

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE LOS COSTOS
DEBIDOS A UNA INADECUADA CALIDAD EN LA CONTINUIDAD DEL
SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

JENNY JOHANNA PACHECO LÓPEZ
ALFONSO PEÑUELA AYALA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS, ESCUELAS DE
INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES –
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2004

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE LOS COSTOS
DEBIDOS A UNA INADECUADA CALIDAD EN LA CONTINUIDAD DEL
SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

JENNY JOHANNA PACHECO LÓPEZ
ALFONSO PEÑUELA AYALA

Trabajo de grado para optar a los títulos de:
Ingeniero Industrial
Ingeniero Electricista

Directores
Ingeniero Juan Benjamín Duarte Duarte
Doctor Gabriel Ordóñez Plata

Codirector
Ingeniero MPE(C) Jairo Hernán Duarte

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS, ESCUELAS DE
INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES –
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2004

DEDICATORIA

*A mi familia
J. P.*

*A mi madre que me guía desde arriba
A mi abuela por ser mi segunda madre
A mi hermano porque sin saberlo es mi fuerza para todo
A mi familia por soportarme y quererme
A Adriana por estar a mi lado y no dejarme caer*

A. P.

AGRADECIMIENTOS

Escribir esta página representa quedarnos cortos al expresar la gratitud con tantas personas y entidades que nos colaboraron en la realización de nuestro proyecto de grado; sin embargo, queremos dejar alguna señal de aquellos que estuvieron a nuestro lado durante este proceso.

En primer lugar agradecemos a un gran amigo y ser humano absolutamente clave en nuestro proyecto, Jairo Hernán Duarte. Gracias por su tiempo, sus ideas y su paciencia para leer y leer las interminables páginas; gracias por el apoyo y los consejos en los momentos difíciles.

A Gabriel y Juan B., por su tiempo y por darnos luz en tiempos de oscuridad, porque a pesar de tener múltiples ocupaciones siempre nos abrieron un espacio y trataron de darnos lo mejor de sí.

A CEDSA SA y OISA, por ser empresas serias y comprometidas con el desarrollo en toda la extensión de la palabra. Gracias al Dr. Jorge Uribe, al Dr. Roberto Ramírez, a Juan Carlos, Luis Ernesto, Pascual, Diego, Claudia y muchos otros que nos dieron la oportunidad de aplicar nuestras ideas, y nos brindaron un poco de su tiempo.

A nuestra Alma Máter la gloriosa UIS, y todos sus funcionarios, por acogernos y formarnos como grandes personas y profesionales.

A nuestras familias por apoyarnos siempre y brindarnos absolutamente todo lo necesario para enfocarnos en nuestros estudios, por aguantarnos y por estar ahí siempre.

A los amigos, quizá los mas importantes en los momentos críticos del trabajo; por escucharnos y entendernos sin juzgar, por su incondicional apoyo y su amistad invaluable.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 CONCEPTOS GENERALES DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	3
1.1.1 La atención comercial	3
1.1.2 La calidad de potencia suministrada	3
1.1.2.1 La calidad de la onda de tensión y corriente	4
1.1.2.2 La continuidad del suministro	5
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE COSTOS	6
1.2.1 El costo de un producto	6
1.2.2 Clasificación de los costos	7
1.2.3 Los sistemas de costeo	8
1.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE INVENTARIOS	9
2. ESTADO DEL ARTE	11
2.1 METODOLOGIAS PARA LA VALORACION DE COSTOS DEBIDOOS A INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	11
2.1.1 Método de Acción Preparatoria – PAM	12
2.1.2 Método de Relación de Porcentajes – RRM	12
2.1.2.1 Método de Voluntad de Pagar - WTP	12
2.1.2.2 Método de Voluntad a Aceptar	12
2.1.3 Método de valoración directa	13
2.1.4 Método econométrico basado en la elasticidad del precio	15
2.1.5 Relación entre los costos de la interrupción y el valor agregado por la producción	15
3. REGLAMENTACIÓN COLOMBIANA DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	18
3.1 ANTECEDENTES MUNDIALES	18
3.2 ANTECEDENTES COLOMBIANOS	19
3.3 MARCO REGULATORIO	20
3.4 ASPECTOS DE LA LEY REGULATORIA	21
3.4.1 Calidad del servicio	22
3.4.2 Indicadores de Calidad	23
3.4.3 Etapas de regulación	24
3.4.4 Cálculo de compensaciones	24
3.4.5 Penalizaciones	25
3.4.6 Vigilancia y control	26
3.4.7 Propuesta de regulación	27

4. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO SOBRE LA PERCEPCION DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA VALORACIÓN DE LOS COSTOS POR INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO	29
4.1 OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO	29
4.2 POBLACIÓN OBJETIVO	30
4.3 HIPÓTESIS	30
4.4 MARCO DE REFERENCIA	31
4.5 MÉTODO E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	31
4.6 METODOLOGÍA DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS	32
4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS	33
4.7.1 Sección de análisis individual	33
4.7.2 Relaciones de frecuencia de una variable dentro de la otra	40
4.7.2.1 Existencia de sistemas de respaldo en empresas que presentan o no, cuantificación de los costos por interrupciones	41
4.7.2.2 Relación entre conocimiento de índices DES y FES y el hecho de haber realizado estudios o mediciones en la calidad de la energía eléctrica	42
4.7.2.3 Relación entre la frecuencia de interrupciones y el tipo de sistemas de respaldo existentes en cada empresa	42
4.7.2.4 Relación existente entre la cuantificación de los costos y el conocimiento de los indicadores DES y FES	43
4.7.2.5 Relación entre la cuantificación de los costos y la frecuencia de las interrupciones	44
4.7.2.6 Relación entre los problemas que más afectan a las empresas y la relación de estudios anteriores	44
4.7.2.7 Relación entre las compensaciones recibidas y la frecuencia de las interrupciones	45
4.8 VALIDACION DE HIPOTESIS	46
5. METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DEBIDOS A INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	50
5.1 DIVISIÓN DE LA EMPRESA	51
5.2 FORMULACIÓN DEL MÉTODO DE CANTIFICACION Y DEFINICIÓN DE LOS COMPONENTES DEL COSTO	56
5.2.1 Nivel I	57
5.2.1.1 Costos relacionados con la interrupción	57
5.2.1.2 Ahorros relacionados con la interrupción	61
5.2.2 Nivel II	65
5.2.2.1 Costos relacionados con la interrupción	65
5.2.2.1.1 Costos para el área administrativa	65
5.2.2.1.2 Costos para el área de producción	68
5.2.3 Nivel III	70
5.2.3.1 Costos relacionados con la interrupción para el área de producción	71

5.2.3.2 Ahorros relacionados con la interrupción	77
5.2.3.2.1 Ahorros para el área administrativa	77
5.2.3.2.2 Ahorros para el área de producción	78
5.2.4 Nivel IV	78
5.2.4.1 Costos relacionados con la interrupción	78
5.2.4.2 Ahorros relacionados con la interrupción	81
5.3 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DEL MODELO	82
5.3.1 Definición de los componentes del costo a analizar	83
5.3.2 División de la empresa en áreas	83
5.3.3 Ubicación de los procesos y procedimientos, y definición de centros de trabajo	83
5.3.4 Recolección de datos y cuantificación de los componentes del costo	84
5.3.5 Análisis de la información y presentación de los resultados	84
6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA VALORAR LOS COSTOS DE UNA INTERRUPCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	87
6.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN CEDSA S.A. Y OISA	87
6.1.1 Actividades previas: presentación del proyecto y conocimiento general de la empresa	87
6.1.2 Aplicación del cuestionario de diagnóstico de la empresa	88
6.1.3 División de la empresa en áreas	90
6.1.4 Ubicación de los procesos y procedimientos, y definición de centros de trabajo	90
6.1.5 Recolección de datos y cuantificación de los componentes del costo en CEDSA S.A.	91
6.1.6 Análisis de la información y presentación de los resultados para CEDSA S.A.	92
6.1.7 Recolección de datos y cuantificación de los componentes del costo en OISA	92
6.1.8 Análisis de la información y presentación de los resultados para OISA	92
6.2 LISTADO DE CAMBIOS REALIZADOS A LA METODOLOGÍA BASE	93
6.3 CONCLUSIONES	95
7. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Comparación de los métodos de valoración de costos	16
Tabla 2. Zonificación según el número de habitantes	24
Tabla 3. Valores máximos admisibles para los indicadores DES y FES	26
Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la pregunta 1	33
Tabla 5. Estadísticas descriptivas de la pregunta 2	34
Tabla 6. Estadísticas descriptivas de la pregunta 3	35
Tabla 7. Estadísticas descriptivas de la pregunta 4	36
Tabla 8. Estadísticas descriptivas de la pregunta 5	36
Tabla 9. Estadísticas descriptivas de la pregunta 6	37
Tabla 10. Estadísticas descriptivas de la pregunta 7	38
Tabla 11. Empresas que cuentan con sistemas de respaldo	39
Tabla 12. Estadísticas descriptivas de la pregunta 8	40
Tabla 13. Listado de Componentes del costo	50
Tabla 14. Departamentalización de la empresa	52
Tabla 15. Niveles de análisis de los componentes del costo	55
Tabla 16. Clasificación de los componentes del costo	56
Tabla 17. Costos por depreciación del sistema de respaldo	58
Tabla 18. Costo de mantenimiento del sistema de respaldo	59
Tabla 19. Costos de operación del sistema de respaldo	60
Tabla 20. Costos por daños a planta física y otros daños	60
Tabla 21. Energía no consumida durante la interrupción	61
Tabla 22. Descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los límites de los indicadores DES y FES	62
Tabla 23. Propuesta para el cálculo de las compensaciones según el documento CREG_037 de 2004	64
Tabla 24. Costo del personal inactivo del área administrativa	66
Tabla 25. Costos en horas extras para recuperar el trabajo	66
Tabla 26. Costos por daños a equipos	67
Tabla 27. Costo de personal inactivo del área de producción	68
Tabla 28. Costo de las horas extras para recuperar la producción	69
Tabla 29. Costo por daños a maquinaria	70
Tabla 30. Costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción	71
Tabla 31. Costo de la producción no elaborada	72
Tabla 32. Costos para reiniciar la producción	73
Tabla 33. Costos de reprocesos	76
Tabla 34. Venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables	77
Tabla 35. Venta de inventarios y/o maquinaria que quedan inutilizables	78
Tabla 36. Costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción	79

Tabla 37. Costo de los inventarios de productos en proceso que se pierden por la interrupción	80
Tabla 38. Valor de los inventarios que se pueden reutilizar	81
Tabla 39. Listado de Costos de una interrupción para CEDSA S.A.	92
Tabla 40. Listado de costos de una interrupción para OISA S.A.	93
Tabla 41. Cambios realizados a la metodología	94
Tabla A1. Tabla de grandes y medianas empresas de Bucaramanga y su área metropolitana	106
Tabla A2. Listado de empresas que no respondieron la encuesta del diagnóstico	107

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de la calidad de la energía eléctrica	3
Figura 2. Sistemas de costeo	9
Figura 3. Porcentajes de empresas que han realizado estudios de calidad del servicio de la energía eléctrica	34
Figura 4. Porcentaje de usuarios con problemas relacionados al suministro de la potencia	35
Figura 5. Porcentajes de las percepciones de los encuestados acerca de la frecuencia en la ocurrencia de las interrupciones	35
Figura 6. Porcentaje de conocimiento de la regulación colombiana acerca de la continuidad del suministro	36
Figura 7. Porcentajes de las compensaciones recibidas como parte del incumplimiento de los índices DES y FES	37
Figura 8. Valoración de costos generados por las interrupciones del suministro	37
Figura 9. Porcentajes de los tipos de sistema de respaldo que poseen los usuarios	38
Figura 10. Porcentajes de las preferencias de los encuestados respecto a la frecuencia y la duración de las interrupciones.	40
Figura 11. Gráfico de relación entre la cuantificación de costos debidos a interrupciones contra sistemas de respaldo.	41
Figura 12. Gráfico de relación entre el conocimiento de los índices DES y FES contra estudios anteriores relacionados con la calidad.	42
Figura 13. Gráfico de relación entre los sistemas de respaldo contra la frecuencia de las interrupciones.	43
Figura 14. Gráfico de relación entre la cuantificación de los costos por interrupciones contra el conocimiento de los índices DES y FES.	43
Figura 15. Gráfico de relación entre la cuantificación de los costos por interrupciones contra la frecuencia de interrupciones.	44
Figura 16. Gráfico de relación entre los problemas que más afectan a las empresas y la realización de los estudios anteriores.	45
Figura 17. Gráfico de relación entre las compensaciones recibidas y la frecuencia de las interrupciones.	45
Figura 18. Alcance del proyecto.	51
Figura 19. Representación de los niveles de análisis para los componentes del costo.	53
Figura 20. Definición del costo total de una interrupción.	57
Figura 21. Diagrama de flujo para la aplicación de la metodología	85
Figura C1. Ejemplo de un archivo .dat con clases predefinidas	112
Figura C2. Botones de “New CONTEXT” y “New POPULATION”	113
Figura C3. Selección de la función de presencia	113
Figura C4. Selección de conectivos y nivel de exigencia	114

Figura C5. Opciones para el aprendizaje supervisado	114
Figura C6. Detalles de los descriptores cualitativos visualizados individualmente.	115
Figura C7. Detalles de los descriptores cualitativos visualizados simultaneamente.	115
Figura C8. Descriptores cualitativos activos	115
Figura C9. Resultados de la clasificación utilizando aprendizaje supervisado.	116
Figura C10. Perfil de cada clase.	117
Figura C11. Detalles de las clases.	117
Figura C12. Asignación de las clases a los estados.	118
Figura C13. Archivo para el conexto de la correlación entre las preguntas 6 y 7.	119
Figura C14. Clasificación de las respuestas para la correlación de las preguntas 6 y 7.	119
Figura C15. Perfil de las clases utilizadas en la correlación de las preguntas 6 y 7.	120
Figura D1. Registro de usuarios nuevos o apertura de archivos de usuarios registrados.	130
Figura D2. Ventana de las preguntas 1 a 5.	131
Figura D3. Verificación de respuestas.	132
Figura D4. Ventana de las preguntas 6, 7 y 8.	132
Figura D5. Ventana de las preguntas 9, 10 y 11.	133
Figura D6. Ventana del informe final.	134
Figura D7. Diagrama de flujo general del software.	135

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Listado de empresas que participaron en el desarrollo del diagnóstico del sector industrial manufacturero	106
Anexo B. Cuestionario telefónico para el diagnóstico	109
Anexo C. Diagnóstico del sector utilizando el algoritmo de análisis de datos multivariantes de asociación lógica - LAMDA	110
Anexo D. Programa para la selección de componentes del costo	130
Anexo E. Formatos para la recolección de información	137
Anexo F. Indicadores DES y FES	155
Anexo G. Manual didáctico de aplicación de la metodología para valoración de costos debidos a una inadecuada continuidad del suministro de la energía eléctrica	156

TITULO: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE COSTOS DEBIDOS A UNA INADECUADA CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA*

AUTORES:

Pacheco López, Jenny Johanna.

Peñuela Ayala, Alfonso.**

PALABRAS CLAVES

Calidad del Servicio; Continuidad del suministro; Interrupciones del suministro de la energía eléctrica; Sistemas de costeo; Costos por interrupciones; Metodología.

CONTENIDO

Este trabajo de grado presenta una propuesta metodológica para la valoración de los costos debidos a interrupciones en la continuidad del suministro de la energía eléctrica.

Como parte inicial de este trabajo de grado, se realizó un estudio de algunos de los trabajos desarrollados a nivel mundial relacionados con el tema de la calidad de la energía eléctrica en lo que a continuidad del suministro se refiere; de igual forma se revisó el marco regulatorio del país en materia de calidad de la energía eléctrica.

Seguidamente se analizó la situación respecto a la calidad del servicio de la energía eléctrica de los usuarios industriales de Bucaramanga y su área metropolitana, mediante la realización de un diagnóstico sobre la percepción que ellos tienen con respecto a la calidad del servicio y a la valoración de los costos que genera una interrupción del suministro. Los resultados obtenidos fomentaron la realización de una metodología que permita valorar los costos generados por las interrupciones del suministro de la energía eléctrica y que sea punto de partida en la sensibilización de la forma de pensar de los usuarios acerca de la calidad de dicho servicio.

La metodología propuesta contempla diecisiete componentes que permiten valorar dichos costos en una empresa manufacturera, abarcando tanto el área administrativa como el área de producción. Adicionalmente, se presentan los resultados de la aplicación de la propuesta en dos empresas, y los cambios realizados a la metodología planteada inicialmente evidenciando el valor agregado que genera la aplicación.

* Trabajo de grado (investigación)

** Facultad de ciencias físico-mecánicas, Ingeniería industrial, ingeniería eléctrica, Directores: Juan Benjamín Duarte, Gabriel Ordóñez Plata. Codirector: Jairo Hernán Duarte

TITLE: PROPOSAL METODOLOGY FOR COSTS ASSESSING DUE TO AN INADEQUATE CONTINUITY OF THE ELECTRIC POWER SUPPLY*

AUTHORS:

Pacheco López, Jenny Johanna.

Peñuela Ayala, Alfonso.**

KEYWORDS

Service Quality; Supply continuity; Electric Service Interruptions; Costs Systems; Costs due to interruptions; Methodology.

CONTENT

This paper presents a proposal methodology to assess the cost due to electric service interruptions.

First able a review of some works developed around the world, related to the continuity of the electric power supply service, was made; the Colombian regulatory context in Power Quality was checked as well.

Following this, the situation about the Electric Service Quality of the industrial users in Bucaramanga and its suburbs was analyzed through a survey who asked the users about the perception that they have concerning to the power quality service and the cost due to the power service interruptions. The results of the survey encouraged the development of a methodology that could help the users of the service with the cost assessing due to the inappropriate Power Supply Service and that also could be a fact for helping them to start thinking in a different way about its quality.

The proposal methodology includes seventeen components that enable the cost assessing in a manufacturing company, incorporating the administrative area as well as the production area. In addition, the results of the application of the proposal methodology in two factories are shown, including the changes made to the initial methodology proposed and making evident the added value that the application generates.

* Thesis of grade (Investigation)

** Faculty of Phisic-Mechanics Sciences, Industrial engineering, Electrical engineering, Directors: Juan Benjamín Duarte, Gabriel Ordóñez Plata. Codirector: Jairo Hernán Duarte

INTRODUCCIÓN

La valoración de los costos debidos a las interrupciones del suministro de la energía eléctrica es un tema fundamental para los diferentes agentes del sector eléctrico en las áreas de planeación y operación de los sistemas de potencia. De igual forma esta valoración es una herramienta útil para la toma de decisiones de inversión desde el punto de vista del usuario del servicio, en aras de mejorar los niveles de calidad en materia de energía eléctrica.

Lo que se busca al valorar estos costos por inadecuados niveles de continuidad es obtener un punto de equilibrio donde se minimice el costo de inversión de las empresas distribuidoras de energía, maximizando el beneficio a los usuarios del servicio de energía eléctrica.

Este proyecto de grado plantea una metodología que permita a los usuarios de la energía eléctrica, pertenecientes al sector industrial manufacturero, valorar los costos de las interrupciones del suministro con el fin de utilizar los resultados de dicha valoración como herramientas y criterios para la toma de decisiones de inversión en aras de aumentar la confiabilidad del suministro.

En el primer capítulo de este libro se presentan de manera general los temas fundamentales de la calidad del servicio de la energía eléctrica, así como los conceptos básicos de la contabilidad de costos, materias fundamentales para llevar a buen término la realización del proyecto.

En el segundo capítulo se muestra la revisión de algunos estudios de valoración de costos por interrupciones del suministro de la energía eléctrica, realizados en otros países, haciendo énfasis en los principales aspectos de las diferentes metodologías de valoración.

El tercer capítulo se enfoca en el estudio de la reglamentación colombiana existente en materia de calidad de la energía eléctrica, haciendo un breve recuento del proceso experimentado en el país, desde sus inicios hasta las últimas propuestas referentes a la calidad.

El cuarto capítulo muestra un diagnóstico sobre la percepción de calidad de la energía eléctrica y la valoración de los costos por interrupciones del suministro, realizado como parte de la justificación de este proyecto, a las grandes y medianas industrias del sector manufacturero de Bucaramanga y su área metropolitana.

En el quinto capítulo se propone un modelo que permita valorar los costos debidos a una interrupción del suministro de la energía eléctrica, especificando todas las

etapas de la metodología y haciendo especial énfasis en la forma de cuantificar los componentes del costo total y la información necesaria para dicha valoración.

En el capítulo seis se muestra la aplicación de la metodología propuesta en dos empresas manufactureras, con el objetivo de validarla y hacer los ajustes convenientes. Se presentan las principales observaciones durante el proceso de aplicación y se mencionan los cambios más representativos hechos a la metodología inicial a partir de la aplicación.

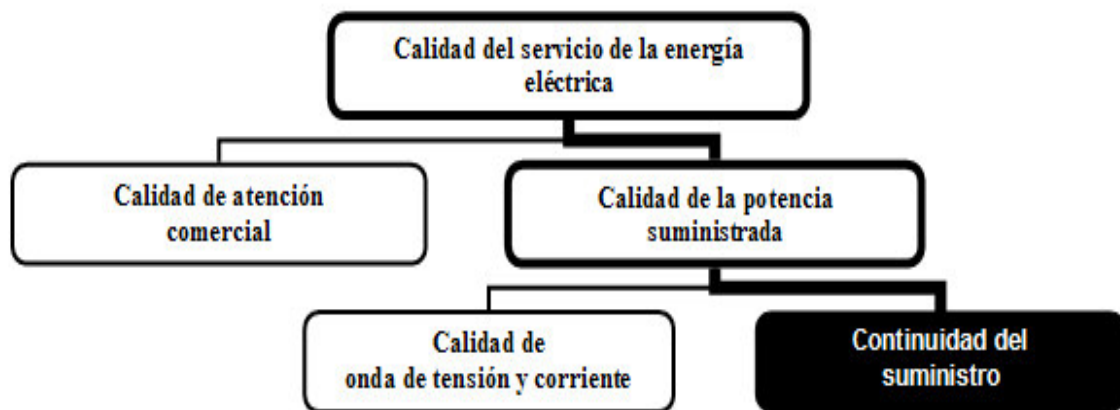
1. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de cualquier proyecto, uno de los aspectos básicos es el estudio de la teoría referente a los temas involucrados en el mismo. Para este trabajo de grado, y teniendo en cuenta que es un proyecto interdisciplinario, se vio la necesidad de realizar una revisión a los conceptos fundamentales referentes tanto la calidad del servicio de la energía eléctrica como a la contabilidad de costos. A continuación se presenta una descripción general de los conceptos teóricos involucrados en el desarrollo de este estudio.

1.1 CONCEPTOS GENERALES DE CALIDAD DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La calidad del servicio de la energía eléctrica es un tema que se ha venido trabajando desde hace años alrededor del mundo debido a los numerosos y diferentes impactos que los fenómenos relacionados con este tema causan en los usuarios del servicio, bien sea en sus negocios, en la vida cotidiana y en los equipos entre otros. La calidad se divide en dos aspectos fundamentales que son: La atención comercial y la calidad de la potencia suministrada, los cuales se presentan en la figura 1.

Figura 1. Esquema de la calidad de la energía eléctrica.



1.1.1 *La atención comercial*, como su nombre lo indica, se refiere a la relación comercial que tienen las empresas del sector eléctrico con los clientes, y al servicio que deben prestar atendiendo con prontitud a las solicitudes de conexión y reconexión, las quejas y reclamos, y brindando transparencia en las tarifas entre otros.

1.1.2 *La calidad de la potencia suministrada* presenta una subdivisión que comprende los aspectos de: Calidad de la onda de tensión (cuya responsabilidad

se asocia generalmente al operador de red) y de la onda de corriente, (cuya responsabilidad se asocia generalmente al usuario); y la continuidad del suministro. Teniendo en cuenta que la calidad de la onda se refiere tanto a tensión como a corriente, en la literatura inglesa se utiliza el término “**Power Quality**”

1.1.2.1 *La calidad de la onda de tensión y corriente* involucra varios aspectos técnicos, conocidos como fenómenos de calidad, dentro de los cuales se encuentran:

- ⌘ Armónicos. Son tensiones o corrientes senoidales cuya frecuencia es múltiplo de la frecuencia fundamental, que es la frecuencia a la que el sistema se diseña para operar. El orden o número del armónico es el número dado por la relación entre la frecuencia del armónico y la frecuencia fundamental.
- ⌘ Fluctuaciones de tensión. Las fluctuaciones de tensión provocan variaciones de luminancia del alumbrado, lo que produce el fenómeno ocular llamado **flicker** o parpadeo. Estas variaciones comprenden dos aspectos fundamentales que son: la regulación de tensión y los **flicker**. La regulación de tensión hace referencia al valor en el que puede oscilar la tensión durante periodos no muy largos de tiempo; estos cambios se deben principalmente a los diseños de las redes de distribución tales como líneas demasiado largas, conexión o desconexión de cargas importantes, mal ajuste de los transformadores en regulación o con tomas, etc. Los **flicker** son una serie de cambios de tensión o variaciones cíclicas de tensión, pueden ser aisladas o repetitivas. Su amplitud no excede el 6% u 8% del valor nominal de la tensión, como ya se mencionó es una impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctúan en el tiempo.
- ⌘ Huecos de tensión. Son reducciones, de duración corta, en el valor eficaz de la tensión. Un hueco de tensión es una perturbación electromagnética en dos dimensiones, la tensión y el tiempo (duración). Se denomina hueco cuando el valor de la onda de tensión se encuentra entre el 90% y el 10% de su valor nominal, durante un tiempo mayor de uno o dos ciclos¹. Típicamente se asocian con la ocurrencia y fin de un corto circuito.
- ⌘ Elevaciones de tensión. Este tipo de fenómenos, también llamados sobretensiones, se caracterizan porque la tensión suministrada conserva la características senoidales y de frecuencia habituales pero con un valor de tensión mucho mayor; pueden presentarse de dos tipos: temporales y transitorias. Las temporales a menudo son consideradas huecos, con la diferencia que estos son de signo contrario, las transitorias son llamadas impulsos de tensión y se distinguen porque son de muy corta duración (microsegundos). Las elevaciones de tensión son la principal causa de

¹ BOLLEN, Math. Understanding power quality problems : voltage sags and interruptions. IEEE press series on Power Engineering, Gothenburg, Sweden, 2000. p. 139.

daños a equipos y los mayores casos de mal funcionamiento de equipos son debidos también a este fenómeno.

- ⌘ Transitorios. Este tipo de fenómenos se refiere al cambio en los principales parámetros del sistema debido a que debe pasar de una condición de estado estable a otra. El entorno eléctrico industrial se caracteriza por un alto nivel de transitorios, debido a la operación de máquinas de gran potencia y a la constante apertura y cierre de circuitos eléctricos, lo que provoca picos transitorios de gran amplitud. El efecto más característico de los transitorios es la desprogramación de los procesos industriales por fallos en los dispositivos electrónicos.
- ⌘ Desbalances de tensión. Es una condición en un sistema polifásico en la cual el valor eficaz de la tensión de la línea, o el ángulo de fase entre dos líneas de tensión consecutivas, no son iguales.

1.1.2.2 *La continuidad del suministro*, materia de estudio de esta investigación, hace referencia a la presencia, o no, de la tensión en los puntos de alimentación de los usuarios. De acuerdo con la IEEE, una interrupción de la tensión “es una condición en la cual, la tensión en los terminales de abastecimiento es cercana a cero”². Cercano a cero se define según el IEC³, como “menor del 1% de la tensión nominal”, y según la IEEE Std. 1159 como “menor del 10%. De acuerdo con la CREG, según su duración, las interrupciones de energía pueden ser: “instantáneas (menores a 1 minuto), transitorias (entre 1 y 5 minutos) y temporales (más de 5 minutos)”⁴; mientras que el término de “interrupción sostenida”, dentro del estándar IEEE_1159, es usado para interrupciones con duraciones mayores a 3 segundos, y para la IEEE_1250, en interrupciones mayores a 2 minutos. Según su naturaleza, las interrupciones pueden ser clasificadas en programadas o imprevistas.

Las interrupciones del suministro pueden ser originadas por varias causas, entre ellas:

- ⌘ Falta de generación: Provocada por una mala planeación, indisponibilidad de las centrales generadoras, etc.
- ⌘ Fallas en los sistemas de transmisión.
- ⌘ Fallas en los sistemas de distribución.

En este último sistema (distribución), es donde se generan la mayor cantidad de interrupciones, y generalmente se le asignan entre el 80% y el 95% de las interrupciones, dejando el restante 5% a 20% a los sistemas de transmisión y distribución⁵. Éstas pueden ser ocasionadas por: condiciones climáticas adversas,

2 Práctica recomendada del IEEE para el monitoreo de la energía eléctrica, IEEE Std. 1159-1995, New York: IEEE, 1995.

3 Características de la tensión de la electricidad suministrada mediante sistemas de distribución públicos, estándar europeo EN 50160, Bruselas, 1994.

4 Resolución CREG070_1998, www.creg.gov. Bogotá, 1998.

5 RIVIER ABBAD, Juan. Calidad del servicio: Regulación y optimización de inversiones. Madrid, España, 1999, p. 10. Tesis doctoral. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Departamento de Electrotecnia y Sistemas.

fuerza mayor y presencia de animales, árboles u otro elemento externo en las líneas, entre otros.

Todas estas interrupciones tienen consecuencias tanto sociales como económicas para los usuarios; ellos no perciben si la interrupción se origina en la generación, transmisión o distribución ya que al final los impactos son los mismos, y se reflejan en la incomodidad y/o los costos que ellas traen consigo. Estos costos pueden presentar grandes variaciones dependiendo de la clase de usuario que se estudie, es decir, los costos que tiene una interrupción de energía para una familia son totalmente diferentes que los que se experimentan en una industria. La forma de valorar estos costos ha sido ampliamente discutida a nivel mundial, desarrollando varios métodos para hacerlo. Para tal fin se presenta, en la siguiente sección de éste capítulo, el segundo campo de estudio: los conceptos básicos de costos.

1.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE COSTOS

Al hacer referencia al tema de los costos en las industrias manufactureras, es necesario tener en cuenta diferentes aspectos, especialmente el modelo administrativo que tenga cada empresa con el fin de diferenciar claramente entre costo y gasto.

Los costos según el modelo administrativo tradicional, se definen como las erogaciones relacionadas con la producción de un bien, para el caso de las industrias manufactureras, las cuales generan un ingreso para la empresa al momento de la venta del producto. A diferencia de esto, el gasto es aquel recurso, relacionado con la administración, las ventas o la parte financiera de la empresa que hace parte de los gastos del periodo, como se verá mas adelante en los sistemas de costeo. Existen otros modelos en los que una parte de los gastos administrativos también son considerados costos, ya que agregan valor al producto, estos modelos tienen aplicabilidad en el sistema de costeo ABC donde cada actividad que se realiza en la empresa se toma como inductora o promotora de costo, es decir que causa un costos necesarios para la elaboración de los productos.

Otros aspectos a tener en cuenta en este tema son: la determinación del costo de elaboración de los productos, y la manera de acumular los costos para efectos legales y contables (sistemas de costeo); además, estos costos presentan diferentes clasificaciones. Todos estos aspectos serán presentados a continuación.

1.2.1 *El costo de un producto* es importante en algunos casos, para determinar el precio al cual va a ser vendido, sin embargo, con la evolución de los mercados, donde el precio no lo determina quien vende, sino quien compra, el tema de los costos se torna fundamental ya que dependiendo de estos, se podría definir la viabilidad de un negocio. Dada la importancia del tema, se estudiará la composición de los costos de un producto, que costa básicamente de tres

divisiones: Mano de obra directa - MO, materiales directos - MD y costos indirectos de fabricación - CIF.

- ⌘ En la mano de obra directa se incluye aquel personal que labora directamente en la transformación del producto, ejemplo de esto son los operarios de la maquinaria en las industrias.
- ⌘ Los materiales directos son aquellos que hacen parte del producto, son identificables fácilmente y su asignación económica a los costos no requiere grandes esfuerzos, forman parte de esta categoría la materia prima y los materiales de empaque y embalaje en el caso que estos sean representativos y necesarios para procurar la integridad del producto.
- ⌘ Los costos indirectos de fabricación – CIF, son aquellos costos en los que la empresa debe incurrir para poder llevar a cabo las labores de producción pero que no hacen parte directa del producto ni de su transformación, por ejemplo, los supervisores, el personal administrativo que labora en la planta de producción, como secretarías de producción, auxiliares y vigilantes, gastos de mantenimiento e insumos de las máquinas de producción, materiales indirectos que aunque hacen parte del producto, se presentan en proporciones muy pequeñas por lo que no es fácil asignarles un valor monetario.

1.2.2 *Clasificación de los costos*: En la determinación de los costos en cada una de las tres divisiones existen diferentes clasificaciones. A continuación se definirán y explicarán aquellas que tienen que ver con el desarrollo de este trabajo, entre ellas los costos según su comportamiento en un periodo de tiempo determinado: Fijos o variables.

