmente.

Tabla 2. Comparación de costos de falla internacionales [9-11] y tarifas de energía eléctrica. Valores en US \$/KWh.

SECTORES	AUSTRALIA 2002		Relación Costo Tarifa Australia	USA 1996		Relación Costo Tarifa USA	MEXICO 1999		Relación Costo Tarifa MEXICO	CANADA 1996		Relación Costo Tarifa Canadá
	Costo de falla	Tarifa		Costo de falla	Tarifa		Costo de falla	Tarifa		Costo de falla	Tarifa	
RESIDENCIAL	11,88			0,15	0,084	1,78	0,7	0,059	11,80	0,137	0,083	1,65
COMERCIAL	56,67	0,0657	862,55	12,87	0,046	279,78	0,75	0,042	18,02	27,69	0,083	333,61
INDUSTRIAL	18,54	0,0657	282,19	13,93	0,046	302,82	1,2	0,042	28,84	8,22	0,083	99,03

Si se compara la relación CF y tarifa colombiano con la misma relación para el sector residencial internacional (Tabla 2), se encuentran valores dentro de los rangos más bajos. Para los sectores comercial e industrial, se encuentra a nivel internacional relaciones de CF y tarifa entre 18 y 862, en el caso colombiano el máximo valor de esta relación es de 2.1. Al comparar estos valores se encuentra que los valores vigentes en Colombia son muy bajos para las empresas comerciales e industriales, lo cual tiene implicaciones mayores para las industrias las cuales se quejan del servicio de energía eléctrica ya que las pérdidas por una falla de este tipo tienen costos mucho mas grandes a los que son compensados.

4.3 ANÁLISIS DOFA DEL CÁLCULO Y APLICACIÓN DE CF

En el análisis DOFA del cálculo del costo de falla colombiano (Tabla 3), se observa que las debilidades y amenazas tienen un peso mayor a las fortalezas y oportunidades. Los valores calculados en el estudio vigente en Colombia son muy pequeños, debido principalmente al tipo de redes con las que se cuenta y a la unificación del costo por regiones, además los métodos utilizados para calcular el CF en el sector residencial pueden subestimar el CF ya que no se tienen en cuenta todas las restricciones debido a la dificultad de la aplicación del modelo, los cuales pueden hacer perder validez a los resultados. El método de variación compensada ya no es un método utilizado a nivel internacional y no tiene en cuenta la apreciación del servicio

por parte de los usuarios. Como oportunidades a los modelos utilizados actualmente en Colombia, se encuentra una aplicación errónea de las otras metodologías las cuales podrían llevar a valores muy altos que no representa el verdadero CF.

Tabla 3. DOFA-Calculo del costo de falla

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>Costo falla promedio entre los sectores residencial, comercial e industrial debido a que no se encuentran redes eléctricas diferenciadas por usos.</p> <p>Hipótesis lejos de la realidad, sobreestimando el costo de falla. No tiene en cuenta todos los usos de la electricidad, ni todos los escenarios. Relaciona el consumo eléctrico con algunas variables macroeconómicas.</p> <p>Se realizan simplificaciones que hacen perder validez a los resultados.</p>	<p>Que los consumidores no respondan con objetividad las preguntas de las encuestas para el Costeo Directo y Valoración Contingente, dando resultados erróneos en el calculo del costo de falla</p> <p>El análisis se hace para escenarios concretos y sobre casos hipotéticos</p>
FORTALEZAS	AMENAZAS
	<p>No tiene en cuenta la apreciación del servicio por parte del consumidor, ni los efectos de la falla en las actividades del usuario.</p> <p>Estudios desarrollados a nivel individual (empresas colombiana) reflejan los costos de falla reales</p> <p>Ya no es un método utilizado a nivel internacional.</p>

Para la aplicación del CF en Colombia (Tabla 4) solo se encuentran debilidades y amenazas. Existe un error conceptual en la aplicación ya que a nivel de regulación este valor es utilizado para compensar las interrupciones programadas y no programadas, sin hacer diferencia entre ellas, donde el valor calculado actual representa únicamente el CF programado, por ejemplo en Uruguay [22], se le da un peso a las interrupciones programadas y otro a las no programadas con el fin de castigar con un valor mayor a las interrupciones no programadas, las cuales causan un daño mayor a las empresas. Por otro lado, un único CF a nivel nacional causa que en algunas regiones del país la tarifa de energía sea más cara que el CF a nivel nacional. Dentro de las amenazas, se encuentra como un mal indicador de racionamiento, porque los bajos valores de CF no incentivan a las empresas en invertir, teniendo como la alternativa mas barata el racionamiento.

Tabla 4. DOFA-Aplicación del costo de falla

DEBILIDADES
Regulación: Uso inadecuado del costo de racionamiento programado, ya que es utilizado como si fuera no programado. Costo único promedio nacional. En algunas regiones el precio de la energía es mas caro que el costo de falla
AMENAZAS
Mal indicador de racionamiento No inversión en el sistema eléctrico debido a que los pagos por costos de falla son más económicos que la mejora del sistema eléctrico (Caso Latinoamérica) Desincentivo para realizar contratos que aseguren la disponibilidad de energía en momentos de insuficiencia.

4.4 COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DEL CF

Como parte final del análisis se hace una comparación entre los métodos más utilizados para el cálculo del CF. Como se observa en la Tabla 5, el método utilizado en Colombia para el sector residencial es obsoleto ya que tiene como resultado valores muy bajos de CF, además ya no es utilizado a nivel internacional.

El método de variación compensada se encuentra en desventaja comparado con las otras metodologías, ya que produce una medida parcial del costo, omitiendo el hecho de que la electricidad tiene diversos usos y que cada uno tiene un impacto diferente cuando se raciona. En este caso solo se tiene en cuenta el uso menos útil, para calcular el costo, suponiendo que se puede hacer una perfecta sustitución de los usos de electricidad, y que el consumidor puede escoger el momento y uso para ajustar su demanda. Además ignora los efectos de largo plazo y las elasticidades empleadas muchas veces no reflejan las respuestas de los consumidores.

Para el caso de la valoración contingente se puede obtener una estimación confiable, siempre y cuando se pregunte por la disposición a pagar, y se use el método de doble pregunta y se recuerde constantemente al entrevistado la

gran cantidad de mejoras que podrían tenerse, aunque los encuestados pueden dar respuestas sesgadas porque ellos comprenden que una respuesta exacta implicaría incrementos en los precios futuros del bien sujeto a valoración. Después de este análisis se encuentra que para el sector residencial el método que se debería utilizar es la valoración contingente.