- ⌘ Los costos fijos son aquellos que independientemente del volumen de producción, o de la ocurrencia o no de una interrupción (en el caso de esta investigación), permanecen constantes para un periodo determinado de tiempo; como ejemplo claro de esta clasificación se podrían considerar: arriendos, nómina (cuando no sea pago al destajo) y costos de mantenimiento de sistemas de respaldo, entre otros.
- ⌘ Los costos variables, por el contrario, aumentan su valor total en un periodo de tiempo según el volumen de producción, (o cada vez que se presente una interrupción del suministro de la energía eléctrica); por ejemplo, la materia prima que se daña, el pago de salarios del personal inactivo, entre otros.

Es importante también aclarar la diferencia que existe entre costo y gasto. Para efectos de este proyecto de grado, se definirá el costo como aquel que esté relacionado directamente con el área de producción o de los productos en sí, y gasto comprenderá aquellas erogaciones de tipo administrativo, y relacionadas con las ventas.

Existe otro concepto en los costos, que será necesario tener presente en el desarrollo del proyecto: el *costo de oportunidad*. Éste se define como “el beneficio

al que se renuncia o la ventaja perdida que resulta de escoger una medida por encima de aquella alternativa mejor conocida”⁶. Para este caso particular se definirá el costo de oportunidad como aquella utilidad que se deja de recibir al no producir lo que se tenía previsto durante el momento de una interrupción, y durante el reinicio de las actividades.

1.2.3 *Los sistemas de costeo.* Una vez definidos los conceptos básicos de costos, se presentan a continuación las dos grandes clasificaciones que existen dentro de los sistemas de costeo: sistemas para contabilizar costos y sistemas para analizar costos.

- ⌘ Los sistemas para contabilizar costos son simplemente formas de agrupar los costos para hacer útil y práctico su posterior análisis. Estos sistemas regularmente están determinados por las leyes tributarias de cada país para calcular el costo final de los productos. Existen dos grandes tipos: El costeo total y el costeo variable (ver figura 2). La principal característica del costeo total es que el producto absorbe los costos tanto directos como indirectos, es decir, la mano de obra directa, los materiales directos y todos los costos indirectos de fabricación, independientemente si son de comportamiento fijo o variable para el periodo que se tenga en cuenta, mientras que los gastos de administración y ventas serán los únicos componentes de los gastos del periodo. El sistema de *costeo variable* tiene como principal característica que sólo los costos de mano de obra directa, materiales directos y aquellos costos indirectos de fabricación que sean variables en un periodo, serán parte del producto, así los costos indirectos que sean de comportamiento fijo, entrarán a formar parte de los gastos del periodo.

Dependiendo de las características de la empresa, la acumulación de estos costos puede hacerse por órdenes de producción o por procesos. La utilización de estos dos sistemas depende netamente de la actividad y tipo de empresa en la que se estén aplicando. Los sistemas de costos por órdenes de producción son más usados en aquellas empresas cuya producción es programada según los pedidos de sus clientes ya que se basan en las órdenes de trabajo, las cuales contienen información de cada uno de los elementos que forman parte del costo de un lote específico de productos como materiales, mano de obra necesaria y tiempos de trabajo entre otros; y para el caso de sistemas de costos por procesos, su utilidad se ve reflejada en las empresas de producción homogénea, ya que los costos se acumulan por departamento y no por orden, y los costos son asignados por igual a todos los productos que sean procesados en dichos departamentos. No se profundizará en la clasificación de la acumulación ya que no es materia de esta investigación.

6 CHASE, Richard y AQUILANO, Nicholas. Administración de producción y operaciones. 8 ed. Colombia : Mc Graw Hill, 2000. p. 835.

Figura 2. Sistemas de costeo.



LEON GARCIA, Oscar. Administración Financiera. Tercera edición. Cali, Colombia: Prensa Moderna Impresores S.A. p. 175

- ⌘ Los sistemas para analizar costos basan su utilización en la evaluación y toma de decisiones. Dentro de esta clasificación se encuentra el sistema de costeo variable, llamado también costeo directo o marginal, el cual además de ser un tipo de sistema de contabilización también es útil para el análisis, y el sistema de costeo ABC. La diferencia entre los sistemas de costeo se presenta en la asignación de los costos indirectos de fabricación. En el caso del costeo basado en actividades o costeo ABC, los CIF son acumulados por actividades y luego los costos se asignan a los trabajos de acuerdo con el número de actividades que se requieran para ser completados. El número de actividades a definir dependerá netamente del tamaño y los procesos que se lleven a cabo en la empresa.

1.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE INVENTARIOS

Los inventarios son considerados dentro del marco financiero como activos que posee la empresa, ya que obedecen a recursos en espera de ser utilizados. Existen tres tipos de inventarios básicos: Inventario de materia prima, inventario de producto en proceso e inventario de producto terminado. Sus diferencias radican básicamente en el grado de transformación que se haya aplicado en ellos en aras de una mejor utilización final.

- ⌘ El inventario de materia prima es aquel cuyo grado de transformación se define como cero, ya que consta de aquellos productos que son utilizados en un proceso de fabricación tal y como se reciben del proveedor.

- ⌘ El caso de los productos en proceso es diferente, pues aunque no están en las condiciones finales de utilización, la empresa ha invertido cierto grado de transformación en estos productos que se están procesando, que se denominará agregación de un porcentaje de valor para el caso específico de este proyecto. Este grado de transformación se lleva a cabo en los *centros de trabajo*⁷, definidos éstos como unidades productivas en la que se realiza una operación o conjunto de operaciones.
- ⌘ Los productos terminados son aquellos que están listos para ser utilizados en cualquier momento, en ellos el grado de transformación esta cumplido (100%), aunque se puede seguir agregando valor hasta mucho después que el cliente recibe el producto, caso del servicio postventa.

En algunas empresas es más notoria la agregación de valor que en otras, por lo que se torna complicado asignar un valor específico a la transformación en los inventarios de producto en proceso. Es por esto que se especifica la subdivisión por centros de trabajo. Sin embargo en las industrias manufactureras todos los tipos de inventarios tienen una importancia significativa, y aun más en los casos donde estos requieran de condiciones especiales de almacenamiento cuyo ambiente dependa de la energía eléctrica.

7 DOMINGUEZ MACHUCA, José Antonio. Dirección de operaciones. España : Mc Graw Hill, 1995. p. 20.

2. ESTADO DEL ARTE

Este proyecto de grado tiene como punto de partida la revisión de los estudios realizados a nivel mundial, en el tema de valoración de costos por interrupciones del suministro de la energía eléctrica; no obstante las diferentes metodologías utilizadas son reflejo de las realidades de países donde la filosofía de la atención comercial ha evolucionado, y tanto las empresas electrificadoras como las universidades se preocupan por desarrollar métodos que permitan valorar de forma general, los costos que las interrupciones traen a los usuarios del servicio, con el fin de plantear alternativas que conduzcan a un beneficio general. En países como Canadá, Estados Unidos, Chile, Dinamarca y el Reino Unido entre otros, los estudios en el tema de calidad han venido desarrollándose desde hace ya varios años, sin embargo, no sería conveniente aplicar estas metodologías a la realidad colombiana debido a las grandes diferencias tanto a nivel cultural como de desarrollo que podrían presentarse. Ésta revisión bibliográfica tiene como objetivo dar una visión más amplia, de los trabajos desarrollados en el ámbito mundial en materia de valoración de costos debidos a interrupciones del suministro de la energía eléctrica, y al mismo tiempo adquirir fundamentos que permitan obtener resultados satisfactorios en el desarrollo de los primeros intentos de valorar estos costos en nuestro país.

2.1 METODOLOGÍAS PARA LA VALORACIÓN DE COSTOS DEBIDOS A INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Las empresas distribuidoras de la energía eléctrica tienen la obligación de dar un adecuado suministro de energía a los usuarios, de la manera más económica posible y con niveles de calidad mínimos establecidos.

Las interrupciones del suministro pueden llegar a causar grandes daños a los usuarios del servicio debido a pérdidas económicas, pérdidas de producción, daño a equipos, seguridad, ambiente laboral y muchas otras dependiendo del tipo de usuario. Las características principales de las interrupciones (frecuencia y duración) pueden ser reducidas mediante mejoras de los aspectos técnicos y procedimientos establecidos en la operación del sistema de potencia acarreando costos de inversión. Por estos motivos cuando se hace la planeación de un sistema de potencia, siempre debe existir un equilibrio entre los costos de la confiabilidad (para las empresas electrificadoras), y los costos de las interrupciones (para los usuarios); en este proceso de planeación, la exactitud y actualización de los costos a los usuarios, debido a las interrupciones, es de gran importancia.

Existen varios métodos que permiten valorar los costos de los usuarios del servicio de la energía eléctrica debidos a interrupciones del suministro. Dentro de los principales métodos para estas valoraciones se encuentran el método de acción

preparatoria-PAM, los métodos de relación de porcentajes-RRM, los métodos de valoración directa, y el modelo econométrico basado en la elasticidad del precio. Para usuarios industriales existe otra forma de valorar estos costos mediante una relación entre los costos de la interrupción y el valor agregado por la producción.

2.1.1 Método de Acción Preparatoria – PAM. El método de acción preparatoria-PAM, se utiliza principalmente para valorar los costos de los usuarios que pertenecen al sector residencial⁸, este tipo de valoración es más difícil ya que los efectos de las interrupciones, en este sector, son más subjetivos y menos tangibles.

En el PAM, los clientes deben escoger entre varias opciones las acciones mitigantes que se tomarían para aliviar los impactos de interrupciones del suministro. Básicamente se toman diferentes escenarios de interrupción, y se anexan los costos por hora de las acciones efectivas que se tomarían, posteriormente se suman los costos de todas las acciones elegidas para obtener un estimativo del costo de “acciones preparatorias”.

2.1.2 Método de Relación de Porcentajes – RRM. El método RRM también es utilizado para valorar los costos por interrupciones del suministro de los usuarios residenciales, que como ya se mencionó son mucho mas subjetivos, tales como inconveniencia y temor, entre otros. Éste método tiene dos subdivisiones, la primera es la voluntad para pagar de los usuarios - WTP, y la segunda es la voluntad de los usuarios de aceptar compensaciones - WTA.

El WTP se refiere a la cantidad de dinero que los usuarios estarían dispuestos a pagar para obtener un suministro confiable; y en el WTA, los clientes indican que porcentaje de su tarifa deberían rebajarles con el fin de aceptar un suministro menos fiable. Los aumentos o rebajas en las cuentas son interpretados como los estimativos respectivos del costo para los métodos RRM.

2.1.2.1 Método de Voluntad para Pagar – WTP. El método WTP, pregunta a los usuarios qué tanto dinero estarían dispuestos a pagar para evitar interrupciones en su suministro de la energía. Una gran dificultad de éste método es que usualmente, los usuarios no saben realmente que actividades o funciones se interrumpen por los cortes; además tienden a considerar interrupciones programadas que subestiman el costo de aquellas inesperadas.

2.1.2.2 Método de Voluntad a Aceptar – WTA. Un enfoque alternativo es preguntar a los usuarios qué compensaciones monetarias deberían hacerles por aceptar las interrupciones del suministro, esté método se conoce como WTA. Una desventaja de éste método es que no es aplicable a algunos sectores donde los

⁸ KARIUKI, Kevin y ALLAN, R. Factors affecting customer outage costs due to electric service interruptions. En: IEEE Proceedings Generation, Transmission, Distribution. Vol. 143, No 6., (1996). Manchester, Reino Unido. p. 521-528.

costos resultantes son muchísimo menores que los costos de otros métodos; debido a que no es posible tener en cuenta algunas pérdidas muy grandes como riesgos.

En condiciones normales, los dos métodos WTP y WTA, deberían dar resultados idénticos, sin embargo, en los estudios realizados con estos métodos, los costos de WTA han resultado mayores, ya que el abastecimiento de la electricidad es mas visto como un derecho social que como una comodidad del mercado.

2.1.3 Método de valoración directa. Los métodos de costeo directo son los más populares y los más utilizados en la solución de problemas de valoración de costos por interrupciones⁹. Básicamente son encuestas donde los usuarios deben identificar directamente los impactos y valorar los costos para diferentes escenarios de interrupción. Este método presenta una gran ventaja al permitir, a través de él, la recopilación de información complementaria que puede llegar a ser de gran utilidad en el proceso de evaluación; además, de este método se obtienen generalmente los resultados mas confiables en situaciones donde las pérdidas son fácilmente identificadas y cuantificadas. Este método puede aplicarse a usuarios de cualquier sector, bien sea residencial, agrícola, comercial, industrial, ó público.

El método de las encuestas de valoración directa permite analizar el efecto de varias características de la interrupción en los costos derivados de ella, por ejemplo, en los diferentes estudios se observaron diferencias en el costo debido a algunas variaciones del escenario de la interrupción tales como cambio en la hora del día y el mes del año, se observaron también reducciones del costo dependiendo de avisos en las fechas y duraciones de las interrupciones, las características del usuario, tipo de negocio y clase de equipos utilizados en los procesos entre otros¹⁰; además mediante este tipo de encuestas se pueden desglosar los diferentes componentes del costo total de la interrupción, como son: los costos para reiniciar producción y los materiales necesarios para ello, los costos para recuperar producción, el costo de daños a materiales, el costo de daños a planta física, el costo de reprocesamiento de materiales y el costo para operar los sistemas de respaldo; también se pueden desglosar algunos “ahorros” relacionados con la interrupción dentro de los cuales se incluyen el valor de jornadas no pagadas a trabajadores durante la interrupción, el valor de la materia prima no utilizada durante la interrupción, el valor del combustible que no se consume, y el valor de los materiales que se pueden recuperar.

Dentro del método de valoración directa se encontraron otros enfoques para los diseños de las encuestas y el análisis de los resultados obtenidos. En un estudio

9 DIALYNAS, E.N.; MEGALOCONOMUS, S.M. y DALI, V.C.. Interruption Cost Analysis for the Electrical Power Customers in Greece. National Technical University of Athens. Atenas, Grecia.

10 KARIUKI, Kevin. Assessment of Customer Outage Costs due to Electric Service Interruptions. Manchester, Reino Unido, 1991, 118 p.. Tesis de Maestría (Master en Ciencias). University of Manchester. Faculty of Technology. Department of Electrical Engineering & Electronics.

canadiense¹¹, se analizaron los costos estimados por los usuarios en función de que se contara, o no, con sistemas de respaldo de la energía eléctrica, y en caso de que tuvieran, que clase de sistema era. Se trabajaron tres categorías: Sin sistemas de respaldo, con plantas generadoras y con bancos de baterías.

Otro estudio llevado a cabo en Los Estados Unidos¹², utilizó la relación del origen de una interrupción con las características de ella, es decir planteó una relación directa entre la advertencia de la interrupción y su origen en los sistemas de generación, transmisión, y distribución, con el fin de analizar los costos, y sus posibles reducciones en el caso de advertencias hechas para interrupciones del sistema de generación; además, el estudio demostró que los costos de interrupción del usuario varían sistemáticamente siguiendo una tendencia definida en función del tipo y tamaño del usuario.

A pesar de que el método de valoración directa presenta ciertas desventajas como son: altos costos de las encuestas (desplazamiento de personal para encuestas “on-site”, etc.) y escenarios planteados por la encuesta que los usuarios pueden no haber experimentado, un estudio realizado en Norteamérica¹³, desarrolló una técnica innovadora donde se utilizó una combinación de encuestas “on-site” (visitando a los usuarios y haciendo un recorrido por la planta), con la recolección de información de las electrificadoras respectivas. De la información de las encuestas se predijeron los costos individuales al cliente-CIC debidos a las características particulares de cada usuario y se plantearon ecuaciones para desarrollar los modelos de regresión de tal manera que se pudieran obtener los costos estimados por interrupción que no se preguntaron en las encuestas, con un costo mucho menor; sin embargo, ésta técnica solo es válida para las empresas que cobijó el estudio ya que otras industrias podrían tener diferentes procesos y/o equipos que cambiarían significativamente los parámetros de las ecuaciones utilizadas.

Otra desventaja que podría presentarse es que el porcentaje de usuarios que respondan correctamente la encuesta (número de encuestas utilizables), sea significativamente menor al número establecido por el muestreo, por lo cual, los resultados obtenidos en estos casos podrían no ser significativos.

11 BILLINTON, Roy.; SUBRAMANIAM, R. K. y WACKER, Garry. Understanding Industrial Losses Resulting from Electric Service Interruptions. En: IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 29, No 1., (1993 : Saskatchewan). Saskatoon, Canada. p. 238-244.

12 SULLIVAN, Mike; VARDELL, Terry; SUDDETH, Noland y VOJDANI, Ali. Interruption Costs, Customer Satisfaction and Expectations for Service Reliability. En: IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, No 2, (1995 : Charlotte). Charlotte, USA. p. 989-995.

13 SULLIVAN, Mike; VARDELL, Terry; y JOHNSON, Mark. Power Interruption Costs to Industrial and Commercial Consumers of Electricity. (1996 : Charlotte). ISBN 0-7803-3263-6. Charlotte, USA. p. 23-35.

2.1.4 *Método econométrico basado en la elasticidad del precio.* El método de la elasticidad del precio¹⁴ se basa en la evaluación del beneficio extra del usuario, debido al uso de la electricidad. Utiliza un modelo simple para comparar el precio de la energía, con las unidades de energía que compra. En este método se establece un punto donde el valor de la energía es justamente igual a su precio, pero para las unidades de energía siguientes su valor es mayor.

Una interrupción del suministro obliga al usuario a utilizar menos energía, y lo forza a olvidar algo de ése beneficio extra. Se establece una ecuación donde la parte del beneficio extra que se pierde está en función de la elasticidad del precio de la electricidad. Este método tiene en cuenta los costos tanto directos como indirectos derivados de la interrupción, también se relaciona muy bien con la verdadera disponibilidad del usuario a pagar por un abastecimiento confiable. Una debilidad es la extrapolación directa del comportamiento del usuario derivado de situaciones normales, es decir donde no se presentan interrupciones; además éste método tiende a subestimar los costos reales de interrupciones no programadas.

2.1.5 *Relación entre los costos de la interrupción y el valor agregado por la producción.* En el caso de usuarios industriales, la estimación de estos costos puede relacionarse con el valor agregado y los costos de la interrupción¹⁵. El concepto de valor agregado se define como el valor total de la producción, menos la materia prima, el costo de la energía y el precio de servicios extra. Para interrupciones muy largas, el valor agregado debería ser igual al costo de la interrupción. De igual manera, en un nivel mucho mayor del sistema, el producto interno bruto, puede ser usado para una valoración, muy general, de los costos por interrupciones.

La tabla 1 presenta un cuadro comparativo entre diferentes aspectos, de los métodos para la valoración de los costos del usuario, debidos a interrupciones del suministro de la energía eléctrica.

14 VENEGAS, Jaime Guillermo. Metodologías de evaluación de costo de falla en sistemas eléctricos. Santiago de Chile, 1994, 67 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil en Industrias con mención en Electricidad). Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería.

15 LEHTONEN, Matti y LEMSTROM, Bettina. Comparison of the methods for assessing the costumers' outage costs. En: IEEE catálogo No 95TH8130. (1995 : Finlandia). Finlandia, 1995. p. 1-6.

Tabla 1. Comparación de los métodos de valoración de costos

CARACTERÍSTICA	PAM	RRM		DIRECTO	ECONOMÉTRICO	VALOR AGREGADO
		WTP	WTA			
Tipo de Usuario	Residencial Agrícola Comercial	Residencial Agrícola Comercial	Residencial Agrícola Comercial	Residencial Agrícola Comercial Industrial	Residencial Comercial	Industrial
Modo de aplicación	Se dan opciones de acciones a tomar, y se anexa el costo relacionado a cada acción.	Las consideraciones de los usuarios se relacionan con porcentajes del valor de la factura, que estarían dispuestos a pagar, para aumentar la confiabilidad.	Las respuestas de los usuarios son asociadas a porcentajes de descuento del valor de la factura de energía, con el fin de aceptar las interrupciones del suministro.	Los encuestados indican directamente el valor monetario de los efectos, que las interrupciones tienen, en sus negocios.	El valor del costo se obtiene mediante ecuaciones matemáticas que relacionan el beneficio extra que obtienen los clientes con el uso de la electricidad.	Los costos se basan en el concepto de valor agregado, que la producción da a los productos. Se pueden utilizar variables macroeconómicas, como el PIB, para obtener costos marginales de las interrupciones.
Costo de implementación	Medio. Se requiere encuestas por correo o telefónicas.	Medio. Se requiere encuestas por correo o telefónicas.	Medio. Se requiere encuestas por correo o telefónicas.	Alto. Se requiere preferiblemente encuestas personales, con visitas.	Bajo. Se requiere poca información del usuario (consumo de energía, etc), y precio de la energía.	Bajo. Requiere información de la industria, relacionada con los costos de mano de obra directa, CIF, y materiales
Ventajas	Relativamente bajos costos de implementación Los costos resultantes del PAM, son más objetivos que los derivados del RRM.	Los datos que se requieren son fácilmente disponibles.	Los datos que se requieren son fácilmente disponibles.	Se puede obtener bastante información adicional, que sirve en el análisis de los costos. La encuesta puede ser conducida para buscar información particular, relacionada con requerimientos de la electrificadora.	Contabiliza costos tanto directos como indirectos. Asocia la disponibilidad real del cliente para pagar por la confiabilidad del suministro.	Para interrupciones muy largas, el valor agregado, es casi igual al costo marginal de la interrupción.

Continuación Tabla 1. Comparación de los métodos de valoración de costos

CARACTERÍSTICA	PAM	RRM		DIRECTO	ECONOMÉTRICO	VALOR AGREGADO
		WTP	WTA			
Desventajas	Los valores derivados, podrían no ser estimativos del valor real, sino de algún otro factor asociado al enfoque indirecto de éste método. Los costos obtenidos se ven afectados por la experiencia de las interrupciones.	Los resultados podrían estar influenciados por preocupaciones en incrementos de la cuenta de energía, y no como una respuesta objetiva.	Según los estudios, los costos derivados del WTP, tienden a disminuir a medida que la edad del encuestado aumenta.	Presentan grandes costos de implementación, sobre todo para usuarios del sector industrial. Algunos de los escenarios de interrupción planteados, podrían no haber sido experimentados por los usuarios.	Se basa en numerosas suposiciones que podrían limitar, en gran manera, los resultados. Tiende a subestimar los costos verdaderos de interrupciones no programadas, Aunque considera la inconveniencia, no tiene en cuenta grandes pérdidas.	No todas las empresas tienen facilidad de recolección de los datos necesarios para la implementación del método.
Utilidad de los resultados	Todos estos métodos conllevan a la valoración de los costos por interrupciones, que tienen los usuarios; estos costos pueden ser aplicados en evaluaciones económicas para la planeación y operación en los sistemas de potencia, con el fin de: ♣ Idear estrategias de emergencia, y planes de contingencia en caso de interrupciones. ○ Designar circuitos dedicados a usuarios que podrían verse muy afectados por las interrupciones. ○ Contar con redes alternativas para el abastecimiento. ○ Obtener uno o varios sistemas de respaldo de la energía eléctrica ♣ Expandir las redes de transmisión. ○ Evaluar la viabilidad técnico-económica de expansiones del sistema. ○ Evaluar el impacto social y ambiental de expansiones del sistema. ♣ Estudiar inversiones en equipos para mejorar la calidad, por ejemplo: ○ Para Operadores de Red: Señalizadores, reconectadores (cierres y recierres automáticos). ○ Para el Usuario: Supresores de tensión, equipos de respaldo (plantas generadoras, bancos de baterías, UPS). ♣ Evaluar planes de mantenimiento y realizar actividades para éste fin. ○ Cronogramas de mantenimiento para equipos y redes. ○ Implementar cultura de mantenimiento preventivo.					

3. REGLAMENTACIÓN COLOMBIANA DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La reglamentación que en materia de energía eléctrica generen los gobiernos, es la base para poder llegar a una prestación óptima de éste servicio en todos los aspectos ya que exige a los diferentes agentes del sector eléctrico estándares mínimos de calidad, por consiguiente se considera necesario su estudio para acotar cualquier planteamiento a la realidad nacional.

En este capítulo se hará una revisión general a la reglamentación existente en materia de calidad de la energía eléctrica tanto a nivel mundial como a nivel nacional, profundizando en éste último ámbito y mostrando la evolución desde las primeras legislaciones al respecto hasta las propuestas actuales.

3.1 ANTECEDENTES MUNDIALES

En los últimos años, países como Argentina, Chile, Inglaterra, España, Canadá, y Estados Unidos, entre otros, han ido transformando su forma de pensar respecto al servicio de energía eléctrica, motivados por los grandes cambios en la estructura del sector eléctrico. En esta transformación, la electricidad pasa de ser únicamente un servicio y comienza a considerarse como un producto que requiere de niveles de competencia, valor agregado, y por supuesto calidad. Los usuarios dejan de ser tratados como tal y pasan a ser clientes.

A nivel mundial, el ámbito regulatorio ha estado sujeto a varios procesos de cambio que han sido inducidos en gran parte por la privatización del sector en aras de buscar una mejor calidad del servicio de la energía eléctrica. Chile es el país pionero en implantar un mercado eléctrico de libre competencia desde el año de 1982, seguido de países como Argentina e Inglaterra. Estos procesos se han llevado a cabo motivados por diferentes causas, entre ellas, la convicción de que el sector privado es más eficiente en la administración de éste tipo de empresas prestadoras de servicios como sucede en los países desarrollados; En el caso de la Unión Europea, los acuerdos internacionales han hecho posible este tipo de estudios donde se persigue el objetivo de hacer transparente el uso de los recursos públicos y garantizar una mejora del medio ambiente. En los países en vía de desarrollo, las razones que han motivado el cambio de mentalidad en la prestación del servicio de energía, han sido en su mayoría la necesidad de evitar un desabastecimiento eléctrico por falta de recursos de inversión.

De acuerdo con una revisión de varios esquemas de privatización en el mundo, los países que han dado inicio a la desregulación lo han hecho en la parte de generación de energía; Colombia no es la excepción, y apoyada en las recientes políticas de apertura del gobierno y en la creciente investigación en temas de calidad, ha entrado en la tendencia de la desregulación del sector eléctrico.

3.2 ANTECEDENTES COLOMBIANOS

El sector eléctrico, a nivel mundial, ha estado caracterizado por factores como: altas tasas de crecimiento de la demanda en décadas pasadas, grandes economías de escala, precios constantes de la infraestructura y alto grado de integración vertical de las empresas, justificada por los monopolios naturales, es decir, la misma empresa se encargaba de realizar las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de la energía eléctrica en un mercado en el que los consumidores o usuarios carecían de opciones para escoger. En ningún caso existía la posibilidad para los usuarios de escoger la empresa comercializadora de la energía, conllevando a la aceptación de un servicio sin mayores estándares de calidad del que los agentes ofrecían, por lo menos en cuanto a atención comercial se refería. De acuerdo con lo anterior, este tipo de empresas de naturaleza vertical operaban libremente en cuanto a los aspectos relacionados con la calidad del servicio y el precio de la energía era fijado por las autoridades gubernamentales o por acuerdos entre las empresas.

Colombia llevaba alrededor de veinte años de crisis cuando se despertó el interés en mejorar el sector eléctrico, el cual presentaba síntomas de desorganización y caos tales como: tarifas que no reflejaban los costos económicos, costos ineficientes resultantes de la carencia de estrategias adecuadas en la administración, descuido en el mantenimiento de instalaciones y equipos, altos costos operacionales debidos a la deficiente asignación de personal, atención inadecuada a los usuarios, alto nivel de endeudamiento, exagerado crecimiento del índice de pérdidas, incremento de los costos de funcionamiento por encima de los índices de crecimiento de la demanda, entre otros; causas que hacían necesaria una reforma del sector.

La reforma del sector eléctrico colombiano ha sido un proceso largo e inacabado que constantemente se ha ido retroalimentando con los ajustes que la Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG¹⁶ ha considerado necesarios para garantizar el buen cause del proceso de mejoramiento en la prestación del servicio. Esta reforma partió del estudio de los aspectos que en el momento se observaban críticos, tales como la integración de la industria, la planeación, las relaciones comerciales, la regulación y el control de las empresas prestadoras del servicio, las tarifas, entre otros.

A continuación se da una reseña acerca de la evolución del marco regulativo del sector eléctrico en Colombia, resaltando los aspectos sobresalientes en él y de especial interés en el desarrollo del presente estudio.

¹⁶ Organismo encargado de definir y hacer cumplir los criterios técnicos de calidad confiabilidad y seguridad del servicio de energía.

3.3 MARCO REGULATORIO

A principios de la década de los 90, se dio inicio a la transformación legislativa acentuada con la reforma de la Constitución de 1991 donde se comenzó a hablar de la necesidad de incluir leyes de regulación de los servicios públicos domiciliarios; es así como en 1994 se desarrolló un marco jurídico y legal que dio bases sólidas a una reforma del sector, creándose las leyes de:

- ⌘ *Servicios Públicos domiciliarios* (Ley 142 de 1994): Referente a la prestación de los servicios públicos.
- ⌘ *Ley Eléctrica* (Ley 143 de 1994): Referente a la creación de un mercado eléctrico bajo principios de competencia, calidad y eficiencia.

La Ley de Servicios Públicos tiene como objetivos: garantizar la eficiencia en la prestación de los servicios públicos (regulando los monopolios y la sana competencia), impulsar la expansión de cobertura de los servicios públicos, permitir y dar facilidades para la intervención del sector privado en la prestación de los servicios y racionalizar el régimen tarifario, entre otros.

Por su parte la Ley Eléctrica busca definir las actividades de la industria eléctrica, como son: la generación, la transmisión, la distribución y la comercialización, servicios públicos esenciales y obligatorios, que pueden ser desarrollados por agentes públicos, privados o mixtos.

El estado entra a jugar un nuevo papel en la prestación del servicio de la energía eléctrica, sus nuevas labores están encaminadas a promover la competencia leal, regular los monopolios, proteger los derechos de los usuarios, realizar estudios de preinversión, asegurar una política ambiental en la planeación y gestión de nuevos proyectos y asegurar disponibilidad de recursos para la atención de la demanda entre otros. Naturalmente surgieron competencias en las diferentes actividades del sector, presentándose la generación como la más cercana a un esquema competitivo, teniendo en cuenta algunas condiciones como la desintegración vertical del sector, el libre acceso a las redes de transmisión y el despacho coordinado, y en segunda medida la comercialización. La transmisión y la distribución surgieron como monopolios naturales, dejando sin espacio a la competencia.

Así pues las leyes 142 y 143 de 1994 orientadas hacia la desregulación de los sistemas, la participación privada y la creación de un mercado de electricidad, condujeron a una situación de competencia entre las diferentes empresas del sector, y dieron al usuario una nueva concepción sobre el producto “energía eléctrica” introduciendo el concepto de calidad. La calidad del servicio de energía eléctrica, como se mencionó en el primer capítulo, tiene que ver con la calidad de la potencia suministrada (las deformaciones en la onda de tensión y corriente, la frecuencia, el factor de potencia, las fluctuaciones de tensión, entre otros), la calidad del servicio suministrado (continuidad del suministro) y la atención comercial.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, elaboró un proyecto de Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica que fue discutido, aprobado y adoptado en 1998 como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional-SIN, bajo la resolución CREG070_1998. Los parámetros y procedimientos para la evaluación de la calidad del servicio han sido ajustados y modificados, coherente y consecuentemente con la realidad del sector eléctrico colombiano, por medio de las resoluciones 025 y 089 de 1999, la 096 de 2000, la 159 de 2001 y la resolución 084 de 2002.

El reglamento de distribución propuesto por la CREG contiene, entre otros, los temas relacionados con la calidad del servicio de los sistemas de transmisión regional y/o de distribución local. Este reglamento también establece las directrices que deben seguir los procedimientos de planeación, gestión, operación y expansión de proyectos eléctricos. Las consideraciones en cuanto a calidad son tratadas en el capítulo seis de dicho reglamento.

Como resultado de este proceso de reglamentación las empresas prestadoras del servicio están en la obligación de ofrecer unos niveles mínimos de continuidad del suministro, además de seguir ciertas recomendaciones en cuanto a la calidad de onda. Los usuarios por su parte, tienen herramientas legales para entablar demandas y procesos de reclamación en caso de una prestación ineficiente del servicio.

3.4 ASPECTOS DE LA LEY REGULATORIA

Calidad del servicio en el Sistema de Transmisión Regional- STR¹⁷ y Sistema de Distribución Local-SDL¹⁸. La regulación cita textualmente: “La calidad de la potencia y el servicio suministrado es responsabilidad de los operadores de red, los problemas suscitados deben ser solucionados en un plazo máximo de 30 días hábiles.” De igual manera se citan los niveles de tensión para dichos sistemas tomando como referencia la NTC 1340 así:

“Los Sistemas de Distribución Local y de Transmisión Regional se clasificaron, según su nivel nominal de tensión, para facilitar la adopción de las futuras medidas de control. Dicha clasificación fue:

⌘ *Nivel IV*: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 62 kV

17 STR: Sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un sistema de distribución local.

18 SDL: Sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

- ⌘ *Nivel III:* Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 62 kV
- ⌘ *Nivel II:* Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV
- ⌘ *Nivel I:* Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV”

3.4.1 *Calidad del servicio.* La calidad del servicio presenta dos divisiones:

- ⌘ Calidad de la potencia suministrada
- ⌘ Calidad del servicio prestado.

La Calidad de la potencia suministrada hace referencia a las deformaciones que se presentan en las ondas de tensión y de corriente, y se reflejan en los diferentes estándares de calidad que son:

- ⌘ *Frecuencia*
- ⌘ *Tensión*
- ⌘ *Armónicos en tensión y corriente*
- ⌘ ***Flicker***
- ⌘ *Factor de potencia*
- ⌘ *Transitorios electromagnéticos rápidos*
- ⌘ *Fluctuaciones de tensión*

Los valores nominales de tensión y sus variaciones se enuncian en la norma NTC1340. La frecuencia nominal del SIN es 60 Hz, puede variar entre 59,8 y 60,2 Hz en operación normal y entre 57,5 y 63,0 en operaciones críticas, tales como, fallas y reestablecimientos entre otros, con una duración máxima de 15 segundos. En cuanto al contenido armónico en tensión, se recomienda tener en cuenta las apreciaciones hechas por la norma IEEE519_1992. Posteriormente, bajo la resolución CREG096_2000, se hace opcional la aplicación de la norma IEEE519_1992 para todos los aspectos contenidos en ella. El factor de potencia para los usuarios debe ser mayor a 0,9. Se da un plazo máximo de 30 días hábiles para solucionar los problemas relacionados con los fenómenos electromagnéticos. Los demás fenómenos como **flicker**, desbalances y fluctuaciones de tensión, también se sugieren en la norma IEEE519_1992.

La calidad del servicio prestado involucra las interrupciones del suministro, objeto principal de éste estudio. Como se dijo anteriormente la calidad del servicio prestado hace referencia a dicha continuidad. Las interrupciones son clasificadas según su *duración y origen*.

De acuerdo a la duración se clasifican en:

- ⌘ Instantáneas, inferiores a 1 minuto.
- ⌘ Transitorias, entre 1 y 5 minutos.
- ⌘ Temporales, mayores a cinco minutos.

De acuerdo a su origen son:

- ⊗ Programadas
- ⊗ No programadas.

3.4.2 *Indicadores de Calidad.* La resolución CREG070_1998 define los siguientes indicadores de calidad del servicio prestado:

Duración Equivalente de las Interrupciones del Servicio –DES-

$$DES_c = \sum_{i=1}^{NTI} t(i) \quad (1)$$

Frecuencia Equivalente de las Interrupciones del Servicio –FES.

$$FES_c = NTI \quad (2)$$

donde,

DES_c : Sumatoria del tiempo en horas de las interrupciones del servicio en un circuito; calculado anualmente.

i : Interrupción i-ésima.

NTI: Número total de interrupciones ocurridas en el circuito; calculado anualmente.

Adicionalmente se definieron indicadores de calidad para efectos estadísticos y diagnósticos. Dichos índices son los siguientes:

$$DES_n = \sum_{i=1}^{NT} \frac{U_a(i)}{U_n(i)} * t(i) \quad (3)$$

$$FES_n = \sum_{i=1}^{NT} \left(\frac{U_a(i)}{U_n(i)} \right) \quad (4)$$

donde,

DES_n: Tiempo promedio por usuario, en horas, de las interrupciones del servicio en el nivel de tensión n, durante los últimos 12 meses.

FES_n: Frecuencia promedio por usuario, de las interrupciones del servicio en el nivel de tensión n, durante los últimos 12 meses.

i: Interrupción i-ésima.

t(i): Tiempo en horas de la interrupción i-ésima.

NT: Número total de interrupciones que ocurrieron en el nivel de tensión n, en los últimos 12 meses.

U_a(i): Número total de usuarios afectados por la interrupción i-ésima en el nivel de tensión n.

U_n(i): Número total de usuarios en el nivel de tensión n, en el momento de la interrupción i-ésima.

Con el fin de asignar de una manera más justa los límites de estos indicadores, la CREG realizó una zonificación por grupos dependiendo del número de habitantes de la zona de ubicación del circuito. Esta clasificación se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Zonificación según el número de habitantes

GRUPO	NÚMERO DE HABITANTES
1	Usuarios ubicados en cabeceras municipales con población superior o igual a 100 000 habitantes
2	Usuarios ubicados en cabeceras municipales con población entre 50 000 y 100 000 habitantes
3	Usuarios ubicados en cabeceras municipales con población inferior a 50 000 habitantes
4	Usuarios ubicados fuera del área urbana

Resolución CREG 070_1998

3.4.3 Etapas de la regulación. Desde la introducción del tema de calidad del suministro de la energía en el país, surgió la necesidad de establecer un lapso de tiempo para que las empresas se adaptaran a la nueva reglamentación; con éste fin se fijó un periodo de transición de tres años (desde el año 2000 hasta el año 2002), en el cual se incrementó progresivamente la exigencia en los niveles de calidad, cuantificados mediante los indicadores definidos.

Para cada uno de los años de dicho periodo se definieron los límites máximos permisibles en los indicadores hasta el momento penalizables (DES y FES). El año 1999, inmediatamente anterior al periodo de transición, sirvió como marco de referencia, utilizando los indicadores resultantes al final del año como parámetro inicial para definir posteriormente los niveles permisibles para los años siguientes, los cuales se formularon cada vez más estrictos.

Para fines prácticos, durante el periodo de transición los indicadores de calidad se calcularon por circuito; una vez finalizado el periodo, los cálculos se hicieron de forma individual para cada usuario.

Los únicos índices de calidad penalizados hasta el momento de la elaboración del presente estudio son los referentes a la continuidad del suministro. El incumplimiento en los límites establecidos ocasiona la compensación de los usuarios por parte de los Operadores de Red, por lo tanto, se fijaron los métodos para calcular los valores a compensar por incumplimiento en los indicadores DES y FES.

3.4.4 Cálculo de compensaciones. A continuación se presentará la forma de calcular los valores a compensar a los usuarios (según la resolución CREG096_2002) en caso del incumplimiento de al menos uno de los índices DES y FES:

Para el indicador DES:

$$\begin{aligned} \text{Si } [DESc - VM_{DESc}] \leq 0, \text{ entonces } VCDc &= 0 \\ \text{Si no, } VCDc &= [DESc - VM_{DESc}] \times CI \times DPc \end{aligned}$$

- ⊗ VCD_c : Valor a compensar al usuario por el incumplimiento del indicador DES en el circuito c, al cual se encuentra conectado.
- ⊗ DES_c : Indicador DES del circuito c, reportado al comercializador por el operador de red -OR.
- ⊗ VM_{DES_c} : Valor máximo admisible para el indicador DES fijado por la CREG.
- ⊗ CI: Costo estimado de la energía no servida; el cual, es igual a 265,2 \$/kWh, \$ colombianos del 30 de noviembre de 1997. Este valor se deberá actualizar al mes en el cual se efectúa la compensación utilizando el Índice de Precios al Consumidor nacional - IPC reportado por el DANE.
- ⊗ DP_c : Demanda promedio. Demanda promedio (en kW) del usuario durante los últimos doce (12) meses. Se entiende la demanda promedio del usuario como el cociente entre la energía facturada (kWh) a éste durante los doce meses anteriores al momento de calcular la compensación y el número total de horas del año.

Para el indicador FES:

$$\begin{aligned} &\text{Si } [FES_c - VM_{FES_c}] \leq 0, \text{ entonces } VCF_c = 0 \\ &\text{Si no, } VCF_c = [FES_c - VM_{FES_c}] \times [DES_c / FES_c] \times CI \times DP_c \end{aligned}$$

- ⊗ VCF_c : Valor a compensar al usuario por el incumplimiento del indicador FES en el circuito c, al cual se encuentra conectado el usuario.
- ⊗ FES_c : Indicador FES del circuito c, reportado al comercializador por el OR.
- ⊗ VM_{FES_c} : Valor máximo admisible para el indicador FES fijado por la CREG.

Las otras variables mantienen el mismo significado que en la expresión anterior.

El valor total a compensar a cada usuario corresponde al mayor valor entre VCD_c y VCF_c .

3.4.5 Penalizaciones. Para efectos de penalización no se tienen en cuenta las interrupciones instantáneas, (inferiores a un minuto), ni de fuerza mayor, tales como racionamientos de emergencia, interrupciones por seguridad ciudadana o incumplimientos de contrato.

Con la resolución CREG089_1999 se cobijaron dentro de las interrupciones no penalizables aquellas con duración inferior a tres minutos, para el período de transición. Se estableció que para el último año del periodo de transición (2002) así como para el período definitivo, se retomaría la penalización a partir de 1 minuto de interrupción (CREG096_2000). Por otro lado, no se tendrían en cuenta aquellas interrupciones por disfunciones de los activos de Sistema Interconectado Nacional autorizadas por las resoluciones CREG vigentes en ese momento y las indisponibilidades originadas por un evento de fuerza mayor que inhabilite al Operador de Red para prestar el servicio (no mayor a tres días).

Tabla 3. Valores máximos admisibles para los indicadores DES y FES.

GRUPO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3	
	DES (horas)	FES	DES (horas)	FES	DES (horas)	FES
1	30	60	19	38	11	26
2	60	100	29	58	19	44
3	96	150	39	68	29	51
4	168	200	61	84	39	58

Resolución CREG 025_1999

La división mostrada en la tabla 3, corresponde a un ajuste hecho en la resolución CREG025_1999, donde se presentan los valores máximos de los índices para cada grupo de la tabla 1.

3.4.6 Vigilancia y Control. El control y la vigilancia se lleva a cabo por los usuarios y por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD¹⁹. Para facilitar la actividad de control, los Operadores de Red deben tener un registro claro y preciso del trazado de las redes de sus sistemas, preferiblemente usando sistemas digitalizados y/o georeferenciadores que indiquen sus coordenadas exactas.

En cuanto al servicio eléctrico, la SSPD es la encargada de llevar el control del cumplimiento de los indicadores DES y FES, para ello, los diferentes operadores de red deben presentarles informes trimestrales donde se reporten los egresos producto de las compensaciones hechas a los usuarios.

Con el fin de mantener un control de las interrupciones del suministro de la energía eléctrica, los diferentes Operadores de Red deben efectuar reportes donde se encuentre registrada en detalle, la información de eventos programados y no programados, de acuerdo a las indicaciones del anexo 1 de la Circular038_2001 de la CREG. En caso de ocurrencia de eventos no programados, es indispensable especificar la descripción y secuencia del evento (horas, minutos, segundos) y la demanda no atendida, entre otras. Cuando se trata de eventos programados, es necesario que los Operadores de Red informen a los usuarios del STR o del SDL, con una anticipación mínima de 48 horas, que va a ocurrir la interrupción del suministro, donde se informe la hora exacta de inicio y duración de la falla; si se trata de usuarios industriales, la comunicación de la falla debe realizarse como mínimo con 72 horas de anticipación. En los dos casos, el reporte debe hacerse a través de un medio masivo de comunicación. Así mismo, la CREG o la SSPD, pueden exigir en cualquier momento informes a los Operadores de Red acerca de su inventario de activos del sistema, éste, se debe mantener actualizado tanto en el total de activos como en las inversiones que se

¹⁹ La SSPD es un organismo técnico creado en el año de 1991 con el objetivo de controlar, inspeccionar y vigilar a cualquier entidad prestadora de un servicio público domiciliario.

hallan efectuado para mejorar el sistema, y deben estar en condiciones de presentar estos informes en el momento en que sean solicitados.

3.4.7 Propuesta de regulación. Como respuesta al proceso evolutivo en materia de reglamentación llevado a cabo en el país, la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, publicó el documento CREG037_2004 donde se propone una nueva metodología para el cálculo de los niveles óptimos de calidad durante el periodo tarifario actual del país. La creación de un nuevo modelo se justifica según la CREG ya que actualmente se está utilizando la función del primer escalón de racionamiento para calcular los valores a compensar, esta función considera que la interrupción sucede en una forma ordenada (programada), y además tiene en cuenta únicamente la estimación de los usuarios que muestran una valoración menor de la energía (en escenarios de interrupción donde la energía es más barata), por lo tanto se deduce que la estimación actual del costo del kWh interrumpido es una subestimación del costo de la interrupción.

La nueva metodología plantea la determinación de los niveles óptimos de calidad a partir de simulaciones utilizando el método de Montecarlo²⁰, para lo cual se plantea un circuito tipo escogiéndose el propuesto por Billinton & Allan, dicho circuito fue modificado con el fin de ser ajustado a la realidad nacional. Durante las simulaciones se tuvieron en cuenta una serie de particularidades tales como mayores tiempos de respuesta para fallas rurales que ocurren en horas nocturnas.

Para las simulaciones era necesario obtener ciertos parámetros de entrada, dichos parámetros fueron obtenidos mediante un estudio²¹ para la determinación de valores medios de tasas de fallas de los diferentes elementos constitutivos del circuito alimentador como: aisladores, cortacircuitos, fusibles y pararrayos, entre otros. Adicionalmente a los tiempos obtenidos mediante las simulaciones (interrupciones imprevistas), se agregaron los tiempos y frecuencias establecidas para el mantenimiento²² (interrupciones programadas), estimándose así las metas definitivas.

En materia de las compensaciones, la metodología propone obtener el costo para el usuario debido a la interrupción, utilizando una función de valoración económica de la continuidad - VEC, con la cual se obtiene un único valor del costo de la continuidad. La metodología busca que el costo de las inversiones de mejora sea menor que el valor de las compensaciones a los usuarios, con lo cual los operadores de red se vean incentivados a realizar dichas inversiones. La valoración beneficio/costo de los proyectos de mejora, se hace proyectando a 15

20 Proceso de simulación aplicado a problemas que involucran variables aleatorias con distribuciones de probabilidad conocidas o asumidas.

21 CONCEPTO TÉCNICO SOBRE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS Y TIEMPOS ADMISIBLES PARA SOLUCIÓN DE FALLAS.

22 Obtenidas mediante el estudio "CONCEPTO TÉCNICO SOBRE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS, TIEMPOS ADMISIBLES Y FRECUENCIA EN LA EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS".

años el valor de compensación encontrado para un circuito particular, traídos al presente con una tasa efectiva anual del 12%, esta proyección se compara con el costo de la inversión (todo en el año 1). De esta manera se escogen los proyectos de mejora económicamente más atractivos.

Por otro lado, se propone que los índices DES y FES sean acumulados mensualmente y no por trimestre (como se hace actualmente), de tal manera que se compense al usuario en el mes siguiente al que se sobrepaso el límite anual. Con el fin de dar flexibilidad a las distribuidoras se propone que dividan su red de distribución en cuatro grupos (dependiendo de la frecuencia del mantenimiento que tengan), con el fin de que cada grupo tenga una fecha de inicio del primer día del primer mes de cada trimestre del año, y así no se acumulen las compensaciones.

En lo referente al control de las interrupciones, se propone la instalación de equipos de monitoreo de frecuencia y duración en cada uno de los alimentadores de los Operadores de Red. Estos equipos deben permitir la lectura de la información de manera automática para ser enviada semanalmente a la SSPD. Estos equipos fueron incluidos dentro de los elementos constitutivos de las unidades constructivas que están siendo remuneradas en el actual periodo. Los equipos deben ser instalados en un plazo máximo de tres años y el operador deberá establecer un plan de gestión para la instalación de equipos, dicho plan deberá ser presentado antes del 30 de noviembre de 2004.

La SSPD sigue con sus funciones de supervisión y control, además debe recolectar índices anuales DES y FES por empresa, clasificando la de mejor y la de peor desempeño durante el año, publicándolas en un medio de prensa de carácter nacional; a su vez debe publicar mensualmente los índices reportados por los Operadores de Red y establecer un distintivo anual para la mejor empresa.

De igual forma las empresas comercializadoras deben anexar en la factura de energía información referente a fecha (día/mes/año) y duración de cada interrupción, el tiempo total interrumpido, los minutos a compensar, entre otros.

La opinión de los autores acerca de esta nueva propuesta que contempla planteamientos interesantes, es que se empieza a notar un cambio de filosofía por parte de los principales actores en materia de regulación del país, acercándose más a la realidad nacional. Un aspecto que podría llegar a ser crítico, es que la metodología se desarrolla a partir de información reportada por los Operadores de Red, esta situación puede generar la manipulación de los datos, por lo tanto, se considera que es mejor utilizar información monitorizada. Adicionalmente se observa que siguen existiendo términos sin mucha claridad. Una fortaleza de la metodología es que plantea dar incentivos a los Operadores de Red que desarrollen planes de inversión en aras de mejorar la calidad del servicio que prestan, situación que no se presenta en la actualidad.

4. DIAGNÓSTICO DEL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA VALORACIÓN DE LOS COSTOS POR INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO.

Un aspecto muy importante que debe considerarse cuando se realiza cualquier tipo de estudio, sobre todo si éste se enfoca hacia la investigación, es la necesidad de recolectar información relacionada con los temas que abarque dicho estudio. Esta información debe ser lo mas objetiva posible, debe tomarse de fuentes muy variadas, y no debe sesgarse a un solo aspecto, por el contrario debe tener en cuenta el punto de vista de todas las partes involucradas.

Al iniciar la investigación del presente proyecto de grado, surgieron una serie de interrogantes tales como: ¿existe un conocimiento básico por parte de los usuarios del servicio, sobre la reglamentación del sector eléctrico en Colombia?, ¿las empresas han valorado, de alguna forma, los costos del inadecuado suministro de la energía eléctrica? Estas y muchas otras inquietudes, dieron pie a indagar de manera general en Bucaramanga, la situación respecto al conocimiento de la calidad del servicio de la energía eléctrica, a la reglamentación que existe y el grado de cultura de calidad en las industrias manufactureras. En este capítulo se presenta el diagnóstico realizado en las grandes y medianas industrias del sector manufacturero de la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, dejando abiertas las posibilidades para nuevos estudios a nivel departamental y nacional, de éste y otros sectores.

4.1 OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO

Los objetivos de este diagnóstico son los siguientes:

- ⊗ Indagar el conocimiento que las grandes y medianas industrias manufactureras de Bucaramanga, y su área metropolitana, tienen acerca de la calidad del servicio de la energía eléctrica y conocer algunas de sus actitudes, percepciones y preferencias, en esta materia.
- ⊗ Conocer, si en alguna ocasión, estas empresas han valorado y cuantificado los costos en los que incurren por la ausencia de tensión en los puntos de alimentación, (interrupciones del suministro).
- ⊗ Generar un punto de partida que permita introducir el tema de la calidad de la energía eléctrica, así como generar inquietud a los empresarios en trabajos de investigación futuros acerca de este tema.

4.2 POBLACIÓN OBJETIVO²³

Fueron escogidas como población objetivo de este diagnóstico, las grandes y medianas industrias pertenecientes al sector manufacturero, con sus instalaciones de producción en el área metropolitana de Bucaramanga.

Aunque en primera instancia, se podría argumentar que el mejor criterio para la selección de la población objetivo es el consumo de energía, fue necesario desistir de éste criterio de clasificación, debido a que fue imposible tener acceso a esta información por razones de confidencialidad por parte de las empresas comercializadoras de energía. Es así como se recurrió al criterio de nivel de activos, seleccionando aquellas empresas cuyos niveles de activos estuvieran por encima de los \$1 790 358 001,00 según la cámara de comercio de Bucaramanga.

Para el diagnóstico se realizó un censo a la población objetivo, sin embargo hubo varias empresas que no contestaron la encuesta por variadas razones, en el Anexo A se listan dichas empresas y se plantan las razones por las cuales no fue posible incluirlas en el estudio. No obstante se deja abierta la posibilidad de realizar este estudio en otros sectores como la pequeña industria, el sector comercial y el sector residencial, con el fin de realizar comparaciones y continuar con la concienciación de la cultura de la calidad de la energía eléctrica en nuestro país.

Además de las anteriores razones, se consideró esta población de empresas debido a que, de acuerdo al nivel de activos que ellas manejan, los volúmenes de producción y las ventas, las interrupciones del suministro pudieran llegar a tener un mayor impacto en los costos.

La unidad de muestreo²⁴ seleccionada para el desarrollo de este diagnóstico será cada unidad económica que se dedica exclusiva o principalmente a realizar actividades de manufactura industrial con activos por encima de los \$1 790 358 001.00, y que posea instalaciones de producción ubicadas físicamente dentro de Bucaramanga o su área metropolitana.

4.3 HIPÓTESIS

Las pruebas de hipótesis son utilizadas en aquellos casos en los que, más que estimar un parámetro de la población, se debe decidir si un enunciado referente a un parámetro es cierto o falso. En el caso de este trabajo de grado, el planteamiento de las hipótesis obedeció a la necesidad de concluir acerca de el comportamiento de la población objetivo y así tener bases sólidas para justificar la elaboración de la metodología de valoración de costos.

²³ Conjunto de unidades o elementos que presentan una característica en común las cuales serán materia de estudio para este diagnóstico.

²⁴ Es el elemento del cual se obtiene la información necesaria para el desarrollo del diagnóstico.

Para el desarrollo de este diagnóstico se plantearon las siguientes hipótesis:

- ⊗ Más del 50% de los usuarios de la energía eléctrica del sector industrial manufacturero (grandes y medianos) de Bucaramanga, han experimentado por lo menos uno de los problemas relacionados con la energía eléctrica, por lo tanto conocen los conceptos básicos de calidad del servicio de la energía eléctrica.
- ⊗ Por lo menos el 50% de las empresas manufactureras (grandes y medianas), desconocen la cantidad de dinero que pierden por no contar con un suministro continuo de energía eléctrica.
- ⊗ Mas del 50% de las empresas manufactureras (grandes y medianas) no tienen conocimiento acerca de la reglamentación existente en materia de calidad de energía eléctrica.

4.4 MARCO DE REFERENCIA²⁵

El marco de referencia es un listado de industrias manufactureras²⁶ grandes y medianas de Bucaramanga y su área metropolitana, proporcionado por el centro de documentación y moda de la Cámara de Comercio de Bucaramanga.

Este listado se encuentra en el Anexo A.

4.5 MÉTODO E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN

La recolección de los datos se realizó por medio de una encuesta telefónica compuesta de 8 preguntas (ver Anexo B). Estas preguntas están encaminadas a cumplir con los objetivos del diagnóstico y determinar si se confirman, o no, las hipótesis planteadas.

Existen dos tipos de estructura de las preguntas, las preguntas 1, 4, 5 y 6 tienen dos opciones, SI y NO, permitiendo así que esta encuesta sea de fácil y rápida aplicación. Las demás preguntas de la encuesta son de selección múltiple con única respuesta.

De esta manera se logró que la entrevista telefónica no durara más de 10 minutos y que fuera fácil de comprender y analizar.

El diseño de la encuesta adoptó algunos fundamentos encontrados durante el análisis de los estudios mundiales de costos por confiabilidad, y algunos otros de las encuestas llevadas a cabo a nivel nacional, como parte de un convenio entre la SSPD y la UIS²⁷, en el cual se quería conocer el grado de satisfacción de los usuarios respecto al servicio de la energía eléctrica. Se debe tener en cuenta, como se mencionó anteriormente, que se diseñó una encuesta telefónica de corta duración (entre 10 y 15 minutos), por lo tanto fue necesario depurar toda la

²⁵ Listado de todas las unidades o elementos que integran la población a investigar o población objetivo

²⁶ Para efectos de este estudio, entiéndase como industria manufacturera toda aquella que transforme materia prima en producto terminado.

²⁷ Identificación del grado de satisfacción de los usuarios con el servicio de energía eléctrica prestado por los operadores de red.

información antes recolectada, con el fin de hacer un cuestionario sencillo, cuyos resultados permitieran dar conclusiones sobre el sector industrial manufacturero (grande y mediano), que justificaran los objetivos de este proyecto de grado.

4.6 METODOLOGÍA DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las encuestas fueron aplicadas por los autores del proyecto de grado, de esta manera, se pudieron detectar algunas conductas y comportamientos extractados de las conversaciones con los encuestados, que no estaban directamente relacionados con las preguntas, pero que de igual forma fueron importantes para extraer conclusiones, que si la encuesta hubiera sido desarrollada por personas externas a la investigación, no se hubiesen podido señalar. Estas conductas y observaciones serán descritas a lo largo del análisis de los resultados.

Para efectos de obtener información precisa, y dado el nivel técnico de la encuesta, fue necesario indagar directamente a personal encargado del área de producción o mantenimiento; sin embargo, en ciertos casos los cuestionarios fueron contestados por administradores, no obstante, en todos los casos el personal encuestado fue altamente calificado y capacitado para dar respuestas confiables.

Inicialmente en la mayoría de los casos las personas que contestaban el teléfono eran secretarías o recepcionistas de la empresa. Se hacía una presentación así:

“Buenos días ó tardes, mi nombre es _____ de la Universidad Industrial de Santander, ¿sería tan amable de comunicarme con la persona encargada de producción ó mantenimiento?”

Algunas veces la llamada era transferida a una de las dos áreas solicitadas. En algunas ocasiones se preguntaba al encuestador el motivo de la llamada, a lo que se respondía:

“Estamos realizando un estudio relacionado con la calidad de la energía eléctrica y es necesario hablar con una persona encargada de alguna de estas áreas”

Cuando se daba esta información, en algunos casos respondían que había que llamar mas tarde pero se indagaba por el cargo y el nombre de la persona encargada, a lo cual se obtenía una respuesta afirmativa, de tal manera que al llamar por segunda vez, se preguntaba directamente por la persona encargada, lo que hacia mas fácil y ágil la transferencia de la llamada. Una vez se lograba la comunicación con la persona apta para responder la encuesta, se procedía a explicar brevemente el motivo de la llamada y si era posible lograr la colaboración para responder el cuestionario, dando inicio así a realización del cuestionario.

Como se mencionó anteriormente, en el Anexo A se relacionan aquellas empresas que siendo parte del marco de referencia no pudieron ser encuestadas, y la razón por la cual no se realizó la encuesta.

4.7 ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de los resultados arrojados en las encuestas se realizó en dos secciones; la primera es un análisis individual (para cada pregunta), y la segunda una serie de relaciones, utilizando para ambos casos el programa *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS, como herramienta estadística.

Dado que el estudio que se realizó fue un censo de toda la población de industrias grandes y medianas, manufactureras del área metropolitana de Bucaramanga, los resultados permiten concluir de manera directa acerca del comportamiento de las industrias frente a los temas relacionados con la calidad del servicio de la energía eléctrica y algunos otros aspectos indagados en la encuesta.

Adicionalmente, y con el objetivo de fomentar el uso del algoritmo de asociación lógica en análisis de datos multivariantes – LAMDA en la Universidad Industrial de Santander se llevó a cabo en forma paralela el análisis de los datos arrojados por el diagnóstico. La filosofía LAMDA es una técnica de clasificación que puede trabajar con datos tanto cualitativos como cuantitativos y utiliza la lógica Fuzzy y los conectivos híbridos. Una explicación más detallada de esta filosofía así como el análisis de los datos arrojados por la encuesta, serán mostrados en el Anexo C.

4.7.1 Sección de análisis individual. En esta sección, cada pregunta fue analizada de manera individual, inicialmente se anexa la tabla de valores estadísticos arrojada por SPSS, posteriormente se presenta un gráfico de torta con los resultados expresados en porcentajes. Como último, se presentan las conclusiones de esa pregunta.

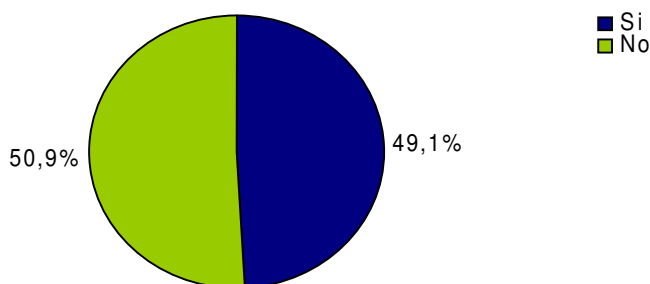
En las páginas siguientes se encontrará el análisis de los resultados expresados por las empresas que formaron parte de este estudio, además en el Anexo A se encuentra el listado de éstas, con las personas que respondieron las preguntas de la encuesta así como el cargo que ocupan.

- Pregunta 1. “¿Se han realizado mediciones o estudios relacionados con la calidad de la energía eléctrica en las instalaciones de la empresa?”

Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la pregunta 1.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	26	49,1
No	27	50,9
Total	53	100,0

Figura 3. Porcentajes de empresas que han realizado estudios de calidad del servicio de la energía eléctrica



Este es uno de los casos donde la conversación que se sostuvo con la persona encuestada, permitió dar cierta claridad a las respuestas

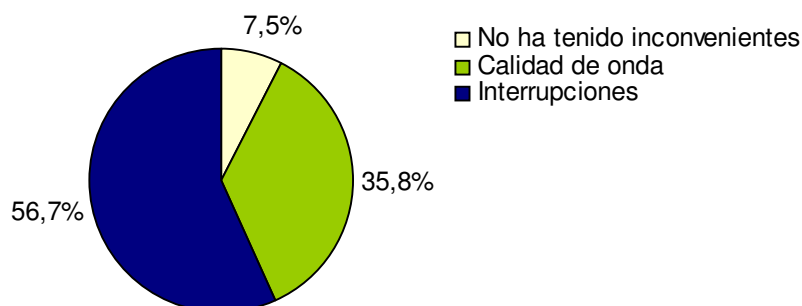
Aunque la mitad de las empresas respondieron afirmativamente a la pregunta 1, lo que querría decir que han realizado estudios o mediciones relacionadas con la calidad de la energía eléctrica, muchas de estas respuestas obedecen a la amplitud de significados que puede tener una medición o un estudio de este tipo, por ejemplo, en algunos casos llaman medición o estudio al hecho de controlar los picos de tensión con un estabilizador ó realizar la medición de consumo de energía a una máquina específicamente. Por tal motivo a pesar de que las repuestas afirmativas son el 49,1%, se puede concluir que una porción de estas aun se encuentra dentro del grupo de aquellos usuarios que no han realizado mediciones o estudios relacionados con la calidad de la energía eléctrica. Las preguntas siguientes mostrarán un poco más acerca del concepto que se tiene de calidad del servicio de la energía eléctrica.

- Pregunta 2. “De los problemas que ha tenido con el suministro de energía eléctrica, ¿cuál cree usted que lo afecta más?”

Tabla 5. Estadísticas descriptivas de la pregunta 2.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Interrupciones	30	56,6
Calidad de onda	19	35,8
No ha tenido inconvenientes	4	7,5
Total	53	100,0

Figura 4. Porcentaje de usuarios con problemas relacionados al suministro de la potencia



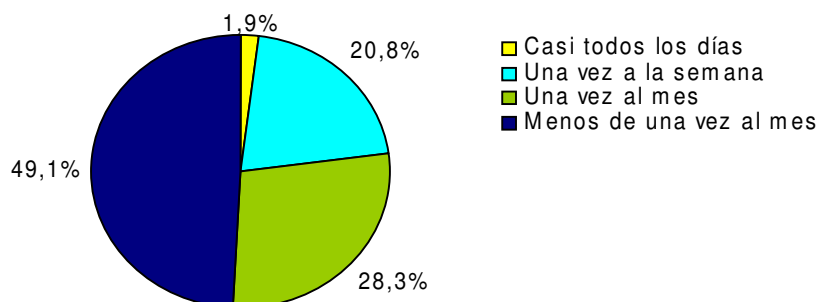
El problema que más afecta a las grandes y medianas industrias manufactureras, de Bucaramanga y su área metropolitana, son las interrupciones del suministro de la energía eléctrica; sin embargo, el 35,8%, respondió que la calidad de onda también es un problema inminente, variaciones en la tensión o interrupciones cortas, expresando que estos fenómenos son los que mas generan daños a los equipos y la maquinaria.

- Pregunta 3. “¿En los últimos dos años, las interrupciones del suministro de energía eléctrica por lo general ocurren con que frecuencia?”

Tabla 6. Estadísticas descriptivas de la pregunta 3.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Casi todos los días	1	1,9
Una vez a la semana	11	20,8
Una vez al mes	15	28,3
Menos de una vez al mes	26	49,1
Total	53	100,0

Figura 5. Porcentajes de las percepciones de los encuestados acerca de la frecuencia en la ocurrencia de las interrupciones



Aunque las interrupciones presentan un gran problema en las empresas, éstas ocurren en el 49,1% de los casos, menos de una vez al mes, lo que indica que no son muy frecuentes, pero aun así y según las respuestas de los encuestados, causan daños significativos al momento de su ocurrencia. El resto de las

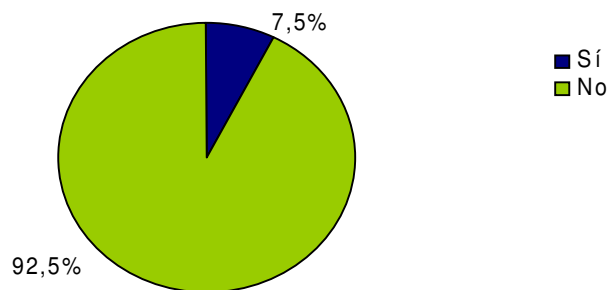
empresas, el 51,9%, manifestaron experimentar entre una y cuatro interrupciones al mes.

- Pregunta 4. “¿Conoce y comprende el significado de los índices DES y FES?”

Tabla 7. Estadísticas descriptivas de la pregunta 4.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	4	7,5
No	49	92,5
Total	53	100,0

Figura 6. Porcentaje de conocimiento de la regulación colombiana acerca de la continuidad del suministro



Esta pregunta muestra el desconocimiento casi total de la reglamentación en calidad de energía eléctrica existente en Colombia, ya que el 92,5% de los encuestados desconoce este tema.