En el caso del sector comercial e industrial se encuentra que el método para el cálculo de CF que más se acerca al verdadero CF es el costeo directo, este método es utilizado en Colombia pero al encontrar un valor promedio a nivel nacional e integrar estos sectores con el sector residencial, el valor obtenido es muy bajo. Para este sector se propone el cálculo del CF separado del sector residencial por medio del método costeo directo.

Tabla 5. Comparación métodos utilizados para el calculo del costo de falla

COMPARACION	VALORACION CONTINGENTE	VARIACION COMPENSADA	COSTEO DIRECTO
Facilidad de adquisición de datos	Necesidad de encuesta. Se debe conocer la disposición a pagar, disposición a recibir, y hacer preguntas con doble frontera	Aplicación de un modelo matemático	Necesidad de encuesta. Preguntas sobre los costos en las empresas, muchas veces confidenciales
Resultados obtenidos	Valores comparables a nivel mundial	Valores muy bajos	Valores comparables a nivel mundial
Dificultad de la aplicación de la metodología	Analizar los datos obtenidos. Aplicación modelo econométrico Logit	Proponer el modelo de optimización, sujeto a unas restricciones determinadas en la investigación. La dificultad se basa en el número de restricciones utilizadas	Analizar los datos obtenidos
Aplicaciones a nivel mundial	Australia (Residencial - R), Estados Unidos (R), Colombia (En estudio)	Colombia, Chile	Australia (Comercial-C/ Industrial - I), Estados Unidos(C-I), Chile (I), Colombia

Como resultado final de la investigación benchmarking funcional, etapa 5 de la metodología, se encuentra que los mejores métodos para realizar el cálculo del costo de falla en el sector eléctrico colombiano son la valoración contingente para el sector residencial y costeo directo para el sector comercial e industrial. En el caso del sector residencial, se encuentra que el método utilizado actualmente, variación compensada, hace varias suposiciones y no tiene en cuenta todas las restricciones en el modelo

IEME-I-06-05

debido a la dificultad matemática, lo que lleva a valores muy bajos de CF, estas dificultades no se presentan en el método propuesto, valoración contingente, ya que tiene en cuenta la disposición a pagar y a recibir de los usuarios. Para el sector comercial e industrial, el método aplicado a nivel nacional e internacional es el costeo directo, en el cual se calcula el CF a partir de los costos ocasionados por la presencia de cortes no programado en las empresas.

5. CÁLCULO DEL COSTO DE FALLA SECTOR RESIDENCIAL

Después de conocer el método que debe ser aplicado para el cálculo del costo de falla del sector residencial, se debe comenzar con el diseño de las preguntas de la encuesta con el fin de cumplir con los objetivos propuestos y llegar a resultados no lejanos de la realidad, basados en la información dada por los consumidores. En la primera parte, se da una descripción de las preguntas realizadas en la encuesta y en la segunda parte se dan los resultados de la aplicación de la encuesta a los consumidores del servicio de energía eléctrica en Colombia.

5.1 DESARROLLO DE LA ENCUESTA

Para el desarrollo de la encuesta se tuvo en cuenta modelos desarrollados a nivel internacional [11], adaptándolos al caso colombiano. La encuesta consta de 13 preguntas (Anexo 1), las primeras 6 corresponden a datos de los consumidores como: consumo, estrato, capacidad instalada, el indicador de duración equivalente de las interrupciones del servicio eléctrico (DES) y el indicador de frecuencia equivalente de las interrupciones del servicio eléctrico (FES) [2], valor de la factura. Las siguientes 3 preguntas corresponden a la caracterización de las interrupciones que perciben los consumidores, para esto se pregunta a los consumidores el número de cortes experimentados los últimos 12 meses, la duración de esas interrupciones y las horas críticas de interrupción para cada uno de los usuarios. Otras dos preguntas corresponden a las acciones que tomarían los consumidores cuando se presentan cortes programados y no programados de energía. Y por último se encuentran las preguntas de la disposición a pagar y la disposición a recibir, que se describen a continuación.

5.1.1 Disposición a Pagar (DAP)

La pregunta 10 corresponde a la disposición a pagar (DAP) de los usuarios mensualmente si se presenta una disminución a la mitad de los cortes de energía en Colombia.

En este caso se aplica la pregunta con doble frontera con el fin de no subestimar el CF. La pregunta es la siguiente:

En Colombia, se encuentra que la duración de los cortes de luz al año es de 17 horas. Si se instalan equipos para reducir los cortes de luz a la mitad, pero para esto se debe hacer un cobro adicional, ¿Estaría Ud. dispuesto a pagar un adicional de $\$ X_j$ en su factura mensual por este servicio?

Si y un adicional de $\$ X_{j+1}$ Si No

No y un adicional de $\$ X_{j-1}$ Si No

El subíndice j corresponde a los grupos propuestos de DAP. Para esto se formaron 7 grupos (Tabla 6), en los cuales se incluyen los posibles valores de la disposición a pagar de los consumidores. Estos valores son calculados por medio del costo de la energía no suministrada en Colombia, suponiendo que este valor es proporcional a una constante K por la tarifa de energía. Este valor se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Energía no Suministrada} = (T \text{ interrupción año}) * (\text{Tarifa de energía}) * (P \text{ media}) * (K)$$

De [23] se encuentra que el valor promedio de las interrupciones en Colombia es de 17 horas al año, el consumo mensual de energía por consumidor residencial es de aproximadamente 512.2 kWh, y la tarifa de energía está alrededor de los COP \$250. Si se reemplazan estos valores en la ecuación anterior, se encuentra que el costo de la energía no suministrada mensual es de COP $\$251.95 * (K)$. El valor de K corresponde al rango de valores que toma el CF del sector residencial a nivel internacional, se

encuentra que este valor oscila entre COP \$250 y COP \$6500. Con estos valores se obtienen los grupos de DAP de la Tabla 6.

Tabla 6. Grupos propuestos para la disposición a pagar

Grupo	Valor de la DAP (COP \$)	Valor de la DAP (USD \$)
0	\$500	0.20
1	\$1000	0.39
2	\$1500	0.59
3	\$2000	0.78
4	\$3000	1.18
5	\$4000	1.57
6	\$5000	1.96
7	\$6000	2.35

5.1.2 Disposición a Recibir (DAR)

La pregunta 11 corresponde a la disposición a recibir mensualmente si el promedio de horas sin servicio de luz al año aumentan. Para esto se seleccionaron los posibles valores a recibir y se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores propuestos para la disposición a recibir

Valor de la DAR (COP \$)	Valor de la DAR (USD \$)
\$0	0
\$1000	0.39
\$2000	0.78
\$3000	1.18
\$4000	1.57
\$5000	1.96
\$6000	2.35

5.2 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN

La encuesta fue aplicada a 60 personas de diferentes estratos en la ciudad de Bogotá, con el fin de conocer su percepción acerca del costo de falla. Inicialmente se quiere conocer la tendencia de los datos con el fin de hacer comparaciones con el costo de falla actual en Colombia y determinar si tienen valores cercanos o son muy diferentes.

El primer análisis realizado es el valor promedio del costo de energía en los encuestados, la Fig. 4 muestra el histograma de estos datos. Se encuentra un valor medio de COP \$42.196 (USD \$16.54) y el rango con mayor frecuencia se encuentra alrededor de los COP \$29.085 (USD \$11.40).

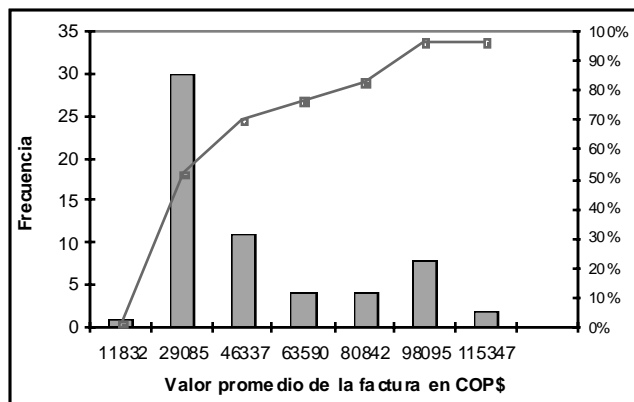


Figura 4. Valor promedio de la factura de energía en COP \$

Las Fig. 5 y 6 muestran los histogramas correspondientes a los indicadores de calidad FES y DES. En el caso del FES, se encuentra un valor promedio de 2.06 entre los encuestados, y el rango con mayor frecuencia se encuentra entre 0 y 1 interrupciones. Para el DES se encuentra un valor promedio de 0.55, y el rango con mayor frecuencia se encuentra alrededor de 0.57 horas de interrupción.

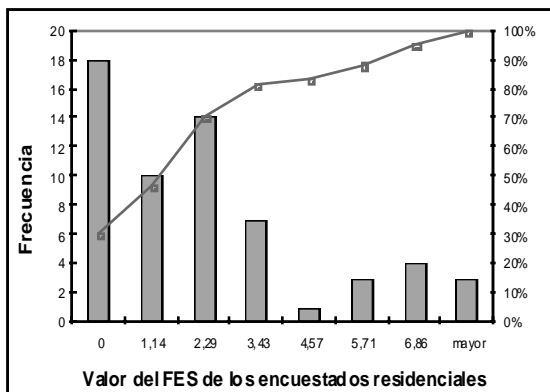


Figura 5. Valor del FES de los encuestados residenciales

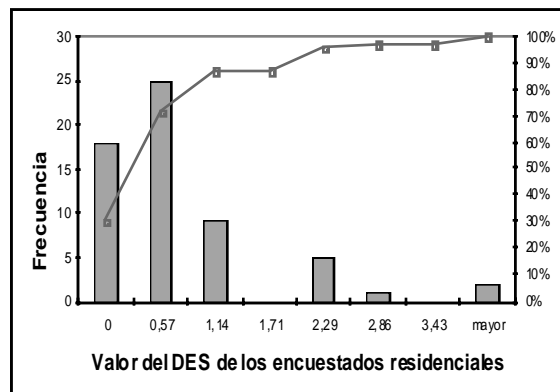


Figura 6. Valor del DES de los encuestados residenciales

En la Tabla 8, se encuentra el comportamiento de la duración de las interrupciones dentro de los encuestados, se observa que los cortes entre 20 minutos y 1 hora tienen un porcentaje mayor al 50%, mientras que los cortes menores a 10 minutos no son perceptibles por los usuarios.

Tabla 8. Comportamiento de la duración de las interrupciones de los encuestados

Duración	Nº Interrupciones	%
>10 MIN	0	0%
10-20 MIN	10	17%
20-30MIN	16	27%
30MIN-1H	15	25%
1-2H	4	7%
2-4H	6	10%
4-8H	3	5%
<8H	2	3%
NS	4	7%
TOTAL	60	100%

Se encuentra que los consumidores entrevistados perciben un 32 % de cortes entre 2 y 4 por año, y un 23% entre 9 y 11 cortes. Por otro lado se observa que la hora más crítica en la cual pueden ocurrir los cortes está entre las 6PM y las 9PM.

Tabla 9. Comportamiento del Nº de interrupciones de los encuestados

Clase	Frecuencia	%
0	1	2%
Entre 0 y 2	7	12%
Entre 2 y 4	19	32%
Entre 4 y 6	10	17%
Entre 6 y 9	8	13%
Entre 9 y 11	14	23%
Mayor a 11	1	2%

5.2.1 DAP

Después de conocer el comportamiento de los cortes de energía en los encuestados, se puede iniciar el cálculo del costo de falla. Inicialmente se analizan los datos obtenidos de la encuesta para la disposición a pagar

(DAP), los cuales se resumen en la Tabla 10, se encuentran los montos propuestos a pagar, el número total de encuestados por cada monto, el número de personas que respondieron que sí están dispuestos a pagar esa cantidad de dinero y su respectivo porcentaje.

Tabla 10. Resumen de disposición a pagar.

Monto adicional a pagar	Total	SI Frecuencia	% SI
\$1000	12	8	67%
\$1500	16	9	56%
\$2000	20	11	55%
\$3000	28	12	43%
\$4000	28	12	43%
\$5000	14	4	29%

Para analizar los resultados encontrados se utiliza la función de probabilidad logit [4], donde la probabilidad de aceptar el monto X tiene la forma:

$$P(\text{Aceptar}X) = (1 + e^{-bX})^{-1}$$

Los valores de a y b, se calculan por medio del método de máxima verosimilitud. El valor del costo de falla se calcula por medio de la media truncada de la función definida como:

$$DAP = \frac{\ln(1 + e^a)}{b}$$

Con la información obtenida por medio de las encuestas, se aplica la función de probabilidad Logit por medio del programa de análisis estadístico SPSS, obteniendo como resultado que el costo de falla para el sector residencial en el caso de DAP es de COP \$986 (USD \$0.37) por factura. Al comparar este valor con el valor vigente se encuentra que el calculado es casi 2 veces más grande que el actual, y al compararlo con la tarifa de energía se encuentra una relación mayor a 2.