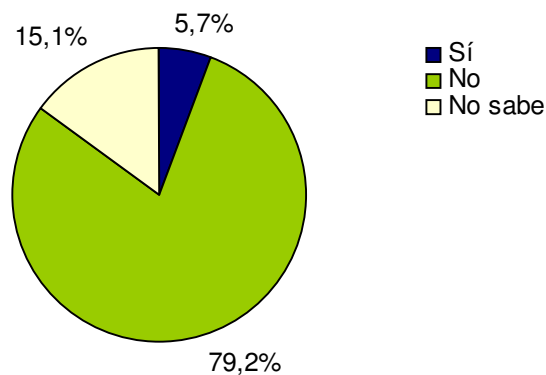
Cabe anotar que, al explicar brevemente el significado de estos índices, las personas encuestadas se mostraron muy interesadas en el tema, lográndose así uno de los objetivos de este trabajo de grado, el cual es despertar el interés por los temas relacionados con la calidad del servicio de la energía eléctrica en las empresas.

- Pregunta 5. “¿Ha recibido alguna compensación económica en la factura de energía debido al incumplimiento en los índices DES y FES?”

Tabla 8. Estadísticas descriptivas de la pregunta 5.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	3	5,7
No	42	79,2
No sabe	8	15,1
Total	53	100,0

Figura 7. Porcentajes de las compensaciones recibidas como parte del incumplimiento de los índices DES y FES



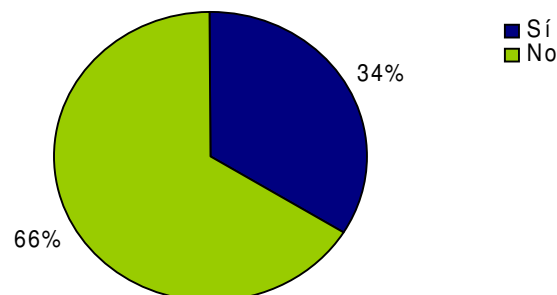
Se puede observar que el 79,2% de los encuestados no han recibido compensaciones por interrupciones del suministro de la energía eléctrica, esto es atribuible a varias causas; una de ellas es que las interrupciones no son muy frecuentes como fue manifestado en la pregunta 3, de igual forma también es atribuible, según manifestaron algunos encuestados, a que los niveles máximos permitidos para estos índices son demasiado altos; otra razón para esta situación es que muchos de los encuestados no revisan las facturas de la energía.

- Pregunta 6. “¿En su empresa se evalúan los costos adicionales generados por una interrupción del suministro de energía eléctrica?”

Tabla 9. Estadísticas descriptivas de la pregunta 6.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	18	34,0
No	35	66,0
Total	53	100,0

Figura 8. Valoración de costos generados por las interrupciones del suministro



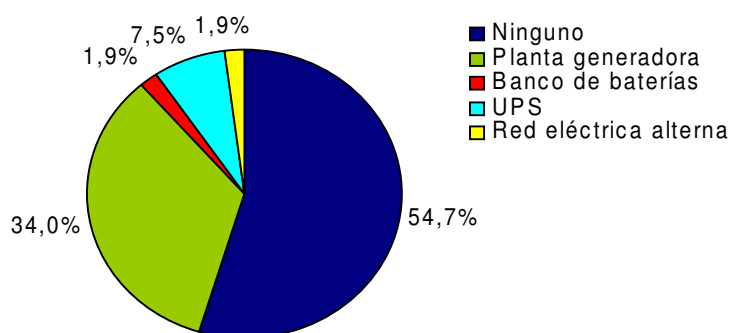
Como objetivo principal de este trabajo de grado se encuentra la cuantificación de los costos debidos a las interrupciones del suministro, y respecto a esta pregunta se observó que el 65,2% de las empresas encuestadas no han estimado dichos costos adicionales generados por una interrupción del suministro de la energía eléctrica. Sin embargo, cabe anotar que aquellas empresas que respondieron afirmativamente a esta pregunta, presentan un concepto muy diferente de cuantificación de costos al que se desarrolla a lo largo de este trabajo de grado (metodología propuesta, capítulo 5), en muchos casos estos costos solo tiene en cuenta aspectos tales como mano de obra, inventarios que se dañan o producción no elaborada, pero en ningún caso se realizan estudios con varios componentes simultáneamente o se toman en cuenta costos como depreciación, mantenimiento y operación de los sistemas de respaldo, costos de reinicio, energía no consumida, costos de horas extras, costos por daño a equipos y maquinaria, costos de reprocesos o costos por pérdidas de inventarios dañados (materia prima, producto en proceso, producto terminado), entre otros.

- Pregunta 7. “¿Qué tipo de sistema de respaldo de energía eléctrica posee el área de producción?”

Tabla 10. Estadísticas descriptivas de la pregunta 7.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Ninguno	29	54,7
Planta generadora	18	34,0
Banco de baterías	1	1,9
UPS	4	7,5
Red eléctrica alterna	1	1,9
Total	53	100,0

Figura 9. Porcentajes de los tipos de sistema de respaldo que poseen los usuarios



Teniendo en cuenta los resultados de esta pregunta, se puede observar que el 54,7% de las empresas encuestadas no poseen sistemas de respaldo, sin embargo varias de las empresas que los tienen, manifestaron que estos sistemas no se accionan automáticamente una vez presentada la interrupción, y que igualmente existe un lapso de tiempo corto sin suministro mientras se realiza el

accionamiento manual. La tabla 11 muestra las empresas que poseen sistemas de respaldos y que tipo de sistema es.

Tabla 11. Empresas que cuentan con sistemas de respaldo

EMPRESA	TIPO DE SISTEMA DE RESPALDO
Salsamentaria Santander	Planta generadora
GAVASSA y Cía. Ltda.	Planta generadora
Gaseosas HIPINTO	Planta generadora
Editorial Universo	Planta generadora
Avimol	Planta generadora
Industrias CHICO	Planta generadora
Solla	Planta generadora
SACEITES	Planta generadora
PRETECOR	Planta generadora
Rambla	Planta generadora
Carlaxplast	Planta generadora
Comestibles Colombianos	Planta generadora
Extrucol	Planta generadora
Freska Leche	Planta generadora
LAVCO	Planta generadora
Planta generadora Rugo	Planta generadora
Rikalac	Planta generadora
Industrias PARTMO	UPS
CEDSA SA	UPS
La Bastilla	UPS
Industrias AVM	UPS
VITELSA	Banco de baterías
BAVARIA SA	Red eléctrica alterna

Nótese que la mayoría de las empresas que tiene plantas generadoras, realizan procesos que requieren presencia continua de energía, para que sus inventarios no se vean afectados. La única empresa que manifestó poseer banco de baterías fue VITELSA. En el caso de las UPS, éstas son utilizadas en la mayoría de las empresas para prevenir la pérdida de información, más no para suplir el suministro y así continuar con el trabajo en una interrupción de más de 10 minutos.

La empresa BAVARIA S.A., es la única que cuenta con una red eléctrica alterna, además manifestaron que están implementando nuevas tecnologías en la planta por lo que necesitan mayor protección a los equipos, poseen a su vez UPS, e igualmente están a la espera de poner en funcionamiento una planta generadora, todo esto es explicable dada la complejidad del proceso productivo y la capacidad adquisitiva que tiene una empresa de tal tamaño.

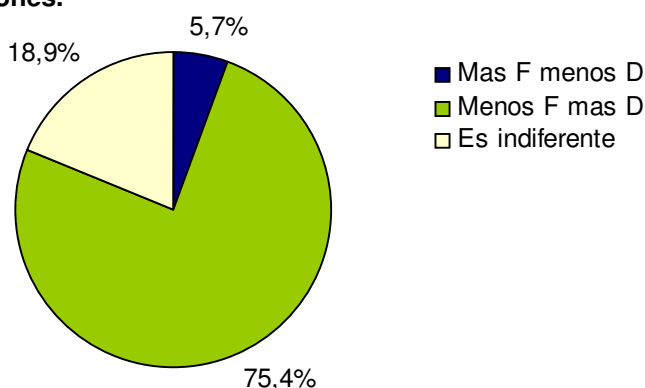
La empresa Avimol, además de poseer una planta generadora como principal opción en el caso de una interrupción, también posee banco de baterías y UPS.

- Pregunta 8. “Suponga que es absolutamente necesario suspender el suministro de energía eléctrica en la empresa. Usted preferiría que las interrupciones fueran: ”

Tabla 12. Estadísticas descriptivas de la pregunta 8.

ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Mas Frecuencia menos Duración	3	5,7
Menos Frecuencia mas Duración	40	75,5
Es indiferente	10	18,9
Total	53	100,0

Figura 10. Porcentajes de las preferencias de los encuestados respecto a la frecuencia y la duración de las interrupciones.



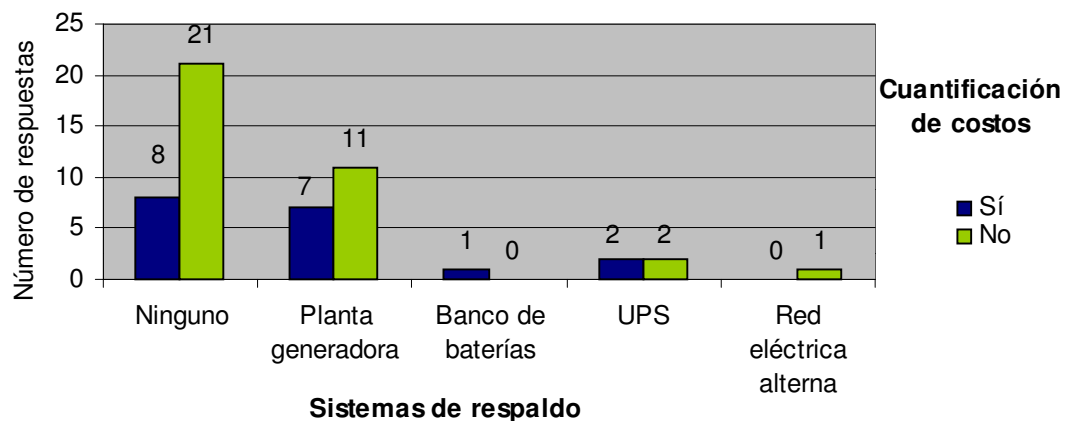
Al indagar la preferencia de los encuestados acerca de las interrupciones del suministro, la primera reacción es de preocupación, manifestando que en ningún caso las interrupciones son buenas, sin embargo, al momento de tener que escoger prefieren notablemente las interrupciones menos frecuentes y con mayor duración, con un porcentaje del 75,5%, frente a las interrupciones más frecuentes y de menor duración, con el 18,9%. Esta situación puede sustentarse en el hecho de que existen procesos y equipos que con una sola interrupción, independientemente de su duración, pueden representar un nivel elevado de daños en las materias primas que se utilizan en el proceso ó altos tiempos de reinicio de las actividades. Adicionalmente, los encuestados sugieren advertencias de las interrupciones, para poder planear la producción y reprogramar sus actividades.

4.7.2 Relaciones de frecuencia de una variable dentro de otra. En esta sección se busca mostrar la relación que existe de una variable (pregunta de la encuesta) con respecto a otra, representada por la frecuencia que cada una de ellas tenga dentro

de la otra. Esta relación se realiza mediante la herramienta estadística “**clustered**” del menú de gráficos en el paquete estadístico SPSS. Inicialmente se presenta una breve descripción de lo que se espera observar, seguidamente se presentan los resultados, de una manera gráfica, y se dan las conclusiones a partir de los resultados.

4.7.2.1 *Existencia de sistemas de respaldo en empresas que presentan, o no, cuantificación de los costos por interrupciones* (preguntas 6 y 7). Lo que se esperaría al analizar conjuntamente estas dos preguntas, es que los usuarios que manifestaron haber calculado los costos adicionales de una interrupción, cuenten con sistemas de respaldo de la energía eléctrica. Esta suposición es válida, siempre y cuando los resultados de la cuantificación hayan arrojado costos significativos, que sustenten la inversión de un sistema de respaldo para la empresa.

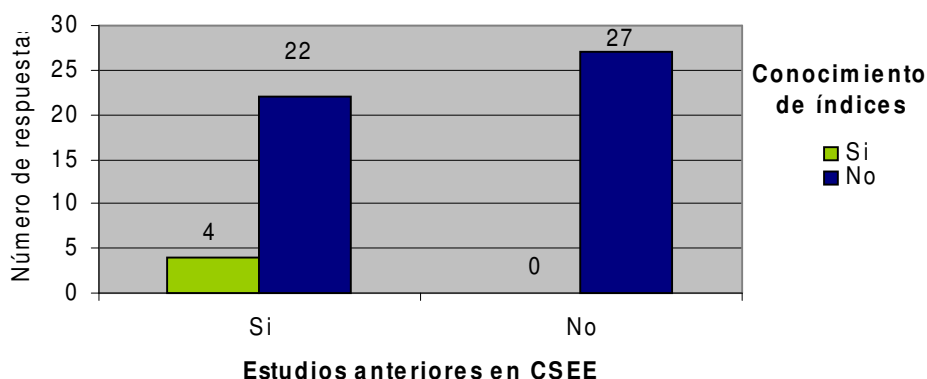
Figura 11. Gráfico de relación entre la cuantificación de costos debidos a interrupciones contra sistemas de respaldo.



Una de las razones para evaluar los costos de una interrupción es justificar una inversión en sistemas de respaldo, sin embargo se observa que el mayor número de sistemas de respaldo se encuentra en aquellos usuarios que no han cuantificado los costos de una interrupción; por lo tanto, de los resultados observados, se podría decir que las empresas no tienen criterios de comparación entre los costos de las interrupciones y los costos que implica adquirir, mantener y operar un sistema de respaldo o **back-up**. Además se puede decir que una de las razones por las cuales las empresas que poseen sistemas de respaldo no estiman los costos de una interrupción, es que ellas pasan desapercibidas debido a que los sistemas de respaldo entran a suplir el suministro de la energía eléctrica.

4.7.2.2 *Relación entre conocimiento de índices DES y FES y el hecho de haber realizado estudios o mediciones en la calidad de la energía eléctrica* (preguntas 1 y 4). El objetivo de esta relación es detectar si el conocimiento de los índices DES y FES, y la reglamentación existente en Colombia, inducen a la realización de estudios relacionados con el tema. Se esperaría que las empresas que manifestaron conocer la reglamentación, sean las que han realizado algún tipo de estudio relacionado con este tema.

Figura 12. Gráfico de relación entre el conocimiento de los índices DES y FES contra estudios anteriores relacionados con la calidad.



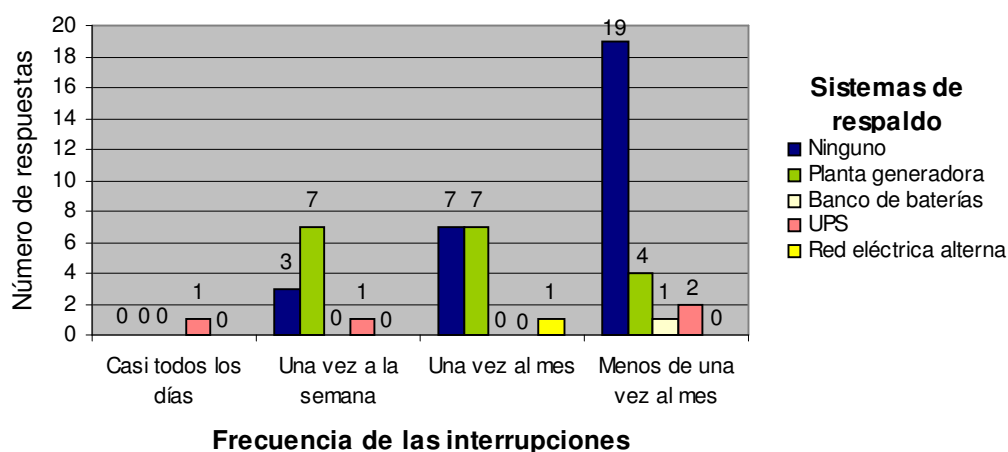
Esta relación muestra que, efectivamente todas aquellas empresas que conocen los índices DES y FES, han realizado de alguna manera estudios o mediciones relacionados con la calidad de la energía eléctrica. Viéndolo desde otra perspectiva, se observa que el 55,10% de los usuarios que desconocen la reglamentación colombiana sobre continuidad del suministro, no se han preocupado por hacer estudios relacionados con este tema.

4.7.2.3 *Relación entre la frecuencia de interrupciones y el tipo de sistemas de respaldo existentes en cada empresa* (preguntas 3 y 7). Se esperaría que aquellas empresas que contestaron haber experimentado interrupciones muy frecuentemente, cuenten con algún tipo de sistema de respaldo; mas que aquellas empresas que contestaron no experimentar demasiadas interrupciones.

Figura 13. Gráfico de relación entre los sistemas de respaldo contra la frecuencia de las interrupciones.

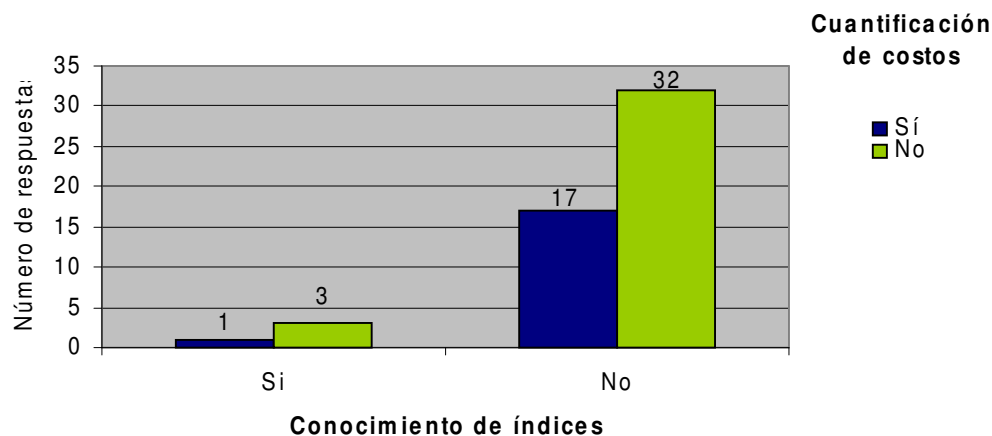
De los resultados observados se podría decir que a medida que disminuye la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones, aumenta el número de usuarios que no cuentan con ningún sistema de respaldo. Además, el mayor número de plantas generadoras, que son el sistema de respaldo más común y utilizado, se

presenta en aquellas empresas en las cuales las interrupciones del suministro son más frecuentes.



4.7.2.4 *Relación existente entre la cuantificación de los costos y el conocimiento de los indicadores DES Y FES* (preguntas 4 y 6). Se esperaría que aquellas empresas que conocen los índices DES y FES hayan valorado los costos de las interrupciones, mas que aquellas que desconocen la reglamentación.

Figura 14. Gráfico de relación entre la cuantificación de los costos por interrupciones contra el conocimiento de los índices DES y FES.

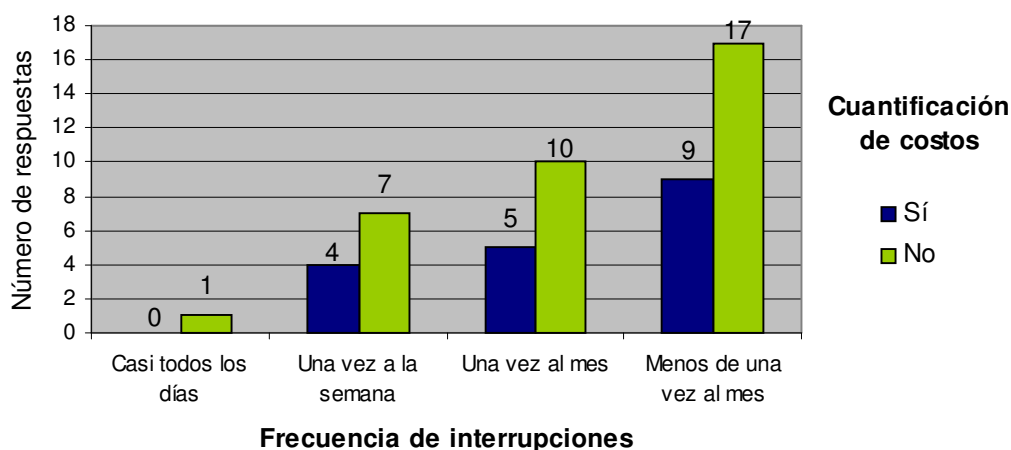


Contrario a lo que se esperaría, de las dieciocho empresas que han cuantificado los costos por interrupciones, solo una de ellas tiene conocimiento de los índices DES y FES, por lo que no existe concordancia lógica entre estas dos variables; se podría decir que la empresa que valora los costos, no tiene en cuenta las compensaciones debidas a DES y FES para dicha cuantificación. Adicionalmente,

de aquellas empresas que tienen conocimiento de los índices, no todas han evaluado los costos de una interrupción del suministro.

4.7.2.5 Relación entre la cuantificación de los costos y la frecuencia de las interrupciones (preguntas 3 y 6). Al realizar esta relación, se espera que aquellas empresas que presentan el mayor número de interrupciones sean las que valoren los costos, ya que se ven más afectadas por este motivo.

Figura 15. Gráfico de relación entre la cuantificación de los costos por interrupciones contra la frecuencia de interrupciones.



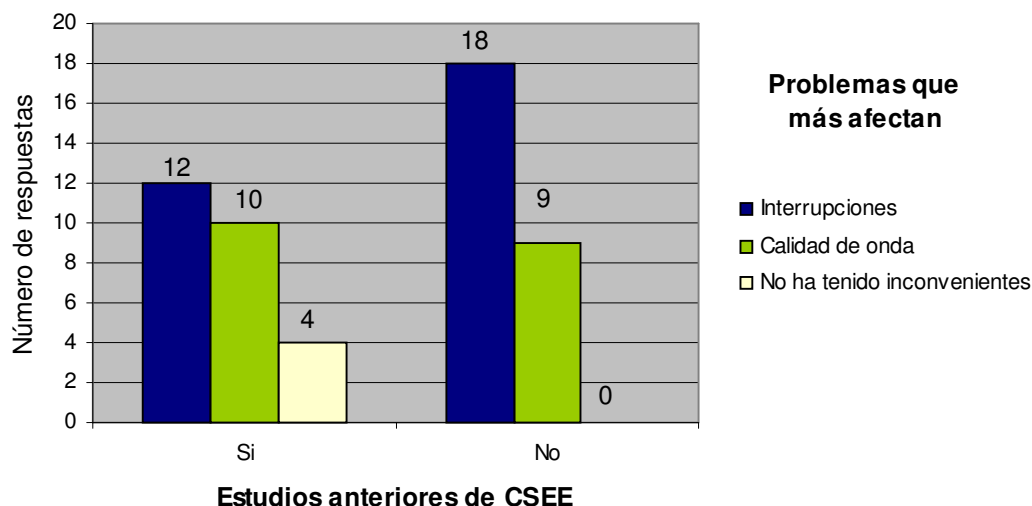
Según la gráfica, se puede observar que cerca del 50% de las empresas en cada grupo de frecuencia de interrupciones, han valorado los costos por interrupciones; de esta forma se podría decir que la frecuencia en las interrupciones del suministro de la energía eléctrica no es un parámetro que incida en la decisión de cuantificar los costos de una interrupción en una empresa.

4.7.2.6 Relación entre los problemas que más afectan a las empresas y la relación de estudios anteriores (preguntas 1 y 2). Al realizar esta relación, se espera que aquellas empresas que presentan el mayor número de interrupciones, sean las que han realizado estudios relacionados con la calidad de la energía eléctrica.

Figura 16. Gráfico de relación entre los problemas que más afectan a las empresas y la realización de los estudios anteriores.

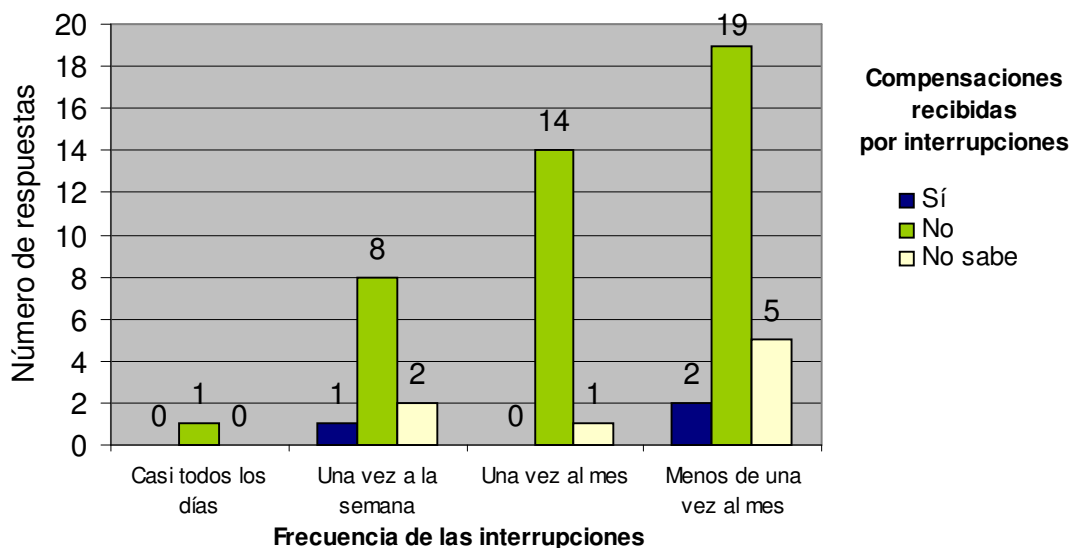
El gráfico muestra que las empresas que han realizado estudios en calidad de la energía eléctrica presentan los dos tipos de problemas con la calidad en una proporción casi igual. También se observa que las 4 empresas que no han tenido inconvenientes con la energía eléctrica, han realizado estudios, es así que se podría decir que el hecho de presentar uno, otro o ninguno de los inconvenientes que afectan la calidad de la energía eléctrica, no es motivo de decisión para llevar

a cabo estudios relacionados con la calidad de la energía eléctrica en una empresa.



4.7.2.7 *Relación entre las compensaciones recibidas y la frecuencia de las interrupciones* (preguntas 3 y 5). Al realizar esta relación, se espera que aquellas empresas que presentan el mayor número de interrupciones, sean las que hayan recibido compensaciones.

Figura 17. Gráfico de relación entre las compensaciones recibidas y la frecuencia de las interrupciones.



Se observa que las tres empresas que han recibido compensaciones se encuentran en los grupos que presentan en promedio interrupciones en uno de los

casos una vez a la semana y en los otros dos casos menos de una vez al mes; por este motivo no se puede afirmar que aquellas empresas que presentan mas interrupciones son las que reciben las compensaciones.

Otro punto a tener en cuenta es que muy probablemente, cuando las empresas contestaron que no habían recibido compensaciones a pesar de experimentar interrupciones muy seguidas, tal vez ellas no tengan este promedio de interrupciones (pues según las conversaciones entre encuestadores y encuestados, se apreció que las empresas no llevan un registro interno de las interrupciones), o que las personas que contestaron la encuesta no hayan tenido contacto directo con la factura del servicio por lo que puede que no hayan notado dichas compensaciones.

4.8 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la validación de las hipótesis fue necesario recurrir a las pruebas de hipótesis referentes a proporciones; para ésto se utilizó la prueba estadística Z, que obedece a la distribución normal estándar.

Los valores de Z que se encontraron, varían en cada hipótesis ya que éstos dependen de la variable de estudio que se esté analizando en ese momento y dichas variables son diferentes dependiendo de la sospecha que se tenga.

Dado que el nivel de significancia y el error permitido es el mismo para cada uno de los casos, el valor de Z_0 será el mismo, y la aceptación o rechazo de la hipótesis, solo dependerá de la variable en estudio.

⌘ HIPOTESIS 1: Más del 50% de los usuarios de la energía eléctrica del sector industrial manufacturero (grandes y medianos) de Bucaramanga, han experimentado por lo menos uno de los problemas relacionados con la calidad de la energía eléctrica, por lo tanto conocen los conceptos básicos de calidad del servicio de la energía eléctrica.

1. Hipótesis nula: $p = 0,50$
Hipótesis alternativa: $p < 0,50$
2. Nivel de significación²⁸: $= 0,05$
 $Z_0 = -1,645$
3. Criterio: Rechazar la hipótesis nula si $Z < -1,645$, donde

$$Z = \frac{x - np_0}{\sqrt{np_0(1 - p_0)}} \quad (5)$$

4. Cálculos: Sustituyendo
 x = proporción de empresas que han experimentado alguno de los fenómenos que afectan la calidad de la energía eléctrica.

²⁸ Porcentaje del error admitido.

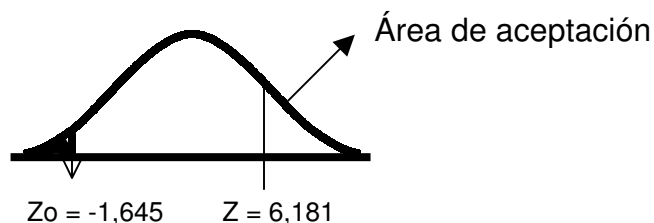
n = número total de empresas participantes en el diagnóstico.

$$x = 49$$

$$n = 53$$

$$p_0 = 0,50$$

$$Z = 6,181$$



5. Decisión: Para validar esta hipótesis será necesario recurrir a la pregunta 6; dado que $z = 6,181$ y cumple que no es menor que $-1,645$, es imposible rechazar la hipótesis nula, por lo cual **se afirma** que más del 50% de los usuarios industriales (grandes y medianos), del sector eléctrico de Bucaramanga han experimentado por lo menos uno de los problemas, relacionados con la energía eléctrica.

Como se presentó en el marco teórico de este trabajo de grado, la calidad del servicio de la energía eléctrica se encuentra dividida en: la atención comercial y la calidad de la potencia suministrada; dentro de este último están: la calidad de las ondas de tensión y de corriente, y la continuidad del suministro.

Al indagar en la pregunta 2, concretamente acerca de los problemas que más afectan a las empresas, se tocaron dos de estos conceptos, arrojando un porcentaje del 92,4% (35,8% para los problemas de calidad en la onda, mas 56,6% para la continuidad del suministro). Este 92,4% comprueba, de cierta forma, que los usuarios del sector eléctrico, por lo menos en el grupo de empresas estudiadas (industrias manufactureras, grandes y medianas) conocen de los conceptos básicos de calidad del servicio de la energía eléctrica, ya que no sólo respondían con sí y no, sino que a su vez manifestaban los fenómenos relacionados con cada una de estas características, como son: interrupciones cortas, largas, huecos de tensión, armónicos, **flicker**, etc.

- ⊗ HIPÓTESIS 2: Por lo menos el 50% de las empresas manufactureras (grandes y medianas), desconocen la cantidad de dinero que pierden por no contar con un suministro continuo de energía eléctrica.

1. Hipótesis nula: $p = 0,50$
Hipótesis alternativa: $p < 0,50$
2. Nivel de significación: $= 0,05$

$$Z_0 = -1,645$$

3. Criterio: Rechazar la hipótesis nula si $Z < -1,645$

4. Cálculos: Sustituyendo

x = proporción de empresas que desconocen los costos de no contar con un suministro continuo de energía eléctrica.

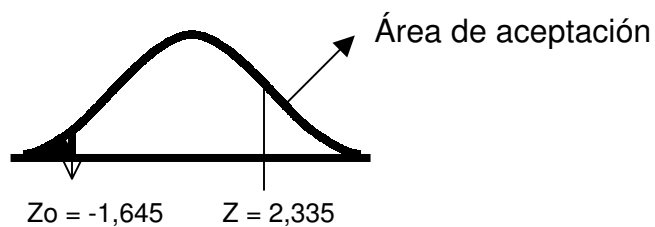
n = número total de empresas participantes en el diagnóstico.

$$x = 35$$

$$n = 53$$

$$p_0 = 0,50$$

$$Z = 2,335$$



5. Decisión: Para validar esta hipótesis será necesario recurrir a la pregunta 6; dado que $z = 2,335$ y cumple que no es menor que $-1,645$, es imposible rechazar la hipótesis nula, por lo cual **se afirma** que por lo menos el 50% de las empresas no han estimado los costos adicionales que les genera una interrupción del suministro de la energía eléctrica.

Además, como se manifestó en el análisis de la pregunta 6, cabe anotar que aquellas empresas que respondieron afirmativamente a esta pregunta, presentan un concepto muy diferente de cuantificación de costos al que se desarrolla a lo largo de este trabajo de grado en la metodología propuesta en el capítulo 5, en muchos casos estos costos solo tiene en cuenta aspectos tales como mano de obra, inventarios que se dañan o producción no elaborada, pero en ningún caso se realizan estudios exhaustivos con varios componentes simultáneamente, reafirmando así la validación de la hipótesis.

⊗ HIPÓTESIS 3: Mas del 50% de las empresas manufactureras (grandes y medianas) no tienen conocimiento acerca de la reglamentación existente en materia de calidad de energía eléctrica.