5.2.2 DAR

En la Tabla 11, se encuentra el resumen con relación a la disposición a recibir (DAR) de los usuarios encuestados si se aumentan las interrupciones al año. En este caso ningún encuestado respondió que la compensación debería ser 0 y el 16% de los encuestados no pueden determinar cual debería ser la compensación.

Tabla 11. Disposición a recibir

Compensación por corte	Frecuencia	%
\$1000	18	36%
\$2000	13	26%
\$3000	5	10%
\$4000	7	14%
\$5000	3	6%
\$6000	4	8%
Total Válidas	50	100%
No sabe	10	

A partir de estos datos y con la energía no suministrada, incremento de ENS en 1 hora, se calcula el CF por medio de la función de probabilidad Logit. En la Fig. 7, se muestra la distribución de probabilidad de DAR, con los datos reales y los estimados. Como resultado se obtiene que el costo de falla para DAR es de COP \$1173 (USD \$ 0.46). Al igual que en el caso anterior, se encuentra que el valor calculado es mayor al vigente actualmente.

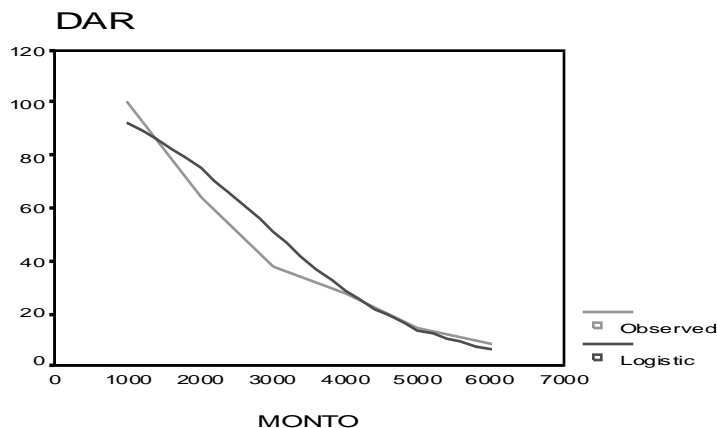


Figura 7. Distribución de probabilidad DAR

5.2.3 DAP Y DAR

Para el calculo del CF falla promedio por kWh, se utilizan los valores obtenidos de la DAP, la DAR y la potencia promedio de los encuestados. A partir de estos datos se encuentra que el CF promedio es de COP \$/kWh 3482 (USD \$/kWh 1.36). Al comparar este valor con el vigente, se encuentra que el calculado es casi 9 veces el vigente. Si se compara con la tarifa de energía es casi 12 veces mayor, este valor esta dentro de los encontrados a nivel internacional. De acuerdo con el CF calculado, el valor del CF para el sector residencial debería ser mayor al vigente.

Al comparar los valores de costo de falla obtenidos se encuentra que en el caso DAP es menor que el de DAR. Esto nos da un rango de los valores que CF podría tomar, para este caso se encuentra que el rango está entre COP\$/kWh 3181 (USD\$/kWh 1.25) y COP\$/kWh 3874 (USD\$/kWh 1.48), confirmando que la aplicación del método y los datos utilizados es la correcta.

5.2.4 Alternativas de sustitución

En las dos últimas preguntas de la encuesta se conoce cuales son las alternativas que tienen los usuarios residenciales para enfrentar los cortes de energía, si se presentan interrupciones prolongadas y esporádicas de más de 4 horas en un horario crítico o si se efectúa en forma periódica y durante aproximadamente dos meses interrupciones de 2 horas en el servicio en un horario determinado y que es avisado previamente.

En la Tabla 12, se resumen las respuestas de los encuestados en el caso de cortes programados y no programados. En el caso de los cortes programados, se encuentra que el 53% de los encuestados comprarían velas

para alumbrarse y que el 17% iría a donde un familiar o amigo para pasar el tiempo. En el caso de los cortes no programados el 45% utilizaría velas para alumbrarse, mientras el 27% cambiaría el horario para realizar sus actividades. En ninguno de los dos casos se compraría o utilizaría una planta eléctrica para enfrentar los cortes de energía.

Tabla 12. Alternativas de sustitución

SUSTITUCIÓN	CORTES PROGRAMADOS		CORTES NO PROGRAMADOS	
	FRECUENCIA	%	FRECUENCIA	%
VELAS	32	53%	27	45%
LINTERNA	6	10%	2	3%
AMIGO/FAMIL	10	17%	12	20%
RESTAUR.	0	0%	2	3%
UPS	2	3%	1	2%
PLANTA ELEC.	0	0%	0	0%
OTRO HORARIO	9	15%	16	27%
NA	1	2%	0	0%

6. CÁLCULO DEL COSTO DE FALLA SECTOR COMERCIAL E INDUSTRIAL.

Por medio de la metodología benchmarking, se encuentra que el mejor método para calcular el costo de falla en el sector comercial e industrial es el costeo directo. Con el fin de obtener información por parte de las empresas se desarrolló una encuesta que se describe a continuación.

6.1 DESARROLLO DE LA ENCUESTA

Para el desarrollo de la encuesta, al igual que en el caso del sector residencial, se tuvo en cuenta modelos nacionales [5] e internacionales [11] con el fin de diseñar las preguntas que respondan a las necesidades y especialmente que den información valiosa para el cálculo del CF.

Con base en esta información se desarrolló la encuesta (Anexo 2) que consta de 13 preguntas. Las 5 primeras preguntas corresponden a datos de las empresas relacionados con: consumo mensual, capacidad instalada, DES, FES, valor de la factura. Las siguientes tres preguntas corresponden a la caracterización de las interrupciones: número de interrupciones anuales, duración de las interrupciones y horas críticas de interrupción.

La pregunta 9 corresponde a los costos por interrupciones no programadas de energía. Para esto se tienen 4 duraciones de interrupciones (20min, 1h, 2h y 4h) y se pregunta acerca de los costos de operación del equipo de respaldo, daños en materia prima o material almacenado, daños a equipos, salarios pagados personal indisponible para trabajar por el corte, costos laborales por sobre tiempo para recuperar la producción perdida, ventas de producción que no puede hacerse, costos de recuperación de la producción.

En la pregunta 10 se preguntan los costos si se presentan cortes programados de energía. Y las tres últimas preguntas, tienen como fin conocer si las empresas han calculado el costo que tiene un corte de electricidad para ellos.