1. Hipótesis nula: $p = 0,50$

Hipótesis alternativa: $p < 0,50$

2. Nivel de significación: $= 0,05$

$$Z_0 = -1,645$$

3. Criterio: Rechazar la hipótesis nula si $Z < -1,645$

4. Cálculos: Sustituyendo

x = proporción de empresas que desconocen los índices DES y FES, referentes a la calidad del suministro de la energía eléctrica que plantea la reglamentación colombiana.

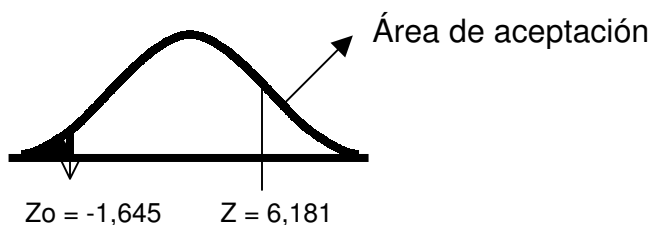
n = número total de empresas participantes en el diagnóstico.

$$x = 49$$

$$n = 53$$

$$p_0 = 0.50$$

$$Z = 6,181$$



5. Decisión: La validación de esta hipótesis se llevará a cabo por medio de la pregunta 4 donde se indaga acerca de los índices DES y FES, ya que estos son conceptos básicos cuando de reglamentación de calidad de energía se habla en Colombia; dado que $z = 6,181$ y cumple que no es menor que $-1,645$, es imposible rechazar la hipótesis nula, por lo cual **se afirma** que mas del 50% de las empresas no tienen conocimiento acerca de la reglamentación existente en materia de calidad de energía eléctrica.

Además, dado que el 92,5% de las empresas que participaron en este diagnóstico respondieron negativamente a la pregunta que indagaba sobre el conocimiento de los índices DES y FES, esta hipótesis es totalmente aceptada.

5. METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DEBIDOS A INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

De los estudios analizados acerca de cuantificación de costos por interrupciones del suministro de la energía eléctrica, se puede extraer que algunos autores basan sus investigaciones en el costo que una interrupción puede causar al usuario desde el punto de vista de la producción que se pierde y de la energía que no se consume; aunque en algunos casos se mencionan costos mucho mas subjetivos, tales como perdida de información y actitud laboral, entre otros, éstos casi nunca se tienen en cuenta al momento del estudio. La razón de esta situación es la dificultad para asignarles un valor monetario. En el presente estudio serán tenidos en cuenta algunos de esos costos, calificándolos cualitativamente cuando sea posible, con el fin de dar a conocer a los usuarios el impacto que estos pueden llegar a tener sobre las finanzas de su empresa de tal manera que comprendan que además de los costos por producción, existen otros costos que también pueden afectar a sus empresas.

La tabla 13 lista los componentes del costo que son materia de análisis en este estudio.

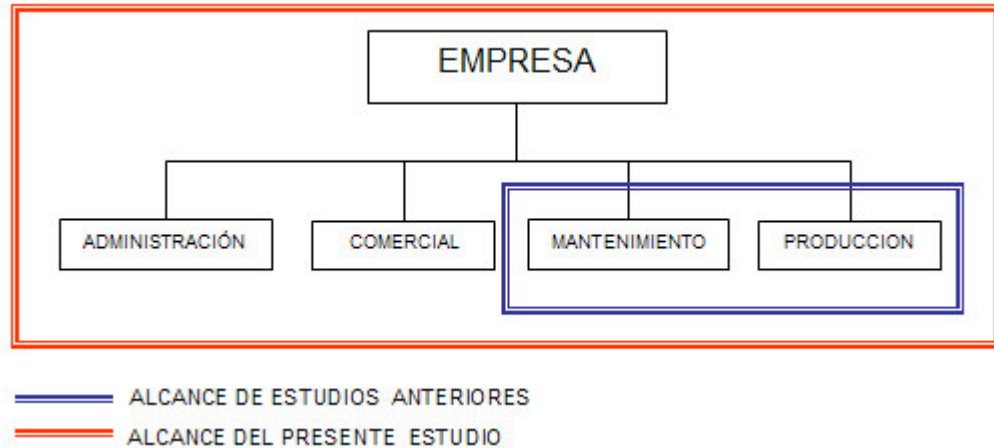
Tabla 13. Listado de componentes del costo.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">→ Los costos de mantenimiento del sistema de respaldo.→ Los costos de depreciación del sistema de respaldo.→ Los costos de operación del sistema de respaldo.→ Los costos por daños a planta física y otros daños.→ La energía no consumida durante la interrupción.→ El descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los indicadores DES y FES (si es el caso).→ El costo del personal inactivo.→ Los costos en horas extras para recuperar la producción.→ Los daños a equipos y maquinaria.→ El costo de los inventarios de la materia prima que se pierde por la interrupción.→ El costo de los inventarios de los productos en proceso que se pierden por la interrupción.→ El costo de los inventarios de productos terminados que se pierden por la interrupción.→ El costo de la producción no elaborada (costo de oportunidad).→ Los costos para reiniciar la producción.→ Los costos de reprocesos para recuperar el producto.→ Parte de los inventarios que se pueden reutilizar.→ Venta a terceros de inventarios y/o productos que quedan inutilizables. |
|---|

5.1 DIVISIÓN DE LA EMPRESA

Como ya se ha mencionado, los estudios realizados a nivel mundial centran su análisis del costo de una interrupción en las pérdidas por producción. El presente estudio pretende dar una visión más amplia de las implicaciones que una interrupción del suministro de la energía eléctrica conlleva, involucrando todas las áreas al interior de una empresa. La figura 18 muestra una comparación entre el alcance que han tenido los estudios anteriores y el alcance del presente estudio.

Figura 18. Alcance del proyecto.



Dado que no todas las empresas tienen la misma estructura organizacional, y considerando la complejidad y la diferencia en los procesos que se llevan a cabo dentro de cada una de ellas, se debe plantear una división general que permita abarcar todas las áreas de una manera funcional para facilitar el análisis de los costos causados por la inadecuada continuidad del suministro de la energía eléctrica.

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, y habiendo revisado los diferentes modelos de departamentalización²⁹ que tienen las empresas, para efectos de este proyecto de grado se planteará una departamentalización por funciones, tomando dos áreas principales como bases organizacionales para el desarrollo de ésta metodología, con el fin de realizar una asignación de los costos más efectiva. Estas áreas son: el área administrativa y el área de producción. El área administrativa se compone de aquellos departamentos cuya función es la de realizar labores que apoyan a la producción; mientras que el área de producción tiene como función la transformación del producto y el mantenimiento de la maquinaria y equipo utilizado para este fin. El número de departamentos que se ubiquen en cada área depende únicamente del tipo de negocio y no están sujetos a ninguna norma.

29 DUBRIN, Andrew. Fundamentos de Administración. México : International Thomson Editores, 2000. p. 212. ISBN 970-686-020-7.

Esta división puede resultar compleja al momento de implementar la metodología; por lo tanto, la tabla 14 muestra la ubicación de los departamentos más comunes que tienen las empresas en cada una de estas dos grandes áreas; se debe tener en cuenta que esta clasificación no es única y que algunos de los departamentos que se muestran en la tabla pueden pertenecer a otra área.

Tabla 14. Departamentalización de la empresa.

AREA	DEPARTAMENTO
ADMINISTRACIÓN	Contabilidad (Facturación y cartera)
	Ventas (Mercadeo y publicidad y ventas)
	Compras
	Servicio al cliente
	Dirección
PRODUCCIÓN	Procesos productivos
	Control de calidad
	Almacenamiento
	Preparación de pedidos, despachos y transporte
	Mantenimiento
	Manejo de Inventarios (materia prima, producto en proceso y producto terminado)

Al dividir la empresa en área administrativa y área de producción, y para hacer un análisis de los departamentos que conforman cada área, se propone una organización por procesos de tal forma que se puedan diferenciar fácilmente aquellos que son, o no, dependientes de la energía eléctrica.

Entre los componentes del costo planteados, (mostrados en la tabla 13), se presentan diferentes grados de complejidad al momento de su cuantificación, por lo tanto estos componentes no pueden ser analizados a un mismo nivel de detalle. Con el fin de facilitar su estudio, algunos de ellos deben ser analizados a un nivel general (empresa o áreas) mientras que otros necesitarán niveles de análisis mucho más particulares (procesos o centros de trabajo³⁰). En este orden de ideas, la presente metodología, propone el análisis para los componentes del costo en los cuatro niveles, listados en la tabla 15.

30 DOMINGUEZ, José. Dirección de Operaciones. España : Mc Graw Hill, 1998. p. 20. ISBN 84-481-1803-0.

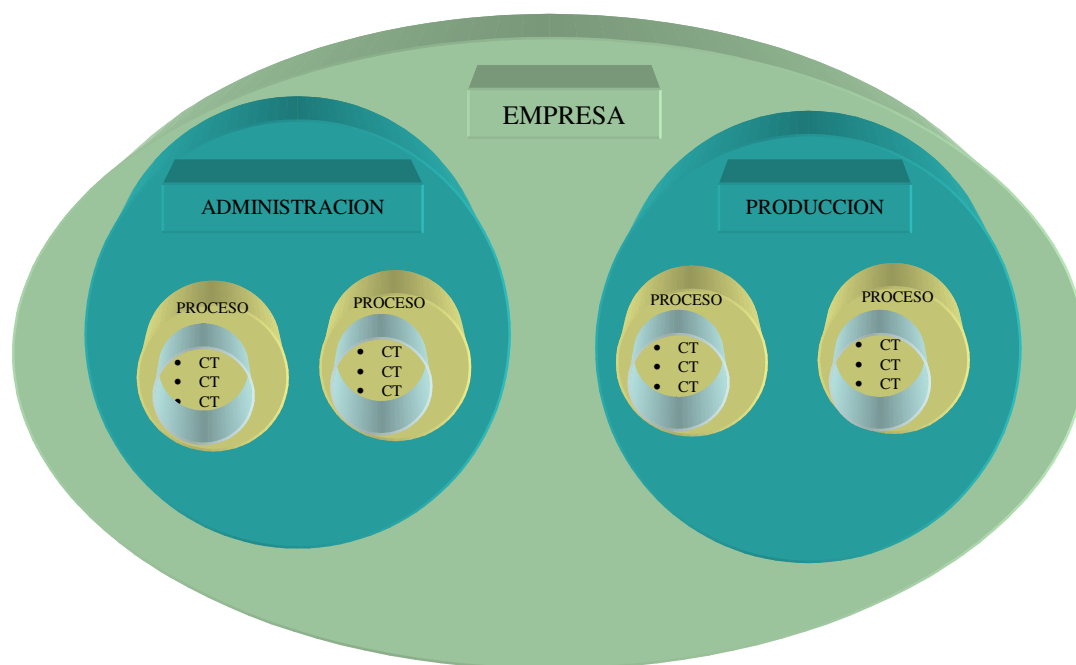
Tabla 15. Niveles de análisis de los componentes del costo.

NIVEL I	EMPRESA
NIVEL II	AREA
NIVEL III	PROCESO
NIVEL IV	CENTRO DE TRABAJO

Estos cuatro niveles son complementarios ya que para obtener el costo total por interrupción se deben sumar los valores resultantes en cada uno de ellos y debe tenerse presente que aquellos costos que se analicen en un nivel no se tendrán en cuenta en ninguno de los otros, ya que aplicarlos en más de un nivel implicaría un doble conteo.

La figura 19 muestra la ubicación de los niveles de análisis en una empresa.

Figura 19. Representación de los niveles de análisis para los componentes del costo.



El **NIVEL I** comprende aquellos componentes del costo que necesariamente deben ser analizados a nivel general en la empresa ya que su naturaleza y/o variables no permiten una división más específica. Hacen parte de este nivel los costos de los sistemas de respaldo (operación, mantenimiento y depreciación) y los daños en la planta física. En lo que a ahorros se refiere, se pueden encontrar aquí el valor de la energía no consumida y las compensaciones por incumplimiento de los índices DES y FES.

En los costos del sistema de respaldo hay que tener en cuenta que ellos pueden alimentar mas de un centro de trabajo, un proceso o un área de la empresa

simultáneamente, razón por la cual no es práctico analizar este costo en los otros niveles.

La razón fundamental por la cual los daños a la planta física se analizan a nivel general, es que existen empresas que desarrollan tanto sus procesos de producción, como los procedimientos administrativos, en las mismas instalaciones, situación que haría complejo asignar estos costos a un área o departamento específico.

La energía no consumida y las compensaciones realizadas por la comercializadora de energía, son ahorros diferentes y no deben ser interpretados como uno solo. El primero corresponde al ahorro debido a la no facturación, (ya que no hay ondas de tensión ni corriente para el conteo de los medidores de energía), y el segundo es una compensación por la no disponibilidad de la energía eléctrica. Estos dos componentes son calculados a nivel general, sin discriminar si la energía hace parte de un sitio, máquina o proceso en particular.

Al **NIVEL II** pertenecen aquellos componentes del costo cuyo análisis se realiza dentro de cada una de las dos grandes áreas planteadas en esta metodología para la división de la empresa (administrativa y producción); su estudio debe ser más detallado. Se encuentran aquí los costos de personal inactivo, los costos en horas extras para recuperar producción y/o trabajo, y el costo por daños a equipos y/o maquinaria.

En los costos de personal inactivo hay que tener en cuenta que ellos pueden realizar sus labores en más de un proceso simultáneamente dentro de un área de la empresa. Con los equipos y la maquinaria sucede una situación similar, varios procesos pueden ser realizados por una misma máquina, y los equipos pueden estar disponibles para más de un procedimiento.

Al **NIVEL III** corresponden los componentes del costo cuyas variables son de fácil análisis en los procesos. La razón de esta clasificación obedece a la utilidad de los resultados, analizando el impacto que una interrupción del suministro de la energía eléctrica tiene sobre los procesos con el fin de formular un método de fácil cuantificación. Este nivel permite visualizar los costos de una manera funcional para la toma de decisiones ya que se podrá establecer una escala de valoración de los procesos, de tal forma que las directivas de la empresa puedan evaluar la posibilidad de implementar sistemas de respaldo para aquellos que resulten mas sensibles a las interrupciones o, en su defecto, a aquellos procesos que consideren necesario.

Se encuentran aquí costos tales como las pérdidas de inventarios de productos terminados, producción no elaborada, los costos para reiniciar la producción y los costos de reprocesos para recuperar el producto, además, un ahorro que se

incluye en este nivel es la venta a terceros de aquellos inventarios que quedan inutilizables.

El costo de la producción no elaborada se tendrá en cuenta en el nivel III debido a que generalmente la programación de la producción se realiza teniendo en cuenta los productos que se pretenden elaborar en cada uno de los procesos.

Aunque los suministros industriales para los reprocesos son consumidos por máquinas, se analizan en el NIVEL III ya que son un tipo especial de proceso y su desarrollo no es continuo ni permanente.

El **NIVEL IV** es el más particular de los niveles e involucra el análisis de los centros de trabajo que conforman un proceso. Un centro de trabajo es una unidad productiva en la que se realiza una operación o conjunto de operaciones. Las operaciones que se deben agrupar en cada centro de trabajo serán escogidas cuando se analicen los procesos según un criterio de fácil cuantificación.

En el nivel IV se valoran los costos de los inventarios tanto de materia prima como los de producto en proceso que se pierden por la interrupción. Adicionalmente se tendrán en cuenta los ahorros por reutilizar parte de los inventarios que no se afectaron debido a la interrupción.

Es necesario discriminar los inventarios a este nivel de detalle ya que su contabilización no esta dada por el resultado de un proceso, sino por los productos que se encuentren con un grado determinado de transformación dentro de cada uno de los procesos que se estén desarrollando en el momento de la interrupción del suministro de la energía eléctrica, y que para efectos de esta metodología serán el resultado de un centro de trabajo específico dentro de cada proceso.

Otra consideración importante es la clasificación de cada costo teniendo en cuenta su dependencia con la ocurrencia de una interrupción del suministro de energía eléctrica; esto es, según su comportamiento³¹ los costos pueden ser fijos en un período (variables por unidad) o variables por período. Los costos que no dependen de la ocurrencia de interrupciones son costos fijos en un período de tiempo; mientras que los costos causados exclusivamente por la ocurrencia de interrupciones presentan un comportamiento variable.

La tabla 16 muestra todos los componentes del costo clasificándolos según el nivel al que deben ser analizados y según su comportamiento por periodo.

31 GARCIA, Oscar. Administración Financiera. 3 ed. Colombia : Prensa moderna impresores SA, 1999. p. 159. ISBN958-9041-06-6.

Tabla 16. Clasificación de los componentes del costo.

NIVEL DE ANÁLISIS	NOMBRE DEL COMPONENTE DEL COSTO	TIPO	COMPORTAMIENTO
I	Los costos de depreciación del sistema de respaldo.	Costo	Fijo
	Los costos de mantenimiento del sistema de respaldo.	Costo	Fijo
	Los costos de operación del sistema de respaldo.	Costo	Variable
	Los costos por daños a planta física y otros daños.	Costo	Variable
	La energía no consumida durante la interrupción.	Ahorro	Variable
	El descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento de los indicadores DES y FES.	Ahorro	Variable
II	El personal inactivo de administración y/o de producción.	Costo	Variable
	Los costos en horas extras para recuperar trabajo y/o producción.	Costo	Variable
	Los daños a equipos y/o maquinaria.	Costo	Variable
III	El costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción.	Costo	Variable
	El costo de la producción no elaborada.	Costo	Variable
	Los costos para reiniciar la producción.	Costo	Variable
	Los costos de reprocesos para recuperar el producto.	Costo	Variable
	Venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables.	Ahorro	Variable
IV	El costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción.	Costo	Variable
	El costo de los inventarios de producto en proceso que se pierde por la interrupción.	Costo	Variable
	Parte de los inventarios que se pueden reutilizar.	Ahorro	Variable

5.2 FORMULACIÓN DEL MÉTODO DE CUANTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LOS COMPONENTES DEL COSTO

En la empresa existen procesos o procedimientos dependientes y NO dependientes de la energía eléctrica. Aquellos que no dependan directa ni indirectamente de la energía eléctrica no representarán ningún costo al momento de ocurrir una interrupción en el suministro, debido a que esta situación no les afectará en absoluto.

Los procesos NO DEPENDIENTES de la energía eléctrica no se tendrán en cuenta para la valoración del costo total por interrupción del suministro, exceptuando aquellos que sufran impactos indirectos de otros procesos dependientes de la energía.

El costo que una interrupción del suministro de la energía eléctrica le representa a un cliente, puede llegar a ser una suma considerable de dinero; este monto dependerá del tipo de empresa y del sector al que pertenezca. Sin embargo, en cualquier caso se deben tener en cuenta ciertas circunstancias que representarán ahorros y contribuirán a la reducción del costo total de la interrupción como tal.

Con base en la definición señalada en la figura 20 se analizará el costo total debido a una interrupción del suministro de la energía eléctrica.

Figura 20. Definición del costo total de una interrupción.

$$\frac{\begin{array}{l} \text{Costos relacionados con la interrupción} \\ - \text{Ahorros relacionados con la interrupción} \end{array}}{\text{Costo total de la interrupción}}$$

Los costos relacionados con la interrupción son aquellas *erogaciones* que se derivan, de manera directa o indirecta, estrictamente de las interrupciones del suministro, incluyen pérdidas relacionadas con inventarios, tiempos ociosos, daños a máquinas, planta física e información, costos de los sistemas de respaldo, alistamientos para reinicios.

Los ahorros relacionados con la interrupción son sumas de dinero que provienen tanto de ingresos a causa de venta a terceros de inventarios que quedaron inutilizables como de gastos que no se realizaron aunque estaban en el presupuesto.

A continuación se presentarán, para cada uno de los cuatro niveles de análisis, la definición de los componentes del costo, los diversos aspectos que se tendrán en cuenta en su valoración, la fórmula de cuantificación, las observaciones necesarias y algunos supuestos.

5.2.1 Nivel I. Para el nivel I los costos y ahorros establecidos por la interrupción son descritos a continuación.

5.2.1.1 Costos Relacionados con la interrupción. Cuando ocurre una interrupción del suministro, en este nivel se pueden presentar los siguientes componentes del costo:

- ⌘ Los costos por depreciación del equipo(s) de respaldo.

- ⌘ Los costos de mantenimiento del sistema de respaldo.
- ⌘ Los costos de operación del sistema de respaldo.
- ⌘ Los costos por daños a planta física y otros daños.

De la tabla 17 a la tabla 20 se especifica la valoración de cada uno de estos componentes.

Tabla 17. Costos por depreciación del sistema de respaldo.

NOMBRE	Costos por depreciación del sistema de respaldo, CD_{BU} .
DEFINICIÓN	En el caso de empresas que tengan sistemas de respaldo, este rubro corresponde al valor de depreciación anual de dichos sistemas de acuerdo a la contabilidad que se lleva en la empresa. Este rubro es independiente de la ocurrencia de interrupciones en el suministro.
ECUACIÓN	$CD_{BU} = \frac{1}{FES_{AÑO}} \sum_{k=1}^{\#S_{BU}} \VD_{BU_k}
COMPONENTES	CD_{BU}: Costos por depreciación del sistema(s) de respaldo. • $FES_{AÑO}$: Frecuencia equivalente de las interrupciones en el suministro durante los últimos 12 meses. • $\#S_{BU}$: Número de sistemas de respaldo que tiene la empresa. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#S_{BU}$". • $\\$VD_{BU_k}$: Valor de depreciación anual del sistema de respaldo "k".
OBSERVACIONES	• Este componente de costo se asociará a una sola interrupción mediante un promedio del número de interrupciones de los últimos doce meses, calculado con base en los registros publicados por los operadores de red. • Una vez establecida la metodología en la empresa, este costo puede ser estimado de manera mas precisa mediante el análisis periódico (trimestral de acuerdo a la reglamentación existente en materia de confiabilidad del suministro), de la cantidad real de interrupciones del suministro de la energía eléctrica. • El valor de depreciación anual $\\$VD_{BU}$ para cada equipo será el mismo durante este periodo, por lo tanto no es necesario calcularlo cada vez que se presente una interrupción en el suministro.

Tabla 18. Costo de mantenimiento del sistema de respaldo.

NOMBRE	Costo de mantenimiento del sistema de respaldo, CM_{BU} .
DEFINICIÓN	En el caso de empresas que tengan sistemas de respaldo, este rubro corresponde a los costos del mantenimiento de dichos sistemas. Este costo es fijo por periodo ya que no depende de la ocurrencia de las interrupciones de energía. Se incluye aquí la mano de obra si se contrata con terceros y los materiales utilizados en dicha labor.
ECUACIÓN	$CM_{BU} = \frac{1}{FES_{AÑO}} \sum_{k=1}^{\#S_{BU}} (MO_{BU_k} + MTTO_{BU_k}) \cdot \#P_{Mto_k}$ $\neg MTTO_{BU_k} = \sum_{j=1}^{\#MAT_{BU_k}} (\$MAT_{BU_j} \cdot \#U_{MAT_j})$
COMPONENTES	CM_{BU}: Costo de mantenimiento del sistema(s) de respaldo. • $FES_{AÑO}$: Frecuencia equivalente de las interrupciones en el suministro durante los últimos 12 meses. • $\#S_{BU}$: Número de sistemas de respaldo que tiene la empresa. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#S_{BU}$". • MO_{BU_k}: Mano de obra del personal técnico (si se debe contratar), para realizar el mantenimiento del sistema de respaldo "k". • $\#P_{Mto_k}$: Número de mantenimientos que se le hacen al sistema de respaldo "k" en un año. • $MTTO_{BU_k}$: Costo del mantenimiento para el sistema de respaldo "k". – $\#MAT_{BU_k}$: Número de materiales utilizados en el mantenimiento del sistema de respaldo "k". – j: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#MAT_{BU_k}$". – $\\$MAT_{BU_j}$: Precio unitario del material "j" necesario para realizar el mantenimiento del sistema de respaldo "k". – $\#U_{MAT_j}$: Número total de unidades del material "j" utilizado para el mantenimiento del sistema de respaldo "k".
OBSERVACIONES	• Este componente de costo se asociará a una sola interrupción mediante un promedio de número de interrupciones de los últimos doce meses calculado con base en los registros publicados por los operadores de red. • Una vez establecida la metodología en la empresa, este costo puede ser estimado de manera mas precisa mediante el análisis trimestral, (de acuerdo a la reglamentación existente en materia de confiabilidad del suministro), de la cantidad real de interrupciones por trimestre. • Si el mantenimiento del sistema o sistemas de respaldo es una de las tareas del departamento de mantenimiento, el costo de mano de obra, MO_{BU_k}, no debe ser incluido.

Tabla 19. Costos de operación del sistema de respaldo.

NOMBRE	Costos de operación del sistema de respaldo, CO_{BU} .
DEFINICIÓN	En el caso de empresas que tengan sistemas de respaldo, este rubro corresponde a los costos de poner dicho sistema en marcha una vez se haya presentado la interrupción de energía, esto es consumo tanto del componente principal que necesita para operar (combustible, energía, etc.) así como los insumos que requiera el equipo durante su funcionamiento.
ECUACIÓN	$CO_{BU} = \sum_{k=1}^{\#S_{BU}} (\$COMP_k \cdot \#U_{COMP_k}) + \Ins_{BU_k}
COMPONENTES	CO_{BU}: Costos de operación del sistema(s) de respaldo. • $\#S_{BU}$: Número de sistemas de respaldo que tiene la empresa. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#S_{BU}$". • $\\$COMP_k$: Precio unitario del componente necesario para que funcione el equipo de respaldo "k", (combustible, fuentes de energía, reactivos químicos, etc.). • $\#U_{COMP_k}$: Número aproximado de unidades del componente consumido por el equipo de respaldo "k", (durante su operación). • $\\$Ins_{BU_k}$: Precio de los insumos (Lubricantes, antioxidantes, ácidos, refrigerantes, etc.) necesarios para operar el sistema de respaldo "k".
OBSERVACIONES	Los valores del combustible y la cantidad de consumo de éste dependen del tipo de sistema de respaldo y la carga que alimente; así como los insumos.

Tabla 20. Costos por daños a planta física y otros daños.

NOMBRE	Costos por daños a planta física y otros daños, $C_{DAÑOS}$.
DEFINICIÓN	Estos costos se relacionan con los materiales y la mano de obra utilizada para la reparación de las instalaciones de la empresa, que sufrieron cualquier daño como consecuencia de una interrupción de energía. Se incluyen aquí los arrendamientos de instalaciones temporales y/o costo de desplazamiento de actividades a otras instalaciones. Además, aquí se tendrán en cuenta otros daños generales que no estén contemplados en ningún otro componente del costo.
ECUACIÓN	• $C_{DAÑOS} = MO_{DAÑOS} + MAT_{DAÑOS} + ADTO + OD$
COMPONENTES	$C_{DAÑOS}$: Costos por daños a planta física y otros daños. • $MO_{DAÑOS}$: Costo de mano de obra para ejecutar las reparaciones necesarias (si se contrata personal externo a la empresa). • $MAT_{DAÑOS}$: Costo de materiales necesarios para los arreglos. • $ADTO$: Costo de arriendos y/o desplazamientos. • OD: Costo de otros daños.
OBSERVACIONES	Si la empresa cuenta con personal exclusivamente para realizar las reparaciones de tipo civil (y relacionadas), el costo $MO_{DAÑOS}$, no debe ser tenido en cuenta. Si se utilizan empleados de otra área se tendrá en cuenta el tiempo requerido en los arreglos para asociarlo con valores monetarios.

5.2.1.2 *Ahorros Relacionados con la interrupción.* En cuanto a los ahorros que se tienen en el nivel dos, cuando se presenta una interrupción del suministro, están:

- ⌘ La energía no consumida durante la interrupción.
- ⌘ El descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento de los indicadores DES y FES (si es el caso).

La tabla 21 y la tabla 22 describen en que consisten estos ahorros y como se cuantifican. Adicionalmente la tabla 23 muestra la metodología para calcular las compensaciones, propuesta en el documento CREG_037 de 2004 y que está actualmente en discusión.

Tabla 21. Energía no consumida durante la interrupción.

NOMBRE	Energía no consumida durante la interrupción, C_{ENC} .
DEFINICIÓN	Es el monto correspondiente a la estimación de la energía que sería consumida por la empresa (en operación normal) pero, debido a la interrupción no sería pagado.
ECUACIÓN	• $C_{ENC} = kW_{ENC} \cdot \\$kWh_{ENC} \cdot t_i$ $\neg \quad kW_{ENC} = \frac{\sum_{k=1}^{12} kW_{m_k}}{12 \cdot \#HM_{ENC}}$
COMPONENTES	C_{ENC}: Valor de la energía no consumida. • kW_{ENC}: Estimación de los kW promedio que la empresa hubiera consumido durante la interrupción en el suministro. • $\\$kWh_{ENC}$: Precio del kWh. • t_i: Duración de la interrupción (en horas). ⌘ kW_{m_k}: Consumo mensual de kW de la empresa (últimos doce meses). ⌘ k: Subíndice que varía desde 1 hasta 12. ⌘ $\#HM_{ENC}$: Número de horas laborales de la empresa al mes.
OBSERVACIONES	• Para el caso de usuarios que tengan diferentes tarifas para el kWh, el precio de éste será un promedio de las tarifas establecidas para las diferentes horas del día. • Se debe tener en cuenta que este calculo es una estimación de la energía que no se consumiría durante la interrupción de la energía.

Tabla 22. Descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los límites de los indicadores DES y FES.

NOMBRE	Descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los límites de los indicadores DES y FES: $\$D_{DES}$, $\$D_{FES}$.
DEFINICIÓN	La regulación colombiana estipula para un periodo establecido (tres meses) los límites máximos para los indicadores DES y FES. En caso tal que alguno de estos dos índices sobrepase los límites, el operador de red deberá compensar al usuario con un descuento en el valor de la factura. Con el fin de asignar un costo por interrupción es necesario dividir el valor de compensación entre el número de interrupciones que ocurrieron en dicho periodo (trimestre), éste es el valor al que se hace referencia.
ECUACIÓN	$\\$D_{DES} = \frac{VCD_c}{FES_{TRI}}$ $\neg VCD_c = 0 \leftrightarrow (DESc - VM_{DESc}) \leq 0$ si no: $VCD_c = (DESc - VM_{DESc}) \cdot CI \cdot DP_c$ $\\$D_{FES} = \frac{VCF_c}{FES_{TRI}}$ $\neg VCF_c = 0 \leftrightarrow (FESc - VM_{FESc}) \leq 0$ Si no: $VCF_c = (FESc - VM_{FESc}) \cdot \left(\frac{DESc}{FESc} \right) \cdot CI \cdot DP_c$
COMPONENTES	$\\$D_{DES}$: Descuento por interrupción debido al incumplimiento en el indicador DES. FES_{TRI}: Frecuencia equivalente de las interrupciones del trimestre donde se obtuvo compensación. VCD_c: Valor a compensar al usuario por el incumplimiento del indicador DES en el circuito “c”, al cual se encuentra conectado. $\neg$ $DESc$: Indicador DES del circuito “c” reportado al comercializador por el operador de red. $\neg$ VM_{DESc}: Valor máximo admisible para el indicador DES fijado por la CREG. $\neg$ CI: Costo estimado de la energía no servida. $\neg$ DP_c: Demanda promedio. $\\$D_{FES}$: Descuento por interrupción debido al incumplimiento en el indicador FES. VCF_c: Valor a compensar al usuario por el incumplimiento del indicador FES en el circuito “c”, al cual se encuentra conectado. $\neg$ $FESc$: Indicador FES del circuito “c”, reportado al comercializador por el operador de red. $\neg$ VM_{FESc}: Valor máximo admisible para el indicador FES fijado por la CREG.

Continuación Tabla 23. Descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los límites de los indicadores DES y FES.

OBSERVACIONES	• Cuando para el usuario, se incumplan de manera simultánea los indicadores DES y FES, el operador de red compensará únicamente con el mayor de los dos valores resultantes: VCDc o VCFc. • Las compensaciones VCD o VCF son calculadas directamente por la empresa comercializadora del servicio y deben ser registradas en la factura de energía en periodos trimestrales. • Los descuentos VCD o VCF son calculados con base en un registro acumulado trimestralmente de los índices DES y FES, por este motivo no se puede asociar inmediatamente un valor a una interrupción. • Para calcular los componentes $\\$D_{DES}$ ó $\\$D_{FES}$ se debe estimar este costo cada periodo de tiempo estipulado por la legislación vigente (tres meses) y repartir el monto de la compensación entre las interrupciones que ocurrieron en dicho periodo. • El costo de la energía no servida, CI, es igual a 265,2 \$/kWh, Pesos (\$) Colombianos del 30 de noviembre de 1997. Este valor se deberá actualizar al mes en el cual se efectúa la compensación utilizando el Índice de precios al consumidor nacional reportado por el DANE. • Demanda promedio (en kW) del usuario durante los últimos doce (12) meses. Se entiende la demanda promedio del usuario como el cociente entre la energía facturada (kWh) a éste, durante los doce meses anteriores al momento de calcular la compensación, y el número total de horas del año. • Los indicadores DESc y FESc se acumula trimestralmente según la resolución CREG096_2000.
----------------------	--

Tabla 24. Propuesta para el cálculo de las compensaciones según el documento CREG_037 de 2004

NOMBRE	Descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los límites de los indicadores DES y FES: $\$D_{DES}$, $\$D_{FES}$ según la propuesta del documento CREG 037 DEL 2004.
DEFINICIÓN	En ésta tabla se presenta una nueva propuesta de la comisión de regulación de energía y gas – CREG, presentada y puesta a discusión mediante el documento CREG 037-2004, en él se propone una forma de calcular las compensaciones hechas a los usuarios por el incumplimiento de los índices DES y FES. A continuación se presenta, de manera general dicha metodología.
ECUACIÓN	• $\\$D_{DES} = \frac{VEC}{FES_{TRI}}$ • $\\$D_{FES} = \frac{VEC}{FES_{TRI}}$ $\neg VEC = CF \times CU \times DI \times \left(k \times \Delta D + (1 - k) \times \Delta F \times \frac{Dm}{Fm} \right)$ $\varpi \Delta D = D - (Dm + Dc)$ $\varpi \Delta F = F - (Fm + Fc)$
COMPONENTES	• $\\$D_{DES}$: Descuento por interrupción debido al incumplimiento en el indicador DES. • $\\$D_{FES}$: Descuento por interrupción debido al incumplimiento en el indicador FES. • FES_{TRI}: Frecuencia equivalente de las interrupciones del trimestre donde se obtuvo compensación. – VEC: Valor a compensar al usuario (\$). – CF: Coeficiente de costo por grupo de calidad. – CU: Costo unitario de la energía (CU para el estrato 4 ó tarifa en \$/kWh). – DI: Demanda promedio interrumpida al usuario, en kW. – k: Factor de ponderación que establece el peso de la duración de las interrupciones frente al número de las mismas ($0 < k < 1$). – ΔD: Desviación de horas de interrupción reales no compensadas al usuario, por encima de la máxima permitida anual (h). ○ D: Número acumulado de interrupciones reales en el año. ○ Dm: Número de interrupciones máximas permitidas para el año. ○ Dc: Número de interrupciones que han sido compensadas en ese año. ○ ΔF: Desviación por encima del número máximo de interrupciones anuales permitidas, que aún no han sido compensadas al usuario.

Continuación Tabla 25. Propuesta para el cálculo de las compensaciones según el documento CREG_037 de 2004

	○ F: Número acumulado de interrupciones reales en el año. ○ Fm: Número de interrupciones máximas permitidas para el año. ○ Fc: Número de interrupciones que han sido compensadas en ese año.
OBSERVACIONES	• La nueva propuesta establece que los índices DES y FES sean calculados y revisados mensualmente, pero que se tengan límites anuales. • La compensación VEC es calculada directamente por la empresa comercializadora del servicio, debe ser registrada en la factura de energía y reembolsada al usuario en el mes siguiente de haber sobrepasado el límite anual. • Si ΔD o ΔF son menores que cero no hay lugar a compensación. • Se escoge un factor k de 0,7 para la duración y de 0,3 para las interrupciones, siguiendo la representación que tienen los costos variables y fijos en una interrupción, de acuerdo a las recomendaciones en el estudio de Christensen Associates realizado en Colombia. • Se propone que el CF sea escogido teniendo en cuenta el incentivo esperado para los distribuidores, de tal forma que las mejoras se le justifiquen por el solo hecho de reducir las compensaciones.

5.2.2 Nivel II. En este nivel no se presentan ahorros, debido a que su análisis es más útil en los otros niveles, sólo se presentan costos.

5.2.2.1 Costos relacionados con la interrupción. Los costos pertenecientes a este nivel se especifican para cada una de las áreas: administrativa y de producción.

5.2.2.1.1 Costos para el área administrativa. Los costos a tener en cuenta en el área administrativa son:

- ⌘ El costo por personal inactivo del área administrativa.
- ⌘ Los costos en horas extras para recuperar el trabajo.
- ⌘ El costo por daños a equipos.

De la tabla 24 a la tabla 26 se describen los componentes a tener en cuenta en cada uno de estos costos y su cuantificación.

Tabla 24. Costo del personal inactivo del área administrativa.

NOMBRE	Costo del personal inactivo del área administrativa, C_{PIA} .
DEFINICIÓN	Son los costos que representan aquellos trabajadores que, debido a la interrupción, quedan impedidos para continuar con las funciones que estaban realizando antes de la ocurrencia de ella, y que no realizan ninguna otra actividad. Sin embargo, el empleado puede ser reubicado en otra actividad; en caso de que ésta nueva actividad sea improductiva (esto es, que la actividad no represente utilidades a la empresa o, que no éste contemplada dentro de sus funciones) el empleado debe considerarse como inactivo; si la actividad es productiva, el empleado no se debe considerar inactivo.
ECUACIÓN	$C_{PIA} = \left(\sum_{k=1}^{\#E_{PIA}} \frac{\$M_{PIA_k}}{\#HM_{PIA_k}} \right) \times (t_i)$
COMPONENTES	C_{PIA}: Costo del personal inactivo del área administrativa. • $\#E_{PIA}$: Número de empleados inactivos en el área administrativa debido a la interrupción. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#E_{PIA}$". • $\\$M_{PIA_k}$: Salario mensual del empleado "k". • $\#HM_{PIA_k}$: Número de horas laborales por mes del empleado "k". • t_i: Duración de la interrupción (en horas).
OBSERVACIONES	• El número de empleados inactivos debe ser tenido en cuenta a nivel de toda el área y no por actividad. • El número de horas laborales del empleado por mes, $\#HM_{PIA}$, no debe incluir las horas extras.

Tabla 25. Costos en horas extras para recuperar el trabajo.

NOMBRE	Costos en horas extras para recuperar el trabajo, C_{HET} .
DEFINICIÓN	Son los costos en los que se incurre por reprogramar las actividades administrativas en horas en que la empresa regularmente estaría inactiva (horarios extralaborales). Pueden ser incluidos en estos costos los recargos por horas extra, transporte a los empleados, aumentos en el valor las facturas de energía debido a una diferencia en el precio del kWh dependiendo del horario (si llega a presentarse).
ECUACIÓN	• $C_{HET} = C_{RLA} + CA_{\\$kWh} + C_{ERT}$ $\rightarrow C_{RLA} = \sum_{k=1}^{\#E_{HET}} \\$RL_{HET_k} + \\$A_{HET_k}$ $\rightarrow CA_{\\$kWh} = kW_{HET} \cdot \\$kWh_{HET} \cdot t_{RT}$ $\rightarrow C_{ERT} = \sum_{j=1}^{\#ERT} \\ERT_j

Continuación Tabla 25. Costos en horas extras para recuperar el trabajo.

COMPONENTES	C_{HET}: Costos en horas extras para recuperar el trabajo. • C_{RLA}: Costo debido a los recargos laborales, para el personal de administración, por trabajar horas extras. → $\#E_{HET}$: Número total de empleados de la empresa necesarios para recuperar trabajo. → k: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#E_{HET}$”. → $\\$RL_{HET,k}$: Valor de los recargos legales, para el empleado “k” del área administrativa, en el horario de recuperación del trabajo. → $\\$A_{HET,k}$: Valor de los auxilios para transporte en jornadas extras, para el empleado “k” del área administrativa. • $CA_{\\$kWh}$: Costo debido a la diferencia tarifaria del kWh, para el área administrativa. → kW_{HET}: Estimación de los kW consumidos durante el periodo de recuperación del trabajo. → $\\$kWh_{HET}$: Diferencia tarifaria del kWh entre el horario de ocurrencia de la interrupción y el horario extra de recuperación del trabajo. → t_{RT}: Duración del período de recuperación de trabajo. • C_{ERT}: Costo de la contratación de empleados para recuperar trabajo. → $\#ERT$: Número de empleados contratados exclusivamente para recuperar el trabajo perdido debido a la interrupción. → j: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#ERT$”. → $\\$ERT_j$: Salario de cada empleado “j” contratado exclusivamente para recuperar el trabajo perdido debido a la interrupción.
OBSERVACIONES	• El número de empleados necesarios para la recuperación del trabajo no debe ser discriminado por actividad, debe ser la cantidad total por área. • Debe tenerse presente que no siempre los usuarios del servicio de energía eléctrica van a tener tarifas diferentes para cada hora del día, en tal caso el costo $C_{\\$kWh}$, sería cero.

Tabla 26. Costos por daños a equipos.

NOMBRE	Costos por daños a equipos, C_{DE} .
DEFINICIÓN	Estos costos se relacionan con los materiales y la mano de obra utilizada para el arreglo y puesta en marcha nuevamente de aquellos equipos que sufrieron cualquier daño como consecuencia de una o varias interrupciones de energía. Pueden variar desde unos cuantos miles de pesos hasta millones ya que pueden acarrear actividades tan simples como reemplazar un fusible, quemado hasta un cambio completo del equipo en el peor de los casos.
ECUACIÓN	$C_{DE} = \sum_{k=1}^{\#EqAV} (MO_{DE_k} + \$Rep_{DE_k}) + \sum_{j=1}^{\#EqNEW} \Eq_{DE_j}

Continuación Tabla 26. Costos por daños a equipos.

COMPONENTES	C_{DE}: Costos por daños a equipos. • $\#Eq_{AV}$: Número de equipos que resultaron averiados. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#Eq_{AV}$". • MO_{DEk}: Costo de mano de obra para arreglar el equipo "k" (si se contrata personal externo a la empresa). • $\\$Rep_{DEk}$: Precio de los repuestos del equipo "k". • $\#Eq_{NEW}$: Número de equipos nuevos. • j: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#Eq_{NEW}$". • $\\$Eq_{DEj}$: Precio del equipo "$j$" que va a reemplazar al equipo dañado.
OBSERVACIONES	• El costo de daños a equipos, C_{DE}, debe ser evaluado por equipo. • El costo del equipo nuevo, $\\$Eq_{DE}$, incluye orden de compra, valor de adquisición y transporte hasta las instalaciones de la empresa.

5.2.2.1.2 Costos relacionados con la interrupción para el área de producción. Los costos que se presentan en el área de producción son:

- ⌘ El costo de personal inactivo del área de producción (ver tabla 27).
- ⌘ El costo de las horas extras para recuperar la producción (recargos, transporte y otros) ver tabla 28.
- ⌘ El costo por daño a maquinaria (arreglo y compra de materiales) ver tabla 29.

Tabla 27. Costo de personal inactivo del área de producción.

NOMBRE	Costo de personal inactivo del área de producción, C_{PIP} .
DEFINICIÓN	Son los costos que representan aquellos trabajadores que, debido a la interrupción, quedan impedidos para continuar con las funciones que estaban realizando antes de la ocurrencia de ella, y que no realizan ninguna otra actividad. Sin embargo, el empleado puede ser reubicado en otra actividad; en caso de que ésta nueva actividad sea improductiva (esto es, que la actividad no represente utilidades a la empresa o, que no éste contemplada dentro de sus funciones) el empleado debe considerarse como inactivo; si la actividad es productiva, el empleado no se debe considerar inactivo.
ECUACIÓN	$C_{PIP} = \left(\sum_{k=1}^{\#E_{PIP}} \frac{\$M_{PIP_k}}{\#HM_{PIP_k}} \right) \times (t_i)$
COMPONENTES	C_{PIP}: Costo personal inactivo del área de producción. • $\#E_{PIP}$: Número de empleados inactivos en el área de producción debido a la interrupción. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#E_{PIP}$". • $\\$M_{PIP_k}$: Salario mensual del empleado "k" que queda inactivo.

Continuación Tabla 27. Costo de personal inactivo del área de producción.	
	• $\#HM_{PIP_k}$: Número de horas laborales por mes del empleado “k”. • t_i: Duración de la interrupción (en horas).
OBSERVACIONES	• El número de empleados inactivos debe ser tenido en cuenta a nivel de toda el área y no por actividad. • El número de horas laborales del empleado por mes, $\#HM_{PIP}$, no debe incluir las horas extras.

Tabla 28. Costo de las horas extras para recuperar la producción.

NOMBRE	Costo de las horas extras para recuperar la producción, C_{HEP} .
DEFINICIÓN	Son los costos en los que se incurre por reprogramar las actividades de producción en horas en las que la empresa regularmente estaría inactiva (horarios extralaborales). Pueden ser incluidos en estos costos recargos de horas extras, transporte a los empleados, aumentos en el valor las facturas de energía debido a una diferencia en el precio del kWh dependiendo del horario (si llega a presentarse).
ECUACIÓN	• $C_{HEP} = C_{RLP} + CP_{\\$kWh} + C_{ERP}$ $\rightarrow C_{RLP} = \sum_{k=1}^{\#E_{HEP}} \\$RL_{HEP_k} + \\$A_{HEP_k}$ $\rightarrow CP_{\\$kWh} = kW_{HEP} \cdot \\$kWh_{HEP} \cdot t_{RP}$ $\rightarrow C_{ERP} = \sum_{j=1}^{\#ERP} \\ERP_j
COMPONENTES	C_{HEP}: Costo de horas extras para recuperar producción. • C_{RLP}: Costo debido a los recargos laborales, para el personal de producción, por trabajar horas extras. → $\#E_{HEP}$: Número total de empleados, de la empresa, necesarios para recuperar producción. → k: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#E_{HEP}$”. → $\\$RL_{HEP_k}$: Valor de los recargos legales, para cada empleado “k” del área de producción, en el horario establecido. → $\\$A_{HEP_k}$: Valor de los auxilios para transporte en jornadas extras, para cada empleado “k” del área de producción. • $CP_{\\$kWh}$: Costo debido a la diferencia tarifaria del kWh. → kW_{HEP}: Estimación de los kW consumidos durante el periodo de recuperación de la producción. → $\\$kWh_{HEP}$: Diferencia tarifaria del kWh entre el horario de ocurrencia de la interrupción y el horario extras de recuperación de la producción. → t_{RP}: Duración del período de recuperación de la producción. • C_{ERP}: Costo de la contratación de empleados para recuperar producción. → $\#ERP$: Número de empleados contratados exclusivamente para recuperar producción perdida debido a la interrupción.

	↪ j : Subíndice que varía desde 1 hasta “#ERP”.
--	---

Continuación Tabla 28. Costo de las horas extras para recuperar la producción.

	↪ $\$ERP_j$: Salario del empleado “j” contratado exclusivamente para recuperar producción perdida debido a la interrupción.
OBSERVACIONES	- El número de empleados necesarios para la recuperación de la producción no debe ser discriminado por actividad, debe ser la cantidad total por área. - Debe tenerse presente que no siempre los usuarios del servicio de energía eléctrica van a tener tarifas diferentes para cada hora del día, en tal caso el costo $CP_{\\$kWh}$ sería cero.

Tabla 29. Costo por daños a maquinaria.

NOMBRE	Costos por daños a maquinaria, C_{DM}
DEFINICIÓN	Estos costos se relacionan con los materiales y la mano de obra utilizada para el arreglo y puesta en marcha nuevamente de aquella maquinaria que sufrió cualquier daño como consecuencia de una o varias interrupciones de energía. Pueden variar desde unos cuantos miles de pesos hasta millones ya que pueden acarrear actividades tan simples como reemplazar un fusible quemado hasta un cambio completo de la máquina en el peor de los casos.
ECUACIÓN	$C_{DM} = \sum_{k=1}^{\#Maq_{AV}} (MO_{DM_k} + \$Rep_{DM_k}) + \sum_{j=1}^{\#Maq_{NEW}} \Maq_{DM_j}
COMPONENTES	C_{DM}: Costos por daños a maquinaria. $\#Maq_{AV}$: Número de máquinas que resultaron averiadas. k: Subíndice que varía desde 1 hasta “#Maq_{AV}”. MO_{DM_k}: Costo de mano de obra para reparar la máquina “k” (si se contrata personal externo a la empresa). $\\$Rep_{DM_k}$: Precio de los repuestos de la máquina “k”. $\#Maq_{NEW}$: Número de máquinas nuevas. j: Subíndice que varía desde 1 hasta “#Maq_{NEW}”. $\\$Maq_{DM_j}$: Precio de la máquina “j” que va a reemplazar la máquina dañada.
OBSERVACIONES	- El costo C_{DM} debe ser evaluado por máquina. - El precio de las nuevas máquinas, $\\$Eq_{DM}$, incluye orden de compra, valor de adquisición y transporte hasta las instalaciones de la empresa.

5.2.3 Nivel III. En este nivel se presentan costos y ahorros al momento de ocurrencia de una interrupción. En el área administrativa no se presenta ningún costo ya que la naturaleza de estos componentes no se relaciona con los procesos que se realizan regularmente en esta área. Es necesario tener presente que esta metodología sólo aplica para empresas manufactureras; es posible que

en empresas de otros sectores como servicios o comerciales, se encuentren costos para esta área.

5.2.3.1 *Costos relacionados con la interrupción para el área de producción.* Los costos presentados en el área de producción son:

- ⊗ El costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción.
- ⊗ El costo de la producción no elaborada.
- ⊗ Los costos para reiniciar la producción.
- ⊗ Los costos de reprocesos.

De la tabla 30 a la tabla 33 se describen los aspectos a tener en cuenta en cada uno de estos componentes del costo, así como su cuantificación.

Tabla 30. Costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción.

NOMBRE	Costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción, CI_{PT} .
DEFINICIÓN	Los inventarios a los que se refiere este rubro son los productos terminados, que pierden su valor a causa de la interrupción del suministro de energía; estos inventarios no se pueden recuperar mediante ningún reproceso.
ECUACIÓN	• $CI_{PT} = \sum_{j=1}^{\#P_{PT}} CPT_{PRO_j}$ ⊃ $CPT_{PRO_j} = \sum_{n=1}^{\#PT_j} U_{PT_n} \times \\PT_n
COMPONENTES	CI_{PT}: Costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción. • $\#P_{PT}$: Numero de procesos (en el área de producción), en los que se pierden productos terminados. • j: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#P_{PT}$”. • CPT_{PRO_j}: Costo de inventarios de producto terminado para el proceso “j”. ⊃ $\#PT_j$: Cantidad de referencias de producto terminado en el proceso “j”. ⊃ n: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#PT_j$”. ⊃ U_{PT_n}: Unidades del producto terminado “n”, en el proceso “j”. ⊃ $\\$PT_n$: Precio de venta del producto terminado “n” en el proceso “j”.
OBSERVACIONES	• Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: ⊃ Inventario almacenado en condiciones especiales que necesiten de la energía eléctrica para su conservación. ⊃ Condiciones extremas que estos inventarios soportarían (en caso de interrupciones).

Tabla 31. Costo de la producción no elaborada.

NOMBRE	Costo de la producción no elaborada, C_{PNE} .
DEFINICIÓN	Generalmente este es uno de los principales problemas que se presenta con las interrupciones de energía, ya que es un rubro significativo, especialmente para aquellas empresas que tienen procesos productivos continuos y que no tienen la posibilidad de recuperar la producción reprogramando sus actividades. En la mayoría de los casos las empresas no contabilizan estos costos ya que no son pérdidas físicas y por tanto podrían pasar desapercibidas. El componente del costo de la producción no elaborada es igual a la <u>utilidad</u> de aquellos productos que no fueron elaborados durante el período de la interrupción. Es importante tener en cuenta que si un porcentaje de los productos no elaborados se puede realizar en <u>horas extras</u>, la utilidad que estos productos representan no debe ser incluida en el costo de la producción no elaborada; sin embargo, se deben incluir los costos extra que implican laborar en estos horarios (recargos en los salarios, insumos industriales extra, etc.).
ECUACIÓN	$C_{PNE} = \sum_{k=1}^{\#PNE} \U_{PNE_k} $\rightarrow \$U_{PNE_k} = \left(\sum_{j=1}^{\#PNF_k} (\$SUPP_j \cdot \#Prod_j) \right) \cdot t_i$ $\Leftrightarrow \$SUPP_j = \left(\frac{to_j}{t_{Tj}} \right) \cdot \$UPT_j \quad \text{ó} \quad \$SUPP_j = \$UPT_j$
COMPONENTES	C_{PNE}: Costo de la producción no elaborada. • $\#PNE$: Número de procesos del área de producción, en los que no se pudo realizar toda la producción programada. • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#PNE$". • $\\$U_{PNE_k}$: Utilidad de la producción que no se elaboró durante el reinicio del proceso "k". → $\#PNF_k$: Número de referencias de producto que no se pudieron fabricar en el proceso "k". → j: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#PNF_j$". → $\#Prod_j$: Número de productos fabricados por hora (en condiciones normales), de la referencia "j", en el proceso "k". → t_i: Duración de la interrupción (en horas). → $\\$SUPP_j$: Utilidad de un producto de la referencia "j", que no se pudo fabricar en el proceso "k". → to_j: Tiempo de operación, para un producto de la referencia "j", en el proceso "k". → t_{Tj}: Tiempo total para la elaboración de un producto de la referencia "j". → $\\$UPT_j$: Utilidad de un producto terminado de la referencia "j".

Continuación Tabla 31. Costo de la producción no elaborada.

OBSERVACIONES	• Se debe apreciar que se trabaja con el valor de la utilidad por producto ya que asociarlo con costos de producción sería un error debido a que no se ha incurrido en ellos. • Debe notarse que se dan dos opciones para calcular la utilidad en cada proceso, el usuario debe escoger la opción que crea mas conveniente: → La primera opción involucra tiempos de elaboración y se parte del supuesto de que cada minuto del proceso agrega el mismo valor al producto terminado. → La segunda opción basa su definición en la premisa de que los productos son elaborados con el fin de obtener una utilidad al momento de la venta por esto toma la utilidad del producto terminado como la utilidad en cualquier punto del proceso. • Entiéndase por tiempo de operación, t_o, el periodo de tiempo que se necesita para realizar un proceso. • El t_o y el t_r deben estar en las mismas unidades de tiempo.
----------------------	---

Tabla 32. Costos para reiniciar la producción.

NOMBRE	Costos para reiniciar la producción, C_{rei} .
DEFINICIÓN	Este costo está relacionado con las actividades necesarias para volver a “situar” los procesos de producción en el punto donde se encontraban antes de ocurrencia de la interrupción del suministro de energía, implica aspectos tales como el consumo de energía de la maquinaria y el tiempo del personal inactivo durante el período de tiempo comprendido desde el reestablecimiento del suministro de la energía eléctrica hasta la puesta a punto del equipo, además, los insumos industriales extra que se lleguen a requerir para recobrar la producción y que no hubiesen sido necesarios si no se hubiera presentado la interrupción en el suministro de la energía.
ECUACIÓN	• $C_{rei} = MO_{rei} + \\$I_{rei} + \\UT_{rei} → $MO_{rei} = \sum_{k=1}^{\#E_{rei}} \left[\left(\frac{\\$M_{rei_k}}{\#HM_{rei_k}} \right) \cdot t_{rei_k} \right] + \\$RL_{rei_k} + \\$A_{rei_k}$ ⊗ $t_{rei_k} = 0$, si una vez reestablecido el suministro, el empleado “k” puede realizar las mismas labores que estaba realizando antes de la interrupción. ⊗ $t_{rei_k} = ta_k - t_i$, si el trabajador “k” empezó las actividades necesarias para la puesta a punto de la producción durante el periodo de la interrupción, pero dichas actividades continuaron aún después del reestablecimiento del suministro. ⊗ $t_{rei_k} = ta_k$, si todas las actividades de puesta a punto para la producción, que realiza el trabajador “k”, dependen de la energía eléctrica.

Continuación Tabla 32. Costos para reiniciar la producción.

	$\neg \quad \$I_{rei} = \sum_{j=1}^{\#Maq_{rei}} \I_{maq_j} $\varpi \quad \$I_{maq_j} = \sum_{p=1}^{\#Imaq_{rei_j}} \$U_{Ins_p} \cdot \#UI_{rei_p}$ $\neg \quad \$UT_{rei} = \sum_{n=1}^{\#Prei} \UP_{rei_n} $\varpi \quad \$UP_{rei_n} = \sum_{m=1}^{\#Prod_{rei_n}} (\$U_{pto_m} \cdot \#Prod_{h_m} \cdot t_{rei_m})$ $\circ \quad \$U_{pto_m} = \left(\frac{to_m}{tr_m} \right) \cdot \$UPT_m \quad \text{ó} \quad \$U_{pto_m} = \$UPT_m$ ○ $t_{rei_m} = 0$, si una vez reestablecido el suministro, los procesos continúan su producción de la misma forma que antes de la ocurrencia de la interrupción. ○ $t_{rei_m} = ta_m - t_i$, si las actividades necesarias para la puesta a punto del producto “m”, en el proceso de reinicio “n”, se pueden comenzar antes que termine la interrupción y continúan, durante otro periodo de tiempo, una vez reestablecido el suministro. ○ $t_{rei_m} = ta_m$, si todas las actividades de puesta a punto para el producto “m”, en el proceso de reinicio “n”, dependen de la energía eléctrica.
COMPONENTES	C_{rei}: Costos para reiniciar la producción. • MO_{rei}: Costo de la mano de obra durante el reinicio de la producción. ○ $\#E_{rei}$: Número total de empleados necesarios para hacer las labores de reinicio. ○ k: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#E_{rei}$”. ○ $\\$M_{rei_k}$: Salario mensual del empleado “k” necesario para el reinicio de los procesos. ○ $\#HM_{rei_k}$: Número de horas laborales del empleado “k” por mes. ○ $\\$RL_{rei_k}$: Valor total de los recargos legales para el empleado “k” del para el reinicio (únicamente si el reinicio se realiza en horas extras). ○ $\\$A_{rei_k}$: Valor de los auxilios para transporte en jornadas extra, para el empleado “k”. ○ t_{rei_k}: Duración, (en horas), del proceso de reinicio, realizado por el empleado “k”. ○ ta_k: Duración de los alistamientos realizados por el empleado “k”. ○ t_i: Duración de la interrupción (en horas).

Continuación Tabla 32. Costos para reiniciar la producción.

	• $\\$I_{rei}$: Precio total de los insumos industriales. – $\#Maq_{rei}$: Número de máquinas que necesitan insumos industriales extra para reiniciar la producción. – j: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#Maq_{rei}$”. – $\\$Imaq_j$: Precio de los insumos industriales necesarios para poner a punto la máquina “j”. ⊗ $\#Imaq_{rej}$: Número total de insumos industriales necesarios para la máquina “j”. ⊗ p: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#Imaq_{rej}$”. ⊗ $\\$U_{ins_p}$: Precio unitario del insumo industrial “p”. ⊗ $\#U_{reip}$: Número de unidades del insumo industrial “p”, consumidas por la máquina “j”, durante el periodo de reinicio. • $\\$UT_{rei}$: Utilidad total de la producción que se deja de hacer durante el periodo de reinicio. – $\#P_{rei}$: Número de procesos del área de producción, en los cuales se realizaron labores para reiniciar la producción programada. – n: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#P_{rei}$”. – $\\$UP_{rein}$: Utilidad de la producción que se deja de hacer durante el reinicio del proceso “n”. ⊗ $\#Prod_{rein}$: Número de referencias de productos que no se pudieron elaborar en el proceso de reinicio “n”. ⊗ m: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#Prod_{rein}$”. ⊗ $\#Prod_{hm}$: Número de productos fabricados, (por hora), de la referencia “m”, en el proceso de reinicio “n”. ⊗ t_{reim}: Duración, (en horas), del proceso de reinicio, para un producto de la referencia “m”, fabricado en el proceso de reinicio “n”. ○ ta_m: Duración de los alistamientos para fabricar productos de la referencia “m”, en el proceso “n”. ⊗ $\\$U_{ptom}$: Utilidad para un producto en proceso de la referencia “m”, fabricado en el proceso “n”. ○ to_m: Tiempo de operación para un producto de la referencia “m”, en el proceso “n”. ○ $t_{\tau m}$: Tiempo total para la elaboración de un producto de la referencia “m”, en el proceso “n”. ○ $\\$UPT_m$: Utilidad para un producto terminado de la referencia “m”.
OBSERVACIONES	• Los costos relacionados con la mano de obra y la utilidad de la producción en los reinicios serán tenidos en cuenta únicamente a partir del momento en que se reestablece el suministro de la energía eléctrica. • El salario mensual del empleado “k”, incluye prestaciones sociales legales, primas especiales y auxilio de transporte. • En el costo de la mano de obra durante el reinicio de la producción, MO_{rei}, se adicionarán los recargos y auxilios para transporte del empleado “k”, únicamente si las labores de reinicio se realizan en horas extras de trabajo. • Debe notarse que se dan dos opciones para calcular la utilidad en cada proceso, el usuario debe escoger la opción que crea más

Continuación Tabla 32. Costos para reiniciar la producción.

	conveniente: → La primera opción involucra tiempos de elaboración y se parte del supuesto de que cada minuto del proceso agrega el mismo valor al producto terminado. → La segunda opción basa su definición en la premisa de que los productos son elaborados con el fin de obtener una utilidad al momento de la venta, por ello toma la utilidad del producto terminado como la utilidad en cualquier punto del proceso. • Se debe tener en cuenta que la realización de los alistamientos no están necesariamente ligada a la presencia de las ondas de tensión y corriente (reestablecimiento del suministro); en algunas ocasiones, estos alistamientos (o parte de ellos), podrían ser realizados sin necesidad de la energía eléctrica. • La duración del periodo de reinicio, t_{rei}, es el lapso de tiempo desde que se restablece el suministro de energía eléctrica hasta que la producción vuelve al punto donde estaba cuando se presentó la interrupción. • Entiéndase por duración de los alistamientos, t_a, el periodo de tiempo necesario para realizar el proceso de puesta a punto de la producción, esto es, tiempo de preparación para las máquinas (si lo hay), alistamientos de materia prima e insumos, etc., con el fin de que la producción dependa únicamente de la energía eléctrica.
--	--

Tabla 33. Costos de reprocesos.

NOMBRE	Costos de reprocesos, C_{REPR} .
DEFINICIÓN	Son todos los costos en los que se deben incurrir para devolver a los inventarios las propiedades y/o condiciones necesarias, perdidas por la interrupción, para que se puedan volver a utilizar en el proceso de producción.
ECUACIÓN	• $C_{REPR} = CII_{REPR} + CP_{REPR}$ → $CII_{REPR} = \sum_{j=1}^{\#REPR} \\II_{REPR_j} $\varpi \\$II_{REPR_j} = \sum_{k=1}^{\#II_{REPR_j}} \\$UII_k \cdot UII_k$ → $CP_{REPR} = \left(\sum_{n=1}^{\#EREPR} \left(\frac{\\$M_{REPR_n}}{\#HM_n} \cdot \#HE_{REPR_n} \right) + \\$RL_{REPR_n} + \\$A_{REPR_n} \right)$
COMPONENTES	C_{REPR}: Costos de reprocesos. • CII_{REPR}: Costo total de los insumos industriales necesarios para reprocesar los inventarios. → $\#REPR$: Número total de reprocesos. → j: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#REPR$". → $\\$II_{REPR_j}$: Precio de los insumos industriales para el reproceso "j". → $\#II_{REPR_j}$: Número de referencias de insumos industriales

Continuación Tabla 33. Costos de reprocesos.

	utilizados en el reproceso “j”. ⊗ k: Subíndice que varía desde 1 hasta “#I_{REPRj}”. ⊗ $\\$U_{jk}$: Precio unitario del insumo industrial “k”, utilizado en el reproceso “j”. ⊗ U_{jk}: Cantidad de unidades del insumo industrial “k”, utilizado en el reproceso “j”. • CP_{REPR}: Costo total del personal utilizado en los reprocesos. ⊃ $\#E_{REPR}$: Número total de empleados necesarios para realizar los reprocesos. ⊃ n: Subíndice que varía desde 1 hasta “#E_{REPR}”. ⊃ $\\$M_{REPRn}$: Salario mensual de cada empleado “n” que trabaja en el reproceso. ⊃ $\#HM_n$: Número de horas laborales por mes del empleado “n”. ⊃ $\#HE_{REPRn}$: Número de horas extras que trabaja el empleado “n” en actividades de reprocesos. ⊃ $\\$RL_{REPRn}$: Valor total de los recargos legales en el horario del reproceso, para el empleado “n”. ⊃ $\\$A_{REPRn}$: Valor de los auxilios para transporte en jornadas extras, para el empleado “n”.
OBSERVACIONES	• Informe de material que se puede reprocesar. • Si dos o mas reprocesos se pueden realizar simultáneamente con el mismo personal, no se debe contar dos veces (o mas) los salarios de estos trabajadores. • En el costo total del personal utilizado en los reprocesos, CP_{REPR}, se adicionarán los recargos y auxilios para transporte, del empleado “n”, únicamente si los reprocesos se realizan en horas extras de trabajo.

5.2.3.2 Ahorros relacionados con la interrupción. A continuación se presentan los ahorros que se deben analizar en el nivel III tanto para el área administrativa como para el área de producción.

5.2.3.2.1 Ahorros para el área administrativa. El ahorro que aquí se presenta es la venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables, cuya forma de cuantificación y aspectos a tener en cuenta son descritos en la tabla 34.

Tabla 34. Venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables.

NOMBRE	Venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables, V_{mat} .
DEFINICIÓN	Son los inventarios que, una vez es reestablecido el suministro de la energía (o durante la interrupción), quedan inservibles, pero que si pueden venderse a un tercero. De igual forma se incluyen aquí los equipos, o partes de ellos, que se dañan debido a la interrupción y que pueden ser vendidos.
ECUACIÓN	$V_{mat} = \$VC_{mat}$

Continuación Tabla 34. Venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables.