6.2 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN

La encuesta fue aplicada a 8 empresas, entre comerciales e industriales, con el fin de conocer su percepción acerca del costo de falla por medio del costeo directo y una tendencia sobre el mismo. A continuación se describen los resultados de los puntos encuestados.

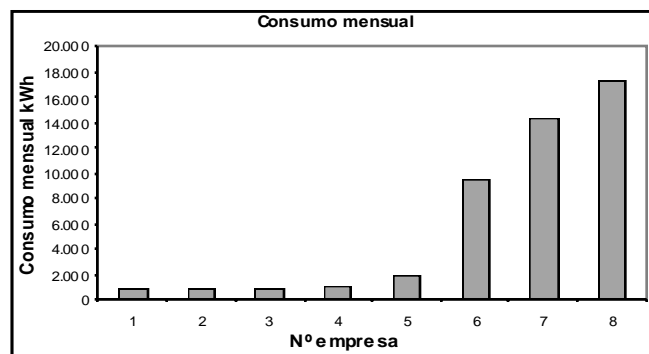


Figura 8. Consumo mensual en las empresas kWh.

En la Fig. 8 se muestran los rangos de consumo de energía para cada una de las empresas encuestadas, se encuentran valores desde 750kWh-mes hasta 17360kwh-mes. Con relación al número de cortes de energía, el 38% presenta 1 corte de energía anual, un 25 % tiene entre 1 y 5 cortes, otro 25% tiene entre 5 y 10 cortes y un 13% presenta un número de cortes mayores a 10.

Tabla 13. Distribución de los cortes de energía. Sector comercial e industrial.

Cortes de energía	Porcentaje
Entre 0 y 1	38%
Entre 1 y 5	25%
Entre 5 y 10	25%
Mayor a 10	13%

Se encuentra que el 72% de los encuestados tienen cortes de energía entre 10 minutos y 1 hora, para este caso todas las empresas presentan cortes de energía en el último año.

Tabla 14. Duración de los cortes de energía. Sector comercial e industrial.

Duración de Cortes de Energía	Porcentaje
Entre 10 y 30 MIN	38%
Entre 30MIN Y 1H	38%
Entre 1H Y 2H	13%
Mayor a 2H	13%

Con relación a los días críticos de interrupción se encuentra que el 38% se ve afectado durante la semana completa, para otro 38% le es indiferente el día en que ocurra la interrupción y para un 25% el horario más crítico es entre semana.

Tabla 15. Días críticos de interrupciones para los sectores comercial e industrial.

Días críticos de Interrupción	%
ENTRE SEMANA	25%
7 DIAS	38%
INDIFERENTE	38%

Con base en la información obtenida de las preguntas 9 y 10 se calcula el costo de falla para interrupciones no programadas y programadas.

6.2.1 Cálculo del costo de falla no programado

El primer paso para calcular el CF es determinar los costos totales por la presencia de cortes no programados de acuerdo a la duración de la interrupción y el consumo de electricidad anual de los encuestados. Con esta información se calcula el costo de la interrupción normalizado en términos de \$/kWh consumidos, con base en este último valor se calcula el CF de acuerdo con la duración de la interrupción. En la Tabla 16, se muestran los

costos de falla obtenidos para diferentes duraciones de interrupciones en el caso de cortes no programados.

Tabla 16. Costo de Falla para el sector comercial e industrial con interrupciones no programadas

Duración de la interrupción	Costos totales COP \$	Costos interrupción. normalizado (\$/kWh consumidos)	CF energía (COP \$/kWh)	Costo de falla energía (USD \$/kWh)
20 MINUTOS	882.050.000	3.94	103550	40.61
1 HORA	902.430.000	4.03	35314	13.85
2 HORAS	905.440.000	3.37	14763	5.79
4 HORAS	914.540.000	1.70	3727	1.46

TRM (17 Julio de 2006): \$2549.77 pesos

Para este caso se encuentra que a medida que aumenta el tiempo de la interrupción los costos totales de las empresas aumentan, mientras que los CF disminuyen, esto se debe a que para la mayoría de las empresas encuestadas un corte pequeño tiene el mismo efecto que uno de mayor duración.

Con relación a los valores del CF se encuentra, que para el caso de la compensación para un corte de 1 hora, se tienen un valor de CF de COP \$35.314, al comparar este valor con el costo actual de falla en Colombia (Fig. 2), se encuentra que el valor vigente es muy pequeño y no alcanza a compensar todos los costos que sufren los empresarios en el caso en que se presenten cortes no programados. En este caso, ninguno de los valores encontrados de CF no programado para las diferentes duraciones de interrupción se acerca al valor de CF vigente en Colombia.

Por último, al comparar el valor de CF calculado con los valores de CF a nivel internacional, se encuentra que este valor está dentro de los rangos investigados.

6.2.2 Cálculo del costo de falla programado

Para calcular el costo de falla programado, se utiliza la misma metodología que para las interrupciones no programadas. En la Tabla 17, se presenta los resultados del cálculo del costo de falla en el caso de interrupciones programadas. Se encuentra, al igual que en el caso de las interrupciones no programadas, que los costos por pérdidas crecen al aumentar la duración de las interrupciones, mientras que el CF disminuye. Para este caso se encuentra que para interrupciones de 1 hora, el costo de falla programado es de COP \$20.752, si se compara este valor con el CF vigente (Fig. 2.) se encuentra que este último es muy bajo, teniendo en cuenta que los estudios realizados en Colombia calculan este tipo de costos. en ninguna de las duraciones de interrupciones encuestadas el CF alcanza el valor de CF vigente.

Tabla 17. Costo de Falla para el sector comercial e industrial con interrupciones programadas

Duración de la interrupción	Costos totales COP \$	Costos interrupción normalizado (\$/kWh consumidos)	CF energía (COP \$/kWh)	Costo de falla energía (USD \$/kWh)
20 MINUTOS	510.650.000	2.28	59949	23.52
1 HORA	530.320.000	2.37	20752	8.13
2 HORAS	534.790.000	1.99	8719	3.42
4 HORAS	542.880.000	1.012	2212	0.86

Al comparar los valores de CF de las interrupciones programadas con el de las interrupciones no programadas se observa que los costos de esta última son mayores en todas las duraciones estudiadas (Fig. 9.), aunque entre mayor sea la duración de la falla, estos dos valores se acercan. Se encuentra además, que para las empresas estudiadas la presencia de cualquier corte de energía (programado y no programado) tiene costos representativos para las empresas.

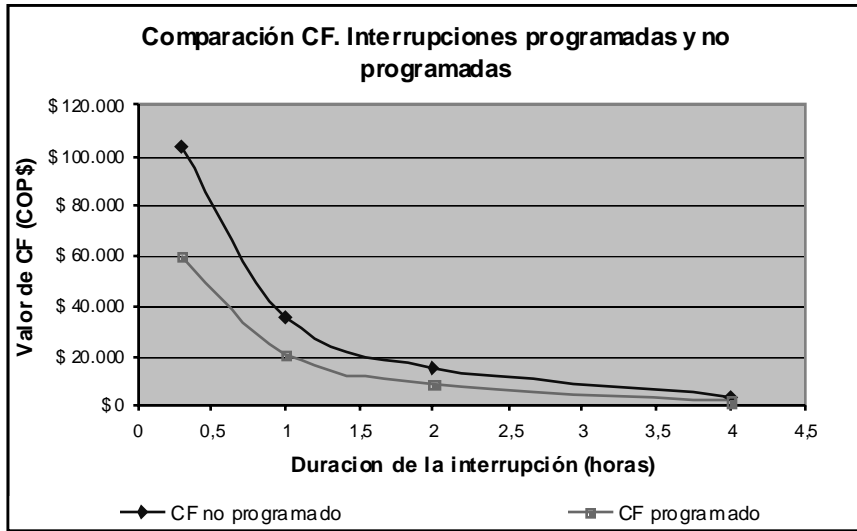


Figura 9. Comparación CF. Interrupciones programadas y no programadas

Por último, se pregunta si han calculado el costo de los cortes de energía pero se encuentra que en ninguna de las empresas encuestadas cuentan con estos datos. Se debe tener en cuenta que las empresas encuestadas necesitan entre 3 y 7 días para reprogramar sus actividades en caso de cortes programados de energía.

7. CONCLUSIONES

Se encuentra que en Colombia, mientras que la tarifa de energía eléctrica es diferente dependiendo del comercializador utilizado por los consumidores, el CF tiene un valor común para todos los consumidores. Esto tiene como resultado que en algunas regiones las compensaciones por falla tengan el mismo valor que la tarifa, y en algunos casos las empresas prefieran el pago de la compensación por falla que mejorar la calidad del servicio.

En Colombia no hay un CF por sector lo que conlleva a que los sectores comercial e industrial no reciban las compensaciones adecuadas para sus pérdidas cuando hay interrupciones no programadas, además los valores vigentes son muy bajos comparados con los encontrados a nivel internacional.

Actualmente, Colombia cuenta con un costo de racionamiento, para cortes programados, el cual está vigente desde el año 1997 y no refleja los costos reales para los usuarios. A nivel de la aplicación del CF se encuentra una utilización errónea en el país, ya que los estudios realizados tienen como resultado un CF programado y la CREG (Resolución 070-1998) utiliza este valor para calcular la compensación de CF programado y no programado.

Como resultado principal del análisis BM se tiene que los mejores métodos para el cálculo del CF a nivel residencial es la valoración contingente y para el sector comercial e industrial es el costeo directo.

Para el caso de los consumidores residenciales se encuentra, en su mayoría, que no tienen percepción del costo de falla de la energía. En muchos casos no sabían que este era compensado si se exceden los límites dados por la

regulación. Aunque todos los encuestados recordaban la presencia de cortes de energía en sus hogares.

Al realizar el cálculo del costo de falla para el sector residencial se encuentra que los valores encontrados son mayores a los vigentes en una proporción de 12, si se hace un análisis para las regiones con tarifa de energía alta esta metodología podría compensar en una mejor forma a estos usuarios.

Para las empresas comerciales e industriales, el costo de falla calculado es mayor al que rige actualmente en Colombia, comprobando que este valor debe ser recalculado ya que no compensa en su totalidad todos los costos de las empresas. Además la relación de tarifa y costo de falla se encuentra dentro de los rangos internacionales investigados.

Para las empresas comerciales e industriales, se encuentra que los cortes de energía producen pérdidas económicas sin importar si los cortes son programados o no programados, aunque los cortes programados tengan un valor menor.

Este trabajo no tiene representatividad estadística por el número de encuestas utilizadas, pero es una buena forma de conocer la aplicación de los métodos de CF y la tendencia del mismo, encontrando que los CF vigente se encuentran muy por debajo de los CF que perciben los usuarios de los sectores residencial, comercial e industrial.

Por regulación la CREG [2] establece que los cortes programados de energía deben anunciarse por lo menos con 3 días de anticipación, de acuerdo a las encuestas se encuentra que esto muchas veces no se cumple ocasionando gastos adicionales a las empresas ya que no pueden cumplir con las producciones o con las actividades previamente programadas.

IEME-I-06-05


A nivel futuro, se recomienda una revisión y una profundización en el cálculo del costo de falla de energía, porque al realizar los cálculos, se comprueba que los valores que rigen actualmente no corresponden a una compensación efectiva para los usuarios, además de estar lejos de los valores encontrados a nivel internacional.

8. BIBLIOGRAFÍA


- [1] Raineri, Ricardo. Ríos Sebastián. "Costo de Falla y Precios para Valorizar las Transferencias de energía en el CDEC". Diciembre 28 de 1998.
- [2] Comisión de Regulación de Energía y Gas. CREG 070-1998, Resolución por la cual se establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.
- [3] "Costos de Racionamiento de Energía Eléctrica. Sectores Industrial, Residencial, Comercio y Servicios. Sistema Interconectado Colombiano.". Sistecom Ltda. y Econometría Ltda. 1986.
- [4] "Metodología y Costos del Racionamiento Eléctrico, Informe Final.". Universidades de Antioquia y Nacional de Colombia. 1997.
- [5] "Estudio de costos de racionamiento de electricidad y gas natural". Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Documento N° C76-IN-F-010. Itansuca Ltda. y Sinergia Ltda. Enero de 2004.
- [6] Luenberg, D. G. Microeconomic Theory. McGraw-Hill 1995
- [7] Chumacero, Rómulo, Ricardo Paredes, José Miguel Sánchez, 2000. "Regulación para Crisis de Abastecimiento: Lecciones del Racionamiento Eléctrico en Chile", Cuadernos de Economía, Año 37, N° 111,
- [8] Review of willingness - to - pay methodologies. Centre for International Economics Canberra & Sydney. 17 August 2001.
- [9] Value of Lost Load Study for Victorian Power Exchange. Monash University. Report N° 1997-C-10. Agosto 1997.
- [10] Electrical Power Interruption Cost Estimates for Individual Industries, Sectors, and U.S. Economy. Pacific Northwest National Laboratory. February 2002.
- [11] Assessment of the Value of Customer Reliability (VCR). VENCORP. Charles River Associates (Asia Pacific) Pty Ltd. Australia, Dic. 2002.
- [12] Spendolini, Michael J. The Benchmarking book. AMACOM, 1992.