COMPONENTES	$\$VC_{mat}$: Valoración del costo de los inventarios.
OBSERVACIONES	Esta valoración será el precio de venta que considere adecuado la empresa.

5.2.3.2.2 Ahorros para el área de producción. En el área de producción únicamente se presenta el ahorro de la venta de inventarios y/o maquinaria que quedan inutilizables, cuya forma de cuantificación y aspectos a tener en cuenta son descritos en la tabla 35.

Tabla 35. Venta de inventarios y/o maquinaria que quedan inutilizables.

NOMBRE	Venta de inventarios y/o maquinaria que quedan inutilizables, V_{mat} .
DEFINICIÓN	Son los inventarios que, una vez es reestablecido el suministro de la energía (o durante la interrupción), quedan inservibles o no cumplen con las especificaciones del producto, y no se pueden recuperar sus características para reprocesarlos pero que si pueden venderse a un tercero. De igual forma se incluye aquí la maquinaria, o partes de ella, que se dañan debido a la interrupción y que pueden ser vendidas.
ECUACIÓN	$V_{mat} = \$VC_{mat}$
COMPONENTES	$\$VC_{mat}$: Valoración del costo de los inventarios.
OBSERVACIONES	Esta valoración será el precio de venta que considere adecuado la empresa.

5.2.4 Nivel IV. Los costos y ahorros en este nivel se especifican para cada una de las dos áreas: administrativa y de producción.

5.2.4.1 Costos relacionados con la interrupción. Los costos relacionados con la interrupción en el área administrativa no se tienen en cuenta en el nivel IV, debido a que la naturaleza de los componentes del costo analizados aquí no se relaciona con los procesos que se realizan regularmente en esta área.

En cuanto al área de producción se presentan los siguientes componentes del costo:

- ⌘ El costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción.
- ⌘ El costo de los inventarios de producto en proceso que se pierde por la interrupción.

Las tablas 36 y 37 describen los aspectos a tener en cuenta en cada uno de estos componentes así como la forma de cuantificarlos.

Tabla 36. Costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción.

NOMBRE	Costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción, CI_{MP} .
DEFINICIÓN	Los inventarios a los que se refiere este rubro son la materia prima que pierde su valor a causa de la interrupción en el suministro de la energía; estos inventarios no se pueden recuperar mediante ningún reproceso.
ECUACIÓN	$\bullet \quad CI_{MP} = \sum_{m=1}^{\#P_{MP}} CMP_{P_m}$ $\neg \quad CMP_{P_m} = \sum_{k=1}^{\#CTMP_m} CMP_{CT_k}$ $\varpi \quad CMP_{CT_k} = \sum_{j=1}^{\#MP_k} U_{MP_j} \cdot \UMP_j
COMPONENTES	CI_{MP}: Costo de los Inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción. $\bullet$ $\#P_{MP}$: Número de procesos en los cuales hay centros de trabajo que pierden materia prima debido a la interrupción. $\bullet$ m: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#P_{MP}$". $\bullet$ CMP_{P_m}: Costo de los inventarios de materia prima en el proceso "m". $\neg$ $\#CTMP_m$: Número de centros de trabajo, del proceso "m", donde se pierde materia prima debido a la interrupción. $\neg$ k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#CTMP_m$". $\neg$ CMP_{CT_k}: Costo de la materia prima para el centro de trabajo "k", en el proceso "m". ϖ $\#MP_k$: Número de referencias de materia prima que se utilizan en el centro de trabajo "k" en el proceso "m". ϖ j: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#MP_k$". ϖ U_{MP_j}: Unidades de la referencia de la materia prima "j", utilizada en el centro de trabajo "k", dañadas debido a la interrupción. ϖ $\\$UMP_j$: Valor unitario de la referencia de la materia prima "j", utilizada en el centro de trabajo "k".
OBSERVACIONES	• Los costos de la materia prima serán representados por el valor de adquisición de la misma. • Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: $\neg$ Inventario almacenado en condiciones especiales que necesiten de la energía eléctrica para su conservación. $\neg$ Condiciones extremas que estos inventarios soportarían (en caso de interrupciones).

Tabla 37. Costo de los inventarios de productos en proceso que se pierden por la interrupción.

NOMBRE	Costo de los inventarios de productos en proceso que se pierden por la interrupción, CI_{PP} .
DEFINICIÓN	Los inventarios a los que se refiere este rubro son los productos en proceso que pierden su valor a causa de la interrupción en el suministro de energía; estos inventarios no se pueden recuperar mediante ningún reproceso.
ECUACIÓN	$\bullet \quad CI_{PP} = \sum_{m=1}^{\#PP} CPP_{P_m}$ $\neg \quad CPP_{P_m} = \sum_{k=1}^{\#CTPP_m} CPP_{CT_k}$ $\varpi \quad CPP_{CT_k} = \sum_{j=1}^{\#PP_k} U_{PP_j} \times \$CUPP_j$ $\circ \quad \$CUPP_j = \left(\frac{to_{A_j}}{t_{T_j}} \right) \cdot \$CPT_j \quad \text{ó} \quad \$CUPP_j = \$CPT_j$
COMPONENTES	CI_{PP}: Costo de los inventarios de productos en proceso que se pierden por la interrupción. $\#PP$: Número de procesos en los cuales hay centros de trabajo que pierden producto en proceso debido a la interrupción. m: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#PP$”. CPP_{P_m}: Costo de los inventarios de producto en proceso, en el proceso “m”. $\#CTPP_m$: Número de centros de trabajo, del proceso “m”, donde se pierde producto en proceso debido a la interrupción. k: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#CTPP_m$”. CPP_{CT_k}: Costo de inventarios de producto en proceso para el centro de trabajo “k”, en el proceso “m”. $\#PP_k$: Número de referencias de productos en proceso presentes en el centro de trabajo “k”, del proceso “m”. j: Subíndice que varía desde 1 hasta “$\#PP_k$”. U_{PP_j}: Cantidad de unidades de productos en proceso de la referencia “j”, en el centro de trabajo “k” del proceso “m”, que se pierden debido a la interrupción. $\\$CUPP_j$: Costo unitario del producto en proceso de la referencia “j”, en el centro de trabajo “k” del proceso “m”. to_{A_j}: Tiempo acumulado de operación para el producto en proceso de la referencia “j”, en el centro de trabajo “k”, del proceso “m”, hasta el momento de la ocurrencia de la interrupción. t_{T_j}: Tiempo total para la elaboración de un producto terminado elaborado de un producto en proceso de la referencia “j”. $\\$CPT_j$: Costo para un producto terminado elaborado a partir de un producto en proceso de la referencia “j”.

Continuación Tabla 37. Costo de los inventarios de productos en proceso que se pierden por la interrupción.

OBSERVACIONES	- Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: ↳ Inventario almacenado en condiciones especiales que necesiten de la energía eléctrica para su conservación. ↳ Condiciones extremas que estos inventarios soportarían (en caso de interrupciones). - Debe notarse que se dan dos opciones para calcular el costo en cada proceso, el usuario debe escoger la opción que crea mas conveniente: ↳ La primera opción involucra tiempos de elaboración y se parte del supuesto de que cada minuto del proceso agrega el mismo valor al producto terminado. ↳ La segunda opción basa su definición en la premisa de que los productos son elaborados con el fin de obtener una utilidad al momento de la venta por, ello toma la utilidad del producto terminado como la utilidad en cualquier punto del proceso.
----------------------	---

5.2.4.2 Ahorros relacionados con la interrupción. Los ahorros relacionados con la interrupción para el área administrativa no se tienen en cuenta porque el único que se analiza a este nivel es el ahorro de inventarios que se pueden reutilizar cuya naturaleza está fundamentada en los procesos que se llevan a cabo en el área de producción. En la tabla 38, se muestra la forma de cuantificar este ahorro y se hacen las consideraciones necesarias para esta cuantificación.

Tabla 38. Valor de los inventarios que se pueden reutilizar.

NOMBRE	Valor de los inventarios que se pueden reutilizar (sin necesidad de procesarlos nuevamente), VI_{reut} .
DEFINICIÓN	Este ahorro representa el valor de una porción del producto, que hace parte de un inventario dañado (ya sea materia prima, producto en proceso o terminado), la cual no resultó afectada por la interrupción de energía y puede ser reutilizada, sin necesidad de reprocesarla, para elaborar nuevos productos.
ECUACIÓN	• $P_{reut} = \sum_{k=1}^{\#P_{reut}} CP_{reut_k}$ ↳ $CP_{reut_k} = \sum_{m=1}^{\#CTP_{reut_k}} CCT_{reut_m}$ ⊗ $CCT_{reut_m} = \sum_{j=1}^{\#R_{reut_k}} UP_{reut_j} \cdot \\P_{reut_j} ○ $\\$P_{reut_j} = \left(\frac{to_{A_j}}{t_{T_j}} \right) \cdot \\$CPT_j \cdot \%P_{reut_j}$ ó $\\$P_{reut_j} = \\$CPT_j \cdot \%P_{reut_j}$
COMPONENTES	VI_{reut} : Valor de los inventarios que se pueden reutilizar. • $\#P_{reut}$: Número de procesos en los cuales hay centros de trabajo

Continuación Tabla 38. Valor de los inventarios que se pueden reutilizar.

	donde es posible reutilizar una parte del producto(s). • k: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#P_{reut}$". • CP_{reutk}: Costo total de las partes de los productos, fabricados en el proceso "k", que son reutilizables – $\#CTP_{reutk}$: Número de centros de trabajo, del proceso "k", donde es posible reutilizar parte del producto. – m: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#CTP_{reutk}$". – CCT_{reutk}: Costo de las partes reutilizables de los productos, fabricados en el centro de trabajo "m", del proceso "k". – $\#R_{reutk}$: Número de referencias de productos, fabricados en el centro de trabajo "m", del proceso "k", de los que se reutiliza alguna parte. – j: Subíndice que varía desde 1 hasta "$\#R_{reutk}$". – UP_{reutj}: Cantidad de unidades de partes reutilizables del producto de referencia "j", fabricado en el centro de trabajo "m", del proceso "k". – $\\$P_{reutj}$: Costo unitario de la parte reutilizable del producto de la referencia "j", fabricado en el centro de trabajo "m", del proceso "k". ○ to_{Aj}: Tiempo acumulado de operación para el producto de la referencia "j", en el centro de trabajo "m", del proceso "k", hasta el momento de la ocurrencia de la interrupción. ○ tr_j: Tiempo total para la elaboración de un producto terminado de la referencia "j". ○ $\\$CPT_j$: Costo para un producto terminado de la referencia "j", del cual se puede reutilizar una parte. • $\%P_{reutj}$: Porcentaje de la parte recuperada del producto de la referencia "j", respecto al producto terminado.
OBSERVACIONES	• Se debe conocer a fondo cada proceso productivo para identificar las actividades en las cuales se puede recuperar alguna parte del producto. Posteriormente se aislarán las partes que sean recuperables y se cuantificarán. • Debe notarse que se dan dos opciones para calcular el costo para las partes reutilizables de un producto, el usuario debe escoger la opción que crea mas conveniente: – La primera opción involucra tiempos de elaboración y se parte del supuesto de que cada minuto del proceso cuesta lo mismo. – La segunda, toma el costo de un producto en proceso como el costo del producto terminado.

5.3 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DEL MODELO

El planteamiento metodológico es una guía de cómo debe ser aplicada la metodología, que describe paso a paso las etapas a seguir para poder lograr un buen análisis de los resultados, útil a la empresa que la desarrolle, cumpliendo así con los objetivos de este proyecto.

5.3.1 Definición de los componentes del costo a analizar. La metodología se divide en diecisiete componentes que hacen parte del costo total de una interrupción del suministro de la energía eléctrica. Cada uno de estos componentes tiene un grado de complejidad que requiere la recolección y el análisis de información que en ciertos casos, podría ser tediosa y, en contraparte podría no ser representativa en comparación con el costo total de la interrupción.

En este orden de ideas, antes de aplicar la metodología, se hace necesario seleccionar los componentes representativos que serán analizados en cada empresa. Para hacer más fácil esta selección, se elaboró una interfaz amigable, con el fin de que el usuario, mediante la respuesta de once preguntas, determine los componentes que se deben tener en cuenta, para su empresa, durante la aplicación de la metodología (ver Anexo D).

Este cuestionario consta de dos partes, la primera contiene preguntas que se responderán una sola vez, ya que involucran costos ligados a la naturaleza de la empresa y que van a estar presentes para cualquier interrupción, el programa guarda un archivo con las características específicas de la empresa y en futuras aplicaciones de la metodología, estos componentes del costo serán tenidos en cuenta, sin necesidad de volver a responder todas las preguntas. La segunda parte contiene preguntas que deben ser contestadas cada vez que la empresa decida valorar los costos debidos a una interrupción del suministro, ya que dependerán específicamente de consecuencias que se derivan del evento en sí.

Además de los componentes del costo que la empresa establezca como representativos, es importante tener en cuenta que existen cuatro componentes que se deben evaluar siempre que se valoren los costos debidos a una interrupción, estos componentes son: el costo del personal inactivo, el costo de la producción no elaborada, el ahorro debido a la energía no consumida y el ahorro debido a descuentos por compensaciones.

Una vez el usuario ha contestado todas las preguntas, se da la opción de ver el informe final, el cual le presenta los componentes que debe analizar y los respectivos formatos que debe llenar. Este programa se desarrolló en la plataforma Visual Basic, y en el Anexo D se muestra todo su desarrollo.

5.3.2 División de la empresa en áreas. El siguiente paso es la conformación de las áreas, es decir, la ubicación de cada uno de los departamentos que posee la empresa en una de las dos áreas planteadas por la metodología: administración y producción.

5.3.3 Ubicación de los procesos y procedimientos, y definición de centros de trabajo. Este análisis hace referencia a la ubicación de cada uno de los procesos y procedimientos, que se vean afectados directa o indirectamente por la interrupción

del suministro de la energía eléctrica, de acuerdo a la división planteada: área administrativa y área de producción. Posterior a esta ubicación, se procederá a una etapa más detallada, la cual consiste en agrupar por centros de trabajo, las operaciones que componen los procesos.

5.3.4 Recolección de datos y cuantificación de los componentes del costo. Una vez terminadas las fases de división de la empresa y ubicación de los procesos, se procede a recopilar la información necesaria, por medio de formatos diseñados, que permiten el cálculo de los diferentes componentes del costo de una manera rápida (ver Anexo E). Con el fin de orientar a los usuarios que deseen aplicar la metodología, se creó un manual didáctico que ilustra situaciones con las que se podrían encontrar al momento de recopilar la información necesaria para la cuantificación de los costos (ver Anexo G).

Todos los datos serán tomados a partir de los manuales de procesos y procedimientos de la empresa, de los trabajos de campo y observaciones directas de las actividades que se realizan en la empresa, de las fichas técnicas de los inventarios, de las hojas de vida de los equipos de la empresa, de las placas de equipos, de la información de la empresa comercializadora de energía, de las facturas del servicio de energía eléctrica, de la nómina de la empresa y de entrevistas directas con los trabajadores, entre otros.

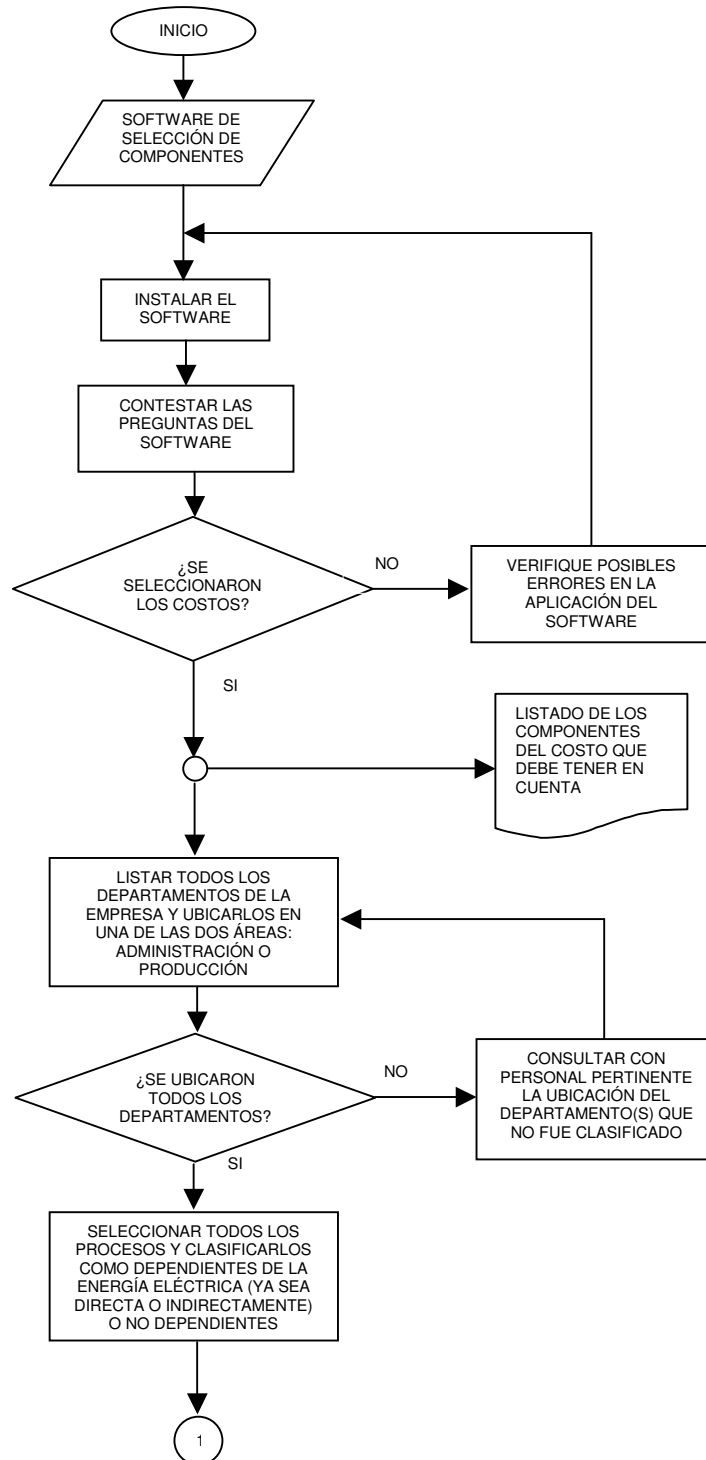
5.3.5 Análisis de la información y presentación de los resultados. Una vez obtenido el valor de estos componentes, se hallará el costo total para la empresa debido a una interrupción del suministro de la energía eléctrica. Además de esto, los componentes también se agruparán de diferentes formas con el fin de presentar los datos de tal manera que su análisis, y posteriores conclusiones, permitan establecer la criticidad, en términos financieros, tanto de cada área como de los procesos que se desarrollan dentro de ellas. Así mismo, servirán como herramienta fundamental para la toma de decisiones principalmente en materia de inversión y mejoramiento de procesos.

Al final de la aplicación de la metodología se obtendrán resultados que servirán a la empresa como herramientas para tomar decisiones, sobre todo en materia de inversión. Los resultados se pueden agrupar de diferentes maneras, de tal forma que se pueda visualizar mas fácilmente la incidencia de una interrupción del suministro de la energía eléctrica en los diferentes procesos, áreas y en la empresa. Con éste fin, las agrupaciones de estos componentes se harán teniendo en cuenta los tres primeros niveles de análisis:

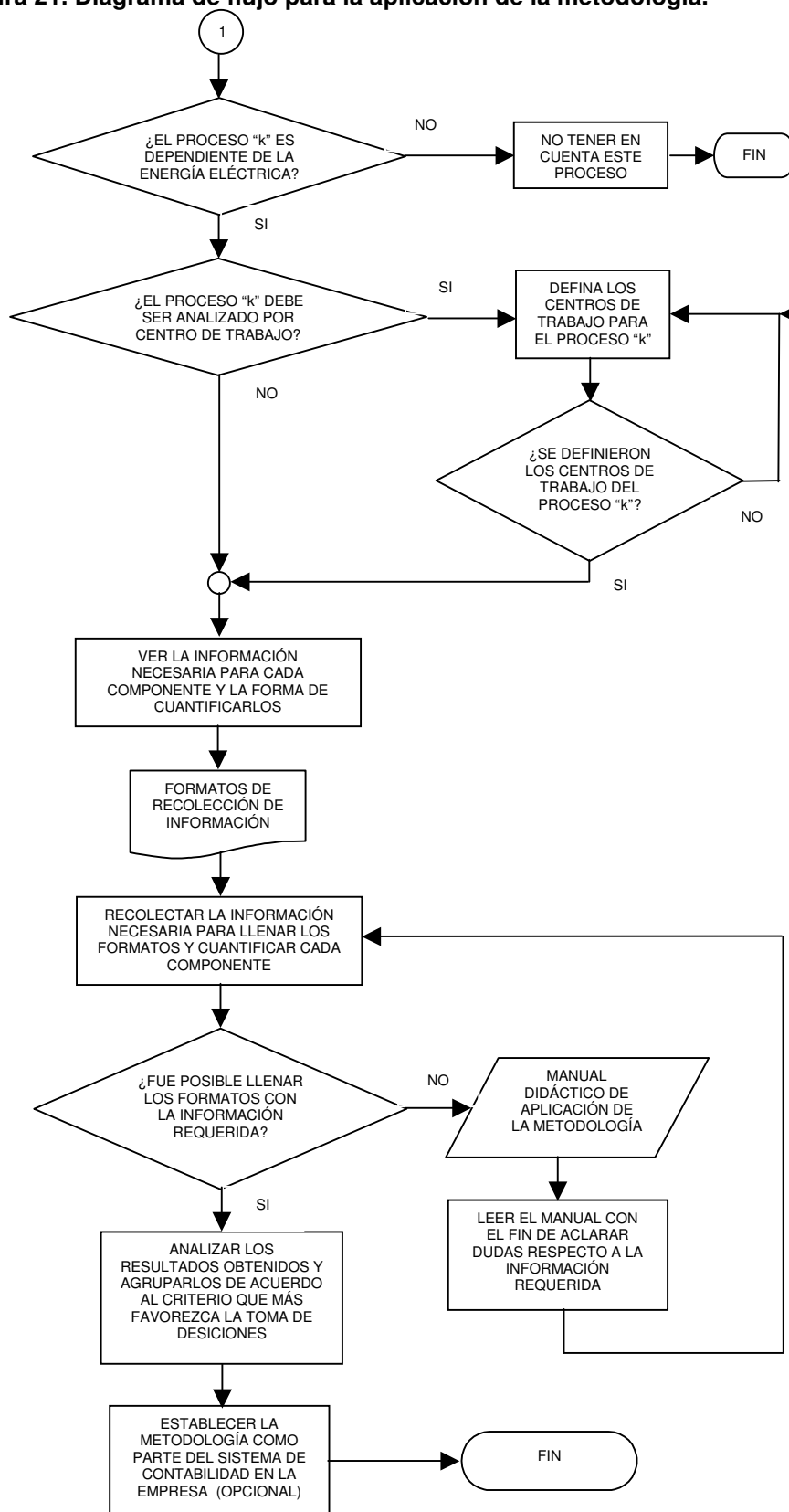
- ⊗ NIVEL I Costo total
Costo de cada componente
- ⊗ NIVEL II Costo total por área
Costo de cada componente por área
- ⊗ NIVEL III Costo de cada componente por proceso

La figura 21 muestra un diagrama de flujo donde se indican los pasos a seguir en la aplicación de la metodología.

Figura 21. Diagrama de flujo para la aplicación de la metodología.



Continuación Figura 21. Diagrama de flujo para la aplicación de la metodología.



6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DEBIDOS A INTERRUPCIONES DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La metodología que se propone en este proyecto es el resultado de la aplicación de una metodología base en dos empresas manufactureras del área metropolitana de Bucaramanga; esta metodología base surgió de la investigación teórica, de proyectos realizados a nivel mundial relacionados con los costos debidos a la inadecuada confiabilidad del suministro.

Además de la revisión de los proyectos anteriormente mencionados, se realizó un estudio al marco regulatorio del país con el fin de darle mayor aplicabilidad a la propuesta metodológica planteada, ajustándola así a la realidad nacional.

A continuación se presentarán las etapas de aplicación en dos empresas manufactureras del área metropolitana de Bucaramanga, mostrando las actividades que se llevaron a cabo y los resultados más relevantes.

6.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN CEDSA SA y OISA

La empresa CABLES ELÉCTRICOS DE SANTANDER, CEDSA SA, es líder a nivel nacional en la elaboración de cables y alambres para el sector energético y telecomunicaciones. La empresa ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL SA, OISA, es relativamente nueva en el sector metalmecánico de Bucaramanga. Sus servicios se centran en la fabricación estructuras y herrajes para el sector eléctrico, así como formaletas para el sector de la construcción.

Debido a que la aplicación de la metodología no fue hecha por personal de las empresas, se vio la necesidad de realizar dos actividades previas al desarrollo de la metodología base como tal: en la primera se presentó el proyecto a las directivas de cada empresa, en la segunda se estudió la estructura organizacional y los procesos y procedimientos de ellas.

6.1.1 Actividades previas: Presentación del proyecto y conocimiento general de la empresa. La presentación del proyecto se hizo de manera formal en una reunión donde asistieron los directivos de cada empresa tales como el gerente general, el gerente financiero, el gerente de producción, el jefe comercial, el jefe de mantenimiento de cada empresa, entre otros. Se discutieron los aspectos claves que contempla la metodología, y sobre los cuales se iba a trabajar, además se aclararon dudas acerca del alcance del proyecto.

La segunda actividad que fue adicionada al desarrollo de la metodología para estas dos empresas en particular fue el estudio general de la empresa.

Se estudió de manera general la estructura organizacional de cada empresa, procesos, procedimientos, personal, y demás factores de interés general para la aplicación de la metodología. La mayor parte de ésta información fue tomada de los documentos del sistema de gestión de la calidad con el que cuenta CEDSA. En OISA, por el contrario, toda la información se recolectó de charlas informales con personal de todos los niveles de la empresa, debido a que han tenido algunos problemas con la implementación del sistema de gestión de la calidad y por lo tanto no cuentan con la documentación completa requerida para el estudio.

6.1.2 Aplicación del cuestionario de diagnóstico de la empresa. El cuestionario de diagnóstico, que se aplicó tanto en CEDSA como en OISA, estableció una fase inicial para la metodología. Este cuestionario tenía como objetivo discernir el conocimiento de las empresas acerca de los temas relacionados con la calidad del servicio de la energía eléctrica; además se obtuvo información pertinente para la valoración de los costos debidos a las interrupciones del suministro.

Inicialmente el cuestionario constaba de cuatro partes:

- ⊗ PARTE I: Datos generales de la compañía
- ⊗ PARTE II: Calidad del servicio de energía eléctrica
- ⊗ PARTE III: Área de producción
- ⊗ PARTE IV: Área administrativa

El cuestionario fue contestado por el gerente de producción y la gerente financiera de CEDSA SA; y por el director del área de producción y el jefe de mantenimiento en OISA.

Las conclusiones más representativas de los resultados del cuestionario en CEDSA SA son:

- ⊗ Los encuestados manifestaron conformidad con los niveles de confiabilidad que tienen las empresas. Según su percepción las interrupciones del suministro ocurren, en promedio, una vez al mes y su duración no excede los quince minutos.
- ⊗ En contraparte a la conclusión anterior, CEDSA parece tener problemas con los fenómenos relacionados con la calidad de onda tanto de tensión como de corriente, tales como fluctuaciones de tensión y armónicos.
- ⊗ CEDSA prefiere interrupciones menos frecuentes y de mayor duración, según los encuestados esto facilitaría la reprogramación de las actividades.
- ⊗ La empresa no se ha preocupado por valorar, de ninguna manera, los costos que una interrupción del suministro de la energía eléctrica podría acarrear.
- ⊗ Las actividades normales de CEDSA, tanto del área administrativa como del área de producción, se ven afectadas entre el 75 y el 100% debido a la ocurrencia de una interrupción del suministro.

- ⊞ Para CEDSA, según las respuestas al cuestionario de diagnóstico, las actividades normales del área administrativa se ven más perjudicadas con interrupciones en horas de la mañana, los primeros días de la semana y a finales de año; mientras las actividades del área de producción son mas sensibles a interrupciones presentadas a mitad de año (mayo y junio), y le es indiferente el día de la semana y la hora de la interrupción, situación que está sustentada en el hecho de que la planta labora continuamente (veinticuatro horas diarias).
- ⊞ En CEDSA, el área de producción cuenta con dos UPS, para dos máquinas. Estos sistemas de respaldo se utilizan para no perder información y para evitar daños a productos, en ninguno de los dos casos se utilizan para mantener la producción. El área administrativa cuenta con nueve UPS para los computadores, con el único fin de no perder información, más no para laborar normalmente.

Las conclusiones más representativas de los resultados del cuestionario en OISA son:

- ⊞ Los encuestados manifestaron conformidad con los niveles de confiabilidad que tienen las empresas. Según su percepción las interrupciones del suministro ocurren, en promedio, menos de una vez al mes y su duración no excede los diez minutos.
- ⊞ Para OISA, las interrupciones del suministro se consideran como el principal inconveniente en lo referente a temas de calidad del servicio de energía eléctrica.
- ⊞ OISA prefiere interrupciones mas frecuentes y de menor duración, según los encuestados la frecuencia no afecta sus productos, y en general no requieren grandes tiempos de reinicio; mientras que en determinados casos una gran duración podría reflejarse en altos costos, e incluso en incumplimiento con clientes que acarrearía multas económicas.
- ⊞ Para OISA, según las respuestas dadas en el cuestionario, las actividades normales del área administrativa se ven mas perjudicadas con interrupciones en horas de la mañana, así como a finales y principios de año, el día de ocurrencia es indiferente; de igual forma, las actividades del área de producción son mas sensibles a interrupciones presentadas a finales y principios de año (febrero y marzo), fechas en las que la demanda a sus productos aumenta, y en las primeras horas de la mañana, debido a que diariamente programan sus actividades a primeras horas, les es indiferente el día de la semana.
- ⊞ El área de producción no cuenta con sistemas de respaldo para la generación de energía, mientras que el área administrativa cuenta con cinco UPS para los computadores, con el único fin de no perder información, más no para laborar normalmente.

6.1.3 *División de la empresa en áreas.* Una vez conocidas las empresas y sus departamentos, se llevó a cabo la clasificación de cada uno de ellos, dentro de una de las dos áreas establecidas por la metodología, en este caso la ubicación física de estos departamentos fue de gran ayuda.

CEDSA cuenta con cinco departamentos dentro de su estructura, clasificados de la siguiente manera:

AREA DE PRODUCCIÓN

- Producción
- Control de calidad
- Mantenimiento

AREA ADMINISTRATIVA

- Comercial
- Financiera

OISA cuenta con cinco departamentos dentro de su estructura, clasificados de la siguiente manera:

ÁREA DE PRODUCCIÓN

- Producción
- Mantenimiento

ÁREA ADMINISTRATIVA

- Financiera
- Proyectos
- Mercadeo

6.1.4 *Ubicación de los procesos y procedimientos, y definición de centros de trabajo.* En CEDSA se encontraron los siguientes procesos, dentro de los departamentos del área de producción, dependientes de alguna manera de la energía eléctrica: Trefilado, trefilado fino, cableado, buncheado, extrusión, bobinado, termoencogido, revisado, mantenimiento, control de calidad, supervisión, despachos, almacenamiento y recepción. En el área administrativa se encontraron siete procedimientos afectados, directa o indirectamente, por la interrupción del suministro, ellos son: Nómina, cartera, contabilidad, compras, ventas, servicio al cliente, auxiliar de producción.

Un proceso que no se ve afectado con las interrupciones del suministro es el proceso de despachos. Según el personal de la empresa, los despachos, ordenes de remisión y/o facturas, se pueden realizar a mano si no se cuenta con los computadores.

Para CEDSA no es posible agrupar operaciones en centros de trabajo, debido a que los procesos son desarrollados en su totalidad por máquinas y no se pueden diferenciar operaciones específicas; por lo tanto se trabajó el proceso como si fuera el mismo centro de trabajo. Cabe mencionar que esta situación no afecta para nada los resultados finales de la metodología.

En OISA se encontraron los siguientes procesos, realizados dentro de los departamentos del área de producción, dependientes de alguna manera de la

energía eléctrica: Corte, punzonado, cifrado, doblez, ensamble, soldado, acabado (pintado o galvanizado). En el área administrativa se encontraron tres procedimientos afectados, directa o indirectamente, por la interrupción del suministro, ellos son: Nómina, compras y proyectos.

Algunos procesos no afectados por las interrupciones del suministro son el fluxado y el secado, pertenecientes al proceso de galvanizado.