- [13] Serna Humberto. "Gerencia estratégica". 3R Editores. Bogotá, 2000
- [14] Empresa de Energía de Boyacá. S.A. E.S.P. Tarifas de energía Eléctrica. Oct. 2005.
- [15] Centrales Eléctricas de Nariño. S.A. E.S.P. Costo unitario de prestación del servicio de energía eléctrica. Mayo 2005
- [16] Empresa de Energía de Cundinamarca. S.A. E.S.P. Tarifas de energía Eléctrica. Septiembre 2005.
- [17] Electrificadora Del Caquetá S.A. – E.S.P. Tarifas a cobrar a usuarios regulados periodo de facturación Septiembre 2005.
- [18] CODENSA S.A. ESP. Tarifas de energía eléctrica (\$/Kwh.). Sep. 2005.
- [19] Compañía Energética del Tolima S. A. E.S.P. Tarifas para los clientes regulados en el departamento del Tolima. Abril 2005.
- [20] Centrales Eléctricas del Cauca S.A. E.S.P. Tarifas vigentes para el mercado regulado mes de Enero 2006 sin contribución.
- [21] Unidad de Planeación Minero Energética. Costo Incremental operativo de Racionamiento de Energía. Abril 2006.
- [22] Res URSEA 29-003. Reglamento de calidad del servicio de distribución Uruguay. Calculo de compensaciones en el régimen permanente para Uruguay. 2003
- [23] La reforma del sector eléctrico en Colombia. Breve análisis y crítica constructiva. Octubre 2005.

ANEXO 1. ENCUESTA PARA EL SECTOR RESIDENCIAL

	<p>ENCUESTA SOBRE COSTO DE FALLA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. SECTOR RESIDENCIAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES LA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA</p>	No. _____																							
1. Capacidad instalada [KVA] _____ 2. Carga pico [A] _____ 3. Consumo mensual [KWh] _____	4. Estrato _____ 5. Indicadores FES _____ DES _____ 6. Valor de la factura _____																								
7. ¿Cuántos cortes de energía eléctrica ha experimentado en los últimos 12 meses? _____ 8. Recuerda la duración aproximada del último corte de energía eléctrica? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Menos de 10 minutos</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Entre 10 y 20 minutos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Entre 20 y 30 minutos</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 30 minutos y 1 hora</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Entre 1 y 2 horas</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 2 y 4 horas</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Entre 4 y 8 horas</td> <td><input type="checkbox"/> Más de 8 horas</td> </tr> </table> 9. ¿Cuál es la peor hora del día en que para Ud. le puede ocurrir un corte de energía eléctrica? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> De 6 am a 9 am</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> De 9 am a 12 pm</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> De 12 pm a 3 pm</td> <td><input type="checkbox"/> De 3 pm a 6 pm</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> De 6 pm a 9 pm</td> <td><input type="checkbox"/> De 9 pm a 7 am</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Le es indiferente</td> <td></td> </tr> </table> 10. En Colombia, se encuentra que la duración de los cortes de luz al año es de 17 horas. Si se instalan equipos para reducir los cortes de luz a la mitad, pero para esto se debe hacer un cobro adicional, ¿Estaría Ud. dispuesto a pagar un adicional de \$ <u>X_i</u> en su factura mensual por este servicio? <input type="checkbox"/> Si (entrevistador continúe la pregunta) y un adicional de \$ <u>X_{i+1}</u> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No (entrevistador continúe la pregunta) y un adicional de \$ <u>X_{i+1}</u> <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Menos de 10 minutos	<input type="checkbox"/> Entre 10 y 20 minutos	<input type="checkbox"/> Entre 20 y 30 minutos	<input type="checkbox"/> Entre 30 minutos y 1 hora	<input type="checkbox"/> Entre 1 y 2 horas	<input type="checkbox"/> Entre 2 y 4 horas	<input type="checkbox"/> Entre 4 y 8 horas	<input type="checkbox"/> Más de 8 horas	<input type="checkbox"/> De 6 am a 9 am	<input type="checkbox"/> De 9 am a 12 pm	<input type="checkbox"/> De 12 pm a 3 pm	<input type="checkbox"/> De 3 pm a 6 pm	<input type="checkbox"/> De 6 pm a 9 pm	<input type="checkbox"/> De 9 pm a 7 am	<input type="checkbox"/> Le es indiferente									
<input type="checkbox"/> Menos de 10 minutos	<input type="checkbox"/> Entre 10 y 20 minutos																								
<input type="checkbox"/> Entre 20 y 30 minutos	<input type="checkbox"/> Entre 30 minutos y 1 hora																								
<input type="checkbox"/> Entre 1 y 2 horas	<input type="checkbox"/> Entre 2 y 4 horas																								
<input type="checkbox"/> Entre 4 y 8 horas	<input type="checkbox"/> Más de 8 horas																								
<input type="checkbox"/> De 6 am a 9 am	<input type="checkbox"/> De 9 am a 12 pm																								
<input type="checkbox"/> De 12 pm a 3 pm	<input type="checkbox"/> De 3 pm a 6 pm																								
<input type="checkbox"/> De 6 pm a 9 pm	<input type="checkbox"/> De 9 pm a 7 am																								
<input type="checkbox"/> Le es indiferente																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Grupo</th> <th style="width: 10%;">0</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 10%;">3</th> <th style="width: 10%;">4</th> <th style="width: 10%;">5</th> <th style="width: 10%;">6</th> <th style="width: 10%;">7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Xi Col\$</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">1000</td> <td style="text-align: center;">1500</td> <td style="text-align: center;">2000</td> <td style="text-align: center;">3000</td> <td style="text-align: center;">4000</td> <td style="text-align: center;">5000</td> <td style="text-align: center;">6000</td> </tr> </tbody> </table>		Grupo	0	1	2	3	4	5	6	7	Xi Col\$	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000						
Grupo	0	1	2	3	4	5	6	7																	
Xi Col\$	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000																	
11. Suponga se hará un descuento en la próxima factura si el promedio de horas sin servicio de luz al año aumenta. De los siguientes valores indique cual le parece que sea una compensación adecuada por los inconvenientes que le causan los cortes del servicio. Tenga en cuenta que actualmente se paga aproximadamente Col \$250 por hora de energía eléctrica <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> No es necesaria una compensación</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> \$ 1000 por hora adicional</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> \$ 2000 por hora adicional</td> <td><input type="checkbox"/> \$ 3000 por hora adicional</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> \$ 4000 por hora adicional</td> <td><input type="checkbox"/> \$ 5000 por hora adicional</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> \$ 6000 por hora adicional</td> <td><input type="checkbox"/> No sabría cuanto debería ser</td> </tr> </table> 12. Si se efectua una interrupción prolongada y esporádica de más de 4 horas en el horario más crítico para usted ¿Qué cosas haría durante ese tiempo? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Compraría / usaría velas para alumbrarse</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Compraría / usaría una linterna para alumbrar mejor</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Iría a donde un amigo o familiar a pasar el tiempo</td> <td><input type="checkbox"/> Iría a un restaurante a comer</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Compraría /usaría una UPS para el computador</td> <td><input type="checkbox"/> Compraría /usaría una planta eléctrica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Realizar las actividades cotidianas en otro horario</td> <td><input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores</td> </tr> </table> 13. Si se efectua en forma periódica y durante aproximadamente dos meses interrupciones de 2 horas en el servicio en un horario determinado y que a usted se le avisa ¿Qué cosas haría durante ese tiempo? <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Compraría / usaría velas para alumbrarse</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Compraría / usaría una linterna para alumbrar mejor</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Iría a donde un amigo o familiar a pasar el tiempo</td> <td><input type="checkbox"/> Iría a un restaurante a comer</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Compraría /usaría una UPS para el computador</td> <td><input type="checkbox"/> Compraría /usaría una planta eléctrica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Realizar las actividades cotidianas en otro horario</td> <td><input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> No es necesaria una compensación	<input type="checkbox"/> \$ 1000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 2000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 3000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 4000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 5000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 6000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> No sabría cuanto debería ser	<input type="checkbox"/> Compraría / usaría velas para alumbrarse	<input type="checkbox"/> Compraría / usaría una linterna para alumbrar mejor	<input type="checkbox"/> Iría a donde un amigo o familiar a pasar el tiempo	<input type="checkbox"/> Iría a un restaurante a comer	<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una UPS para el computador	<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una planta eléctrica	<input type="checkbox"/> Realizar las actividades cotidianas en otro horario	<input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores	<input type="checkbox"/> Compraría / usaría velas para alumbrarse	<input type="checkbox"/> Compraría / usaría una linterna para alumbrar mejor	<input type="checkbox"/> Iría a donde un amigo o familiar a pasar el tiempo	<input type="checkbox"/> Iría a un restaurante a comer	<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una UPS para el computador	<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una planta eléctrica	<input type="checkbox"/> Realizar las actividades cotidianas en otro horario	<input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores
<input type="checkbox"/> No es necesaria una compensación	<input type="checkbox"/> \$ 1000 por hora adicional																								
<input type="checkbox"/> \$ 2000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 3000 por hora adicional																								
<input type="checkbox"/> \$ 4000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> \$ 5000 por hora adicional																								
<input type="checkbox"/> \$ 6000 por hora adicional	<input type="checkbox"/> No sabría cuanto debería ser																								
<input type="checkbox"/> Compraría / usaría velas para alumbrarse	<input type="checkbox"/> Compraría / usaría una linterna para alumbrar mejor																								
<input type="checkbox"/> Iría a donde un amigo o familiar a pasar el tiempo	<input type="checkbox"/> Iría a un restaurante a comer																								
<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una UPS para el computador	<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una planta eléctrica																								
<input type="checkbox"/> Realizar las actividades cotidianas en otro horario	<input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores																								
<input type="checkbox"/> Compraría / usaría velas para alumbrarse	<input type="checkbox"/> Compraría / usaría una linterna para alumbrar mejor																								
<input type="checkbox"/> Iría a donde un amigo o familiar a pasar el tiempo	<input type="checkbox"/> Iría a un restaurante a comer																								
<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una UPS para el computador	<input type="checkbox"/> Compraría /usaría una planta eléctrica																								
<input type="checkbox"/> Realizar las actividades cotidianas en otro horario	<input type="checkbox"/> Ninguna de las anteriores																								