La mayoría de los procesos se pueden dividir en centros de trabajo agrupando algunas operaciones, a continuación se dará un ejemplo de definición de centros de trabajo para el proceso de galvanizado:

- ⌘ Centro de trabajo N°1: Limpieza (de las piezas a galvanizar)
- ⌘ Centro de trabajo N°2: Desengrase
- ⌘ Centro de trabajo N°3: Decapado
- ⌘ Centro de trabajo N°4: Fluxado (inmersión en ácidos)
- ⌘ Centro de trabajo N°5: Secado (por medio de calor, utilizan soplete)
- ⌘ Centro de trabajo N°6: Galvanizado de la pieza

6.1.5 *Recolección de datos y cuantificación de los componentes del costo en CEDSA SA.* Con el fin de aplicar la metodología en CEDSA, surgió la necesidad de simular un escenario de interrupción; los componentes del costo se calcularon en su totalidad teniendo como base dicho escenario, se revisaron los formatos de producción para saber que productos estaban fabricando ese día y a esa hora. Este escenario no se escogió al azar, por el contrario, se estableció de acuerdo a las situaciones mas críticas planteadas por la empresa, según las respuestas del cuestionario de diagnóstico previamente aplicado. El escenario planteado fue el lunes 15 de marzo de 2004, a las diez de la mañana, con una duración de 28,5 minutos. La duración de la interrupción se estableció con el promedio de las duraciones de los últimos doce meses basados en los índices de calidad DES y FES suministrados por la comercializadora de energía.

El desarrollo de esta etapa contó con la colaboración de varias personas vinculadas a la empresa, desde el gerente de producción hasta operarios, los cuales facilitaron información para la cuantificación de cada uno de los componentes del costo.

Todos los datos recolectados se agruparon en los formatos diseñados para este fin; de igual manera el procesamiento de estos datos para cuantificar los componentes del costo se realizó automáticamente utilizando Microsoft Excel. La idea de la metodología es que se puedan valorar los costos debidos a la interrupción de una manera ágil y precisa, para lo cual estos formatos servirán cada vez que se quiera cuantificar los costos por interrupción del suministro de la energía eléctrica.

6.1.6 *Análisis de la información y presentación de los resultados para CEDSA SA.* Al momento de aplicar la metodología en CEDSA, se analizaron todos los componentes del costo.

La tabla 39 presenta el costo total debido a la interrupción en el escenario simulado, y los valores totales para cada uno de los componentes del costo.

Tabla 39. Listado de Costos de una interrupción para CEDSA S.A.

COSTO TOTAL DEBIDO A LA INTERRUPCIÓN DEL SUMINISTRO	\$ 508 288,57
Costo de depreciación de los sistemas de respaldo	\$ 33 352,94
Costos de mantenimiento de los sistemas de respaldo	\$ 00,0
Costo de operación de los sistemas de respaldo	\$ 4 462,71
Costo por daños a planta física y otros daños	\$ 00,00
Valor de la energía no consumida durante la interrupción	- \$ 9 012,67
Valor de las compensaciones por incumplimiento de los indicadores DES y FES	- \$ 32 445,26
Costo del personal inactivo de administración y de producción	\$ 39 826,26
Costo en horas extras para recuperar producción	\$ 20 717,82
Costo por daños a equipos y maquinaria	\$ 290 000,00
Costo de los inventarios de producto terminado que se pierden por la interrupción	\$ 00,00
Costo de la producción no elaborada	\$ 74 780,01
Costo para reiniciar la producción	\$ 46 055,92
Costo de reprocesos para recuperar el producto	\$ 2 376,36
Valor de la venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables	- \$ 11 950,00
Costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción	\$ 00,00
Costo de los inventarios de producto en proceso que se pierde por la interrupción	\$ 194 161,10
Valor de la parte de los inventarios que se pueden reutilizar	- \$ 144 003,60

6.1.7 *Recolección de datos y cuantificación de los componentes del costo en OISA.* La aplicación de la metodología en OISA se realizó aprovechando una interrupción del suministro real, que coincidió con la realización del estudio en la empresa, por lo cual no fue necesario simular un escenario crítico. La interrupción ocurrió el jueves 13 de mayo a las 9:00 AM y tuvo una duración de cuarenta y cinco minutos.

El desarrollo de ésta etapa contó con la colaboración de varios empleados, sobre todo de los coordinadores de cada sección en producción y la auxiliar del jefe de producción, así como el ingeniero asistente de mercadeo. Todos ellos facilitaron información para la cuantificación de cada uno de los componentes del costo.

Al igual que en CEDSA, los datos recolectados se agruparon en los formatos diseñados en Microsoft Excel, para facilitar la cuantificación de los componentes del costo.

6.1.8 *Análisis de la información y presentación de los resultados para OISA.* Para OISA se analizaron todos los componentes del costo que establece la metodología, algunos de ellos no resultaron ser representativos.

La tabla 40 presenta el costo total debido a la interrupción, y los valores totales para cada uno de los componentes del costo, sin discriminar el área de la empresa ni los procesos llevados a cabo en OISA.

Tabla 40. Listado de costos de una interrupción para OISA S.A.

COSTO TOTAL DEBIDO A LA INTERRUPCIÓN DEL SUMINISTRO	\$ 339 423,7
Costo de depreciación de los sistemas de respaldo	\$ 7 600,00
Costos de mantenimiento de los sistemas de respaldo	\$ 00,00
Costo de operación de los sistemas de respaldo	\$ 2 065,13
Costo por daños a planta física y otros daños	\$ 00,00
Valor de la energía no consumida durante la interrupción	- \$ 94,01
Valor de las compensaciones por incumplimiento de los indicadores DES y FES	- \$ 00,00
Costo del personal inactivo de administración y de producción	\$ 44 287,38
Costo en horas extras para recuperar producción	\$ 00,00
Costo por daños a equipos y maquinaria	\$ 160 080,00
Costo de los inventarios de producto terminado que se pierden por la interrupción	\$ 00,00
Costo de la producción no elaborada	\$ 32 531,59
Costo para reiniciar la producción	\$ 92 953,61
Costo de reprocesos para recuperar el producto	\$ 00,00
Valor de la venta a terceros de inventarios que quedan inutilizables	- \$ 00,00
Costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción	\$ 00,00
Costo de los inventarios de producto en proceso que se pierde por la interrupción	\$ 00,00
Valor de la parte de los inventarios que se pueden reutilizar	- \$ 00,00

6.2 LISTADO DE CAMBIOS REALIZADOS A LA METODOLOGÍA BASE

La aplicación de la metodología base se realizó con el objetivo de ponerla a prueba, y hacer los cambios y correcciones necesarios que permitieran su validación. A medida que se aplicó el modelo, se le realizaron una serie de ajustes, convenientes con el objetivo de hacerlo aplicable a cualquier tipo de industria manufacturera.

La tabla 41 presenta un a comparación de los cambios que se realizaron a la metodología, luego de la aplicación del modelo base en las empresas CEDSA SA y OISA.

Tabla 41. Cambios realizados a la metodología.

CAMBIOS REALIZADOS A LA METODOLOGÍA BASE		
ANTES DE LA APLICACIÓN	DESPUÉS DE LA APLICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Cuestionario de diagnóstico extenso (treinta y dos preguntas).	Se eliminó el cuestionario de diagnóstico.	Este cambio se realizó, básicamente por lo tedioso de la aplicación del cuestionario. La información allí indagada, se pasó a los formatos en Excel, y otras preguntas simplemente se suprimieron al no considerarlas necesarias para el estudio.
Se tiene en cuenta <i>todos</i> los componentes del costo.	Se creó un programa, (interfaz amigable) ³² , que permite al usuario seleccionar los componentes del costo que debe analizar, mediante las respuestas a preguntas sencillas.	Para las empresas, algunos componentes resultan poco representativos e involucran grandes tiempos de análisis. Con el cuestionario de selección se agiliza el proceso, pero manteniendo equilibrio entre exactitud del costo total y tiempo de recolección de información.
La metodología establece un único componente para los sistemas de respaldo.	Se divide el componente de sistemas de respaldo en tres componentes que son: Costo de depreciación, costo de mantenimiento y costo de operación de los sistemas de respaldo.	Los costos de depreciación y mantenimiento son fijos por periodo y no dependen de la ocurrencia de una interrupción, mientras que el costo de operación está ligado a la ocurrencia de una interrupción y varía según su duración. Por esta razón no se pueden agrupar para cuantificarlos como un solo costo.
El componente del costo referente al personal inactivo se analiza en el nivel III (por proceso).	El componente del costo referente al personal inactivo se analiza en el nivel II (por área).	Para evitar la posibilidad de hacer doble conteo en caso tal de que un mismo empleado realizara dos o más procesos al mismo tiempo, se cambio el nivel de análisis.
El componente relacionado con los costos para recuperar trabajo y/o producción se calcula con la siguiente ecuación: $C_{HET} = C_{RLA} + CA_{\$kWh}$	El componente relacionado con los costos para recuperar trabajo y/o producción se calcula con la siguiente ecuación: $C_{HET} = C_{RLA} + CA_{\$kWh} + C_{ERT}$	El sumando C_{ERT} hace referencia a la posibilidad de contratar, temporalmente, empleados exclusivamente para realizar labores de recuperación.

³² Ver Anexo D

Continuación Tabla 41. Cambios realizados a la metodología.

El componente del costo referente a los productos terminados debidos a la interrupción se analiza en el nivel IV (por centro de trabajo).	El componente del costo referente a los productos terminados debidos a la interrupción se analiza en el nivel III (por proceso).	Al aplicar la metodología se observó que, en efecto, todos los productos terminados son el resultado de procesos y no de un centro de trabajo. Además la recolección de información y su posterior análisis, se convierte en un proceso más arduo al realizarlo a un nivel de detalle tan profundo como lo es un centro de trabajo.
Los componentes de producción no elaborada, reinicio de producción, partes reutilizables y productos en procesos, no tenían una forma específica para calcular la utilidad , o el costo, de los inventarios (producto en proceso y producto terminado).	Para los componentes de producción no elaborada, reinicio de producción, partes reutilizables y productos en procesos, se dieron dos opciones, (tiempos de fabricación y utilidad total), para calcular las utilidades y los costos de los diferentes inventarios (producto en proceso y producto terminado).	La apreciación puede variar según la percepción que se tenga, por tal motivo se cambió esta forma de cuantificar dichos componentes, siendo ahora la empresa quien escoge la opción que considere mas conveniente.
Los componentes de reinicio y reprocesos se calculan sin incluir en el cálculo de la mano de obra, los costos de recargos y auxilios de transporte.	Los componentes de reinicio y reprocesos se calculan incluyendo en el componente de mano de obra, los costos de recargos y auxilios de transporte.	Los procesos de reinicio y los reprocesos pueden llegar a realizarse en horas extras de trabajo, y por lo tanto es necesario tener en cuenta estos recargos.
El componente del costo referente a la materia prima que se pierde debido a la interrupción se analiza en el nivel III (por proceso).	El componente del costo referente a la materia prima que se pierde debido a la interrupción se analiza en el nivel IV (por centro de trabajo).	Al aplicar la metodología se vio que, en algunos casos, la materia prima se puede introducir al proceso en un centro de trabajo determinado y no necesariamente al inicio de un proceso.

6.3 CONCLUSIONES DE LA APLICACIÓN

Al comparar el costo total para la empresa CEDSA S.A., debido a la interrupción del suministro simulada en el estudio³³ (**\$ 540 733,85**), con el valor de la compensación correspondiente a una interrupción del primer trimestre del año 2004, hecha a la empresa (**\$32 445,28**), debido a que, según el operador de red, en éste trimestre solo se presentó una interrupción³⁴), se puede apreciar que estas dos cifras son bastante diferentes, ya que el costo de la interrupción simulada, que

³³ El escenario de la interrupción simulada fue el lunes 15 de marzo de 2004, a las diez de la mañana, con una duración de 28,5 minutos.

³⁴ Ver los archivos de los indicadores DES y FES, para CEDSA SA y OISA, en el Anexo F.

tiene una duración promedio (basada en los índices DES de los últimos doce meses), es **16,66 veces** el valor de la compensación para una interrupción (igual al valor compensado para todo el trimestre, en este caso particular).

En OISA, esta situación es aún mas crítica debido a que, al menos en las facturas de energía revisadas en el estudio (últimos doce meses a partir de mayo de 2004), la empresa obtuvo **\$0** como compensación por incumplimiento de los indicadores de calidad.

Al hacer la observación de las dos empresas anteriores, es obvio que, al menos en estos dos casos, la compensación hecha (para CEDSA SA), es superada ampliamente por los costos generados debido a una sola interrupción. Es bastante apropiado pensar en la aplicación de la metodología en las empresas, durante un periodo de tiempo razonable, valorando costos de interrupciones reales, con el objetivo de establecer el costo "estándar" por interrupción, y de esta forma obtener criterios de peso que permitan tomar decisiones, bien sea en materia de inversión o, al momento de hacer ejercicio del derecho de reclamo en calidad de usuario del servicio de la energía eléctrica.

Debe notarse que en la cuantificación del costo de la interrupción del suministro, para las dos empresas, el ahorro correspondiente al valor de las compensaciones por incumplimiento de los indicadores DES y FES se asoció al registro del indicador FES para ese trimestre, debido a que este componente (así como los componentes relacionados con el mantenimiento y la depreciación de los sistemas de respaldo), deben ser analizados para las interrupciones que ocurren en un período mínimo de tres meses (para poder compararlos con las compensaciones trimestrales, según la reglamentación).

7. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se observaron varios métodos para la valoración de los costos por interrupciones del suministro de la energía eléctrica, dentro de los cuales la valoración directa a los usuarios mediante encuestas es el más utilizado en la realización de los estudios llevados a cabo internacionalmente. Se concluye que la aplicación de este método es válida y se obtendrán resultados confiables para usuarios cuyos entornos estén fuertemente ligados a la cultura de calidad del servicio de la energía eléctrica, viéndose reflejado en la valoración de los costos que ellos mismos realizan teniendo en cuenta los impactos que una interrupción les genera ya sea en su vida cotidiana, en sus negocios, etc. Debido a las consideraciones anteriores se recomienda continuar con la sensibilización y divulgación de los temas relacionados con la calidad del servicio, en los usuarios de la energía eléctrica de los diferentes sectores nacionales, para poder aplicar dichas metodologías en el país y obtener resultados ajustados a la realidad.

Una vez realizadas las encuestas a las grandes y medianas industrias manufactureras del área metropolitana de Bucaramanga, los resultados arrojaron que el 49,1% de las empresas encuestadas no han realizado ningún tipo de estudio relacionado con la calidad de la energía eléctrica; el 92,5% desconoce la reglamentación colombiana existente en materia de confiabilidad del suministro, y el 66% no valora los costos adicionales que una interrupción les trae. Con estos resultados se reafirman las hipótesis referentes a conceptos básicos de calidad del servicio de la energía eléctrica, cuantificación de costos por interrupciones y reglamentación existente en materia de calidad de energía eléctrica, planteadas en el capítulo 4, y se puede concluir de manera general, que las empresas manufactureras (grandes y medianas) desconocen los derechos que la ley establece en caso de que se vean perjudicadas por bajos índices de confiabilidad del suministro de la energía eléctrica. De la misma manera, se puede observar que las empresas no se han preocupado por evaluar los costos que las interrupciones ocasionan a sus negocios (personal, ventas, equipos, etc.).

El uso del algoritmo de análisis de datos multivariantes de asociación lógica – LAMDA en el análisis de los resultados de la encuesta, fue muy enriquecedor y satisfactorio ya que con este estudio preliminar se empezó a dar uso a esta herramienta de análisis, permitiendo futuras aplicaciones e incentivando su uso en posteriores estudios.

Se planteó una metodología para que los usuarios industriales manufactureros, puedan valorar los costos que las interrupciones del suministro les ocasionan. La metodología consta de diecisiete componentes del costo total por interrupción mediante los cuales se podrán analizar los impactos de la no continuidad del suministro; es evidente que no todos los componentes serán representativos para

todo tipo de empresa manufacturera, por lo tanto se diseñó un programa amigable para que los usuarios, mediante respuestas a preguntas sencillas pueden establecer los costos que deberían analizar según su perfil, manteniendo un equilibrio entre precisión de los resultados y tiempo de cuantificación, de tal forma que la aplicación de la metodología, y la recolección de toda la información necesaria, no se convierta en un tarea engorrosa y se puedan obtener resultados adecuados.

Como uno de los productos finales de este trabajo de grado se elaboró un software bajo la plataforma de Visual Basic, con el fin de facilitar a los usuarios que deseen aplicar la metodología, la selección de los componentes del costo que deben tener en cuenta dependiendo de la naturaleza de cada empresa y los procesos que se lleven a cabo en ellas. Se recomienda el desarrollo de posteriores y mejoradas versiones que sigan facilitando la aplicación del modelo.

Además del software de selección de costos, como guía para la aplicación de la metodología al interior de las empresas, se creó una manual didáctico donde se explica detalladamente, y con ejemplos de situaciones que podrían presentarse, la manera de utilizar los formatos de Microsoft Excel y los sitios dentro de la empresa donde pueden encontrar esta información.

Luego de aplicar el modelo en dos empresas manufactureras del área metropolitana de Bucaramanga, se encontraron resultados críticos, al comparar los valores de las compensaciones hechas, por parte de los Operadores de Red, con los resultados obtenidos al finalizar dicha aplicación. Se observó que el costo, de *una sola* interrupción tipo, es mucho mayor (dieciséis veces), que el valor de la compensación de todo un trimestre a una de las dos empresas.

Como resultado de la realización de este proyecto de grado, y teniendo en cuenta que las empresas no han realizado estudios exhaustivos relacionados con los aspectos técnicos de la calidad del servicio de la energía eléctrica, se concluye que los usuarios de dicho servicio relacionan los daños en sus equipos con las interrupciones del suministro; sin embargo es conveniente aclarar que dichos costos podrían no ser causas directas de las interrupciones, y por el contrario estar asociados a otros aspectos como la calidad de la onda. Como consecuencia de esta situación, y teniendo en cuenta la aplicación realizada en las empresas, el componente de daños a los equipos y la maquinaria es el que muestra los mayores costos en la ocurrencia de una interrupción del suministro. Se propone llevar a cabo convenios entre el sector industrial y la Universidad Industrial de Santander, con el fin de desarrollar estudios en varias empresas que manifestaron su interés, referentes a las protecciones de los equipos, situación mas perjudicial según los resultados de éste proyecto.

Se recomienda que la metodología sea establecida, en las empresas que lo deseen, como parte del sistema de costeo que se aplica en ellas, con el fin de

identificar si existe una tendencia de los costos que se generan por la interrupciones del suministro y así establecer un “*estándar de costos*” por interrupción; éste es un objetivo a mediano plazo, ya que la naturaleza de algunos componentes del costo así lo exige. La normalización de los costos podría permitir un análisis interno, mediante el cual los usuarios podrían conocer el verdadero precio al cual compran el kWh (teniendo en cuenta ahora el costo adicional de las interrupciones), y así se tendrían razones de peso, y ampliamente justificadas, bien sea para tomar decisiones de inversión en materia de confiabilidad del suministro al interior de la empresa; para establecer de una manera mas ajustada a la realidad, las aptitudes de los usuarios a pagar más por un suministro de energía menos interrumpido; para tener un mejor criterio de selección de la empresa comercializadora de la energía; o para presentar quejas formales ante las empresas comercializadoras y/o distribuidoras de la energía eléctrica.

Igualmente se ve la necesidad de conocer el comportamiento de otros sectores como residencial y el comercial para la cual se recomienda realizar otros estudios como diagnósticos en muestras de dichas poblaciones con el fin de hacer inferencia y así poder proponer nuevas metodologías que permitan a usuarios de los sectores residencial y comercial, valorar los costos que las interrupciones del suministro les representan; no obstante se reconoce la complejidad de poner en marcha este tipo de proyectos debido entre otros factores a la actitud de indiferencia de la mayoría de las personas, y la dificultad en desarrollar metodologías que valoren costos tan subjetivos como los resultantes para este tipo de usuarios; sin embargo es un larga tarea que debe iniciarse.

Con la realización del presente proyecto de grado (y otros estudios, de calidad del servicio de la energía eléctrica, realizados por la UIS), se ha empezado a despertar el interés de las empresas santandereanas en estos tópicos. Los autores recomiendan llevar a cabo nuevos estudios, que sigan fomentando la cultura de calidad entre las diferentes clases de usuarios de la energía eléctrica (residenciales, comerciales e industriales) y a su vez por grupos de los diferentes sectores económicos.

Además de las experiencias vividas durante el proyecto, se destaca el hecho de haber desarrollado un trabajo que involucra dos disciplinas de la ingeniería, en este caso la ingeniería industrial y la ingeniería eléctrica, donde cada una aportó bases importantes en todas las etapas de éste, que permitieron obtener resultados y conclusiones más enriquecedoras a las que se hubieran obtenido si el proyecto hubiera sido desarrollado por una sola disciplina. Esto evidencia la necesidad de realizar trabajos de investigación donde se involucre más de un área de conocimiento para facilitar, optimizar y darle más valor agregado al desarrollo de proyectos de investigación.

Con el ánimo de hacer una reflexión final, los autores expresan el total agrado y satisfacción con el desarrollo de este proyecto, cuya realización ha dejado grandes enseñanzas, no solo de tipo técnico, sino también personales. Enfrentar retos personales y llevar a cabo empresas que involucren un cambio en la forma de pensar de la sociedad, no es una tarea sencilla; por el contrario, se podría decir que este pequeño comienzo en temas relacionados con costos de la confiabilidad del suministro de la energía eléctrica, tuvo numerosas barreras que de una forma u otra, son comprensibles dado el actual contexto tan exigente y competitivo del mundo profesional.

BIBLIOGRAFÍA

BACKER, Morton, RAMÍREZ PADILLA, David Noel y JACOBSEN, Lyle. Contabilidad de Costos. 2 ed. Mexico: McGraw-Hill, 1994. 734 p.

BILLINTON, Roy.; SUBRAMANIAM, R. K. y WACKER, Garry. Understanding Industrial Losses Resulting from Electric Service Interruptions. En: IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 29, No 1. Saskatchewan, Canada, 1993.

BOLLEN, Math. Understanding power quality problems : voltage sags and interruptions. IEEE press series on Power Engineering, Gothenburg, Sweden, 2000. ISBN 0-7803-4713-7.

Características de la tensión de la electricidad suministrada mediante sistemas de distribución públicos, estándar europeo EN 50160, Bruselas, Bélgica, 1994.

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Resolución CREG070_1998. www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 1998.

-----. Resolución CREG025_1999, www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 1999.

-----. Resolución CREG089_1999, www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 1999.

-----. Resolución CREG096_2000, www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 2000.

-----. Resolución CREG159_2001, www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 2001.

-----. Resolución CREG084_2002, www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 2002.

-----. Documento CREG037_2004, www.creg.gov. Santa Fé de Bogotá D.C.: CREG, 2004.

CHASE, Richard B., AQUILANO, Nicholas J. y JACOBS, F. Robert. Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios. 8 ed. Colombia: McGraw-Hill, 2000. 885 p. ISBN 958-41-0071-8.

DIALYNAS, E.N.; MEGALOCOMOMUS, S.M. y DALI, V.C.. Interruption Cost Analysis for the Electrical Power Customers in Greece. Atenas, Grecia: National Technical University of Athens.

DOMÍNGUEZ MACHUCA, José Antonio, Dirección de operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. España: McGraw-Hill, 1995. 503 p. ISBN 84-481-1830-0.

DUBRIN, Andrew. Fundamentos de administración. Thomson Editores. México, 2000. ISBN 970-686-020-7.

ESPINOSA JARAMILLO, Giraldo A., VILLA CIRO, Luz Marina y ARREDONDO DÍAZ, Nora Luz. Diseño e implementación de un sistema de costos por procesos ABC en la empresa ingeniería total de servicios públicos S.A. E.S.P. de Ciudad Bolívar, Antioquia. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2000. 273 p.

GARCÍA SERNA, Oscar León. Administración Financiera. 3 ed. Cali: Prensa Moderna Impresores S.A., 1999. 574 p. ISBN958-9041-06-6.

GARCÍA RAMIREZ, Mónica Islena y SILVA HERNANDEZ, Edilia. Implementación del sistema de costeo basado en actividades (costeo ABC) para Metrogas de Colombia S.A. E.S.P. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2000.

GÓMEZ BRAVO, Oscar. Contabilidad de costos. Santa Fé de Bogotá: Mc Graw Hill, 2001. 628 p.

IEEE. Practica recomendada del IEEE para el monitoreo de la energía eléctrica, IEEE Std. 1159-1995, New York: IEEE, 1995.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Norma técnica colombiana ISO 9000. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC, 2000.

JOHNSON, Richard A. Probabilidad y estadística para ingenieros de Miller y Freund. 3 ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. 1997. 290p.

KARIUKI, Kevin. Assessment of customer outage costs due to electric service interruptions. Tesis de Maestría (Master en Ciencias). Manchester, Reino Unido: University of Manchester. Faculty of Technology. Department of Electrical Engineering & Electronics, 1991. 118 p.

----- y ALLAN R. Evaluation of reliability worth and value of lost load. IEEE Proc.-Gener. Transm. Distrib., Vol. 143, No. 2. United Kingdom: University of Manchester Institute of science and technology, March 1996.

------. Factors affecting customer outage costs due to electric service interruptions. En: IEEE Proceedings Generation, Transmission, Distribution. Vol. 143, No 6. Manchester, Reino Unido, 1996.

LEHTONEN, Matti y LEMSTROM, Bettina. Comparison of the methods for assessing the costumers' outage costs. En: IEEE catálogo No 95TH8130. Finlandia, 1995.

MALHOTRA, Naresh K. Investigación de mercados, un enfoque práctico. 2 ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 1997. 890 p. ISBN 968-880-844-X

ORTIZ PIMIENTO, Nestor Raul. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: Escuela de estudios industriales y empresariales, Universidad Industrial de Santander. Publicaciones UIS, 1999. 189 p.

RAYBURN, Letricia Gayle. Contabilidad y administración de costos. México: Mc Graw Hill, 1999. 971 p.

RIVIER ABBAD, Juan. Calidad del servicio: Regulación y optimización de inversiones. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Departamento de Electrotecnia y Sistemas, 1999.

SUBRAMANIAM, R.K., BILLINTON, R. y WACKER, G. Understanding commercial losses resulting from electric service interruptions. Transactions on Industry Applications, Vol. 29, No. 1. Canada: University of Saskatchewan, IEEE, January/February 1993.

------. Understanding industrial losses resulting from electric service interruptions. IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 29, No. 1. Canada: IEEE, January/February 1993.

SULLIVAN, Mike, VARDELL, Terry, SUDDETH, Noland y VOJDANI, Ali. Interruption Costs, Customer Satisfaction and Expectations for Service Reliability. En : IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, No 2. Charlotte, USA: IEEE, 1995.

-----,-----, y JOHNSON, Mark. Power Interruption Costs to Industrial and Commercial Consumers of Electricity. Charlotte: 1996. ISBN 0-7803-3263-6.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Identificación del grado de satisfacción de los usuarios con el servicio de energía eléctrica prestado por los operadores de red. Colombia: SSPD, 2002.

VENEGAS, Jaime Guillermo. Metodologías de evaluación de costo de falla en sistemas eléctricos. Trabajo de grado (Ingeniero Civil en Industrias con mención en Electricidad). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería, 1994. 67 p.

WACKER, Garry y BILLINTON, Roy. Customer cost of electric service interruptions. EN: Proceedings of the IEEE, Vol. 77, No. 6. Canadá, 1989.

ANEXOS

ANEXO A

LISTADO DE EMPRESAS QUE PARTICIPARON EN EL DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO DEL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO

Tabla A1. Tabla de grandes y medianas empresas de Bucaramanga y su área metropolitana.

INDUSTRIA	NOBRE DEL ENCUESTADO	CARGO
GALVIS RAMIREZ Y COMPAÑÍA	Rene Dimarco	Ing. de Producción.
SALSAMENTARIA SANTANDER	Leonardo Arteaga	Jefe Calidad
PENAGOS HERMANOS Y COMPAÑÍA LTDA	Jesús Rangel Jiménez	Director Producción
LADRILLOS Y TUBOS LTDA	Gabriel Solano	Aux. Mantenimiento
GAVASSA & CIA LTDA	Ludwin Bueno	Jefe Producción
TOSTADORA DE CAFÉ BON AMI LTDA	Galvis Ramírez	Administrador
INDAGRO LTDA	Diana Sandoval	Jefe Producción
INDUSTRIA DE EJES Y TRANSMISIONES S.A.	Gonzalo Prada	Aux. Mantenimiento
INDUSTRIAS PARTMO S.A.	Rafael Velásquez	Líder Mecánico
GASEOSAS HIPINTO S.A.	José Gutiérrez	Jefe Mantenimiento
EDITORIAL UNIVERSO	Germán Ojeda	Gerente
AVIMOL S.A.	Norman Mantilla	Ing. Producción
MOLINOS SAN MIGUEL LTDA	Javier Martínez	Administrador
INDUTRIAS TANUZI S.A.	Calos Gutiérrez	Ing. Planta
PRECOCIDOS DEL ORIENTE	Luis Fernando Cala	Jefe Mantenimiento
INDUSTRIA Y COMERCIALIZADORA DE HILADOS Y CONFECCIONES	Pedro Oses	Asistente Producción
CERVECERIA DE BUCARAMANGA	Orlando Guerrero	Ing. Electricista
INDUSTRIA HARINERA DE SANTANDER	Daniel Ríos	Administrador
VENTANAL ARKETIPO S.A.	Rosalba Ruiz	Ing. Calidad
SOLLA S.A.	Sergio Buitrago	Aux. Mantenimiento
C.I. MIS BORDADOS LTDA.	Carlos Escobar	Jefe Mantenimiento
COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL SANTANDEREANA DE ACEITES	Otoniel Villamizar	Jefe Mantenimiento
PRETENSADOS DE CONCRETO DEL ORIENTE	Vladimir de Moya	Jefe Mantenimiento
CEDSA S.A.	Juan Carlos Ramirez	Jefe Mantenimiento
RAMBAL S.A.	Jose Millet Ortiz	Director Investigación
CARLIXPLAST LTDA.	Cesar Calixto	Jefe de Planta
GIRONES S.A.	Calos Julio Hernandez	Coordinador Planta
TEJIDOS SINTETICOS DE COLOMBIA S.A.	Luis Carlos Prieto	Jefe Eléctrico
CREACIONES DONAL	Nidia Suárez	Jefe Producción
COMESTIBLES COLOMBIANOS	Humberto Corzo	Coord. Mantenimiento
LA BASTILLA	José Oviedo	Gerente
ICOHARINAS	Hernando Vargas	Gerente Producción

Continuación Tabla A1. Tabla de grandes y medianas empresas de Bucaramanga y su área metropolitana.

ARKET	Jaime García	Jefe Producción
EXTRUCOL	Nelson Bernal	Coord. Mantenimiento
CREACIONES MAYATEX	Wilder Pacheco	Coord. Calidad
TALCON LTDA	Jorge Pedro Archila	Ing. Producción
METALTECO	Carlos Amaya	Director Producción
ESPUMAS DE SANTANDER	Ricardo Villalba	Gerente Planta
BRACOL LTDA	Myriam Lozano	Directora Dpto. Técnico
FRESKA LECHE	Arnulfo Pinzón	Ing. Mantenimiento
LAVCO	Mónica Ortiz	Coord. Mantenimiento
DON JACOBO	Ana Quintanilla	Jefe Producción
ARROCERA SAN CRISTOBAL	Carlos Harker	Administrador
RUGO LTDA	Hector Domínguez	Administrador
A.V.M.	Carlos Leiva	Dpto. Mantenimiento
NUTRIMAX	Stella Vega	Jefe Producción
VITELSA	Jose Vicente Alonso	Jefe Planta
RIKALAC S.A.	Betsy Caicedo	Coord. Producción
VIJAGUAL	Jesús Alberto Uiza	Superintendente Planta
TROPICAL FRESS	Oscar Sanabria	Gerente comercial
PRONALCI	Cesar Vargas	Jefe Mantenimiento
FABRICAMOS	Fabio Martínez	Jefe Planta
ITALCOL	Pedro Salazar	Gerente Producción

LISTADO DE EMPRESAS QUE SIENDO PARTE DE LAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS, GRANDES Y MEDIANAS, SEGÚN LA CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA, NO PUDIERON SER ENCUESTADAS EN EL DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO

Tabla A2. Listado de empresas que no respondieron la encuesta del diagnóstico.

EMPRESA	MOTIVO DE EXCLUSION DEL ESTUDIO
Compañía Colombiana de Tabaco	Instalaciones fuera del área metropolitana de Bucaramanga (Medellín)
Publicar de Colombia S.A.	Personal temporalmente no disponible para responder
Manufacturas y Procesos Industriales LTDA.	Instalaciones fuera del área metropolitana de Bucaramanga (Bucaramanga)
ALIAR	Instalaciones fuera del área metropolitana de Bucaramanga (Meta)
Baby's Dress LTDA.	Manifestaron no tener interés, ni deseo de colaborar
Creaciones Melissita y Picassito	Manifestaron no tener interés, ni deseo de colaborar
Creaciones BORDINO LTDA.	Comparte su planta de producción con otra empresa ya encuestada (Creaciones DONAL LTDA.)
Orlando Riascos F. e Hijos S. en C.	Comercializadora
PROFICOL	Instalaciones fuera del área metropolitana de Bucaramanga (Bogotá y Barranquilla)

Continuación Tabla A2. Listado de empresas que no respondieron la encuesta del diagnóstico.

CUMMINS API S.A.	Comercializadora
Palmeras de Puerto Wilches S.A.	Instalaciones fuera del área metropolitana de Bucaramanga (San Alberto)
Agroindustrias del sur del Cesar	Instalaciones fuera del área metropolitana de Bucaramanga (Cesar)
Transejes Transmisiones Homocinéticas