ANEXO 2. ENCUESTA PARA EL SECTOR COMERCIAL E INDUSTRIAL

	<p>ENCUESTA SOBRE COSTO DE FALLA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. SECTOR COMERCIAL E INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LOS ANDES LA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA</p>	No. _____		
Empresa: Actividad económica:		Dirección: Teléfono:		
1. Niveles de Tensión _____ 2. Capacidad instalada [KVA] _____ 3. Carga pico [KW] _____ 4. Consumo mensual [KWh] _____ 5. Indicadores: FES ___ DES ___				
6. ¿Recuerda aproximadamente cuántos cortes de energía eléctrica sufrió la empresa en el último año? _____ 7. ¿Y cuál fue la duración promedio de las interrupciones de esos cortes de energía eléctrica en el último año? _____ 8. Cuáles son las horas del día más CRÍTICAS en las cuales ocurren interrupciones de energía (no programadas)? [] Entre semana [] Fin de semana [] Es Indiferente				
9. Costos debido a Interrupciones no programadas del proceso de producción				
CAUSA	Valor [\$] 20 minutos	Valor [\$] 1 hora	Valor [\$] 2 horas	Valor [\$] 4 horas
Costos operación del equipo de respaldo				
Daños en materia prima o material almacenado				
Daños a equipos				
Salarios pagados personal indisponible para trabajar por el corte				
Costos laborales por sobre tiempo para recuperar la producción perdida				
Ventas de producción que no puede realizarse				
Costos de recuperación de la producción				
TOTAL				
10. Costos debido a Interrupciones programadas (aviso previo) del proceso de producción				
CAUSA	Valor [\$] 20 minutos	Valor [\$] 1 hora	Valor [\$] 2 horas	Valor [\$] 4 horas
Costos operación del equipo de respaldo				
Daños en materia prima o material almacenado				
Daños a equipos				
Salarios pagados personal indisponible para trabajar por el corte				
Costos laborales por sobre tiempo para recuperar la producción perdida				
Ventas de producción que no puede realizarse				
Costos de recuperación de la producción				
TOTAL				
11. ¿Con cuánto tiempo de antelación debe anunciarse el racionamiento para que los costos sean mínimos? Horas _____ Dias _____				
12. ¿Ha calculado cuánto le cuesta a su empresa un corte de electricidad? SI _____ NO _____				
13. ¿Cuál es el costo de un corte de electricidad? _____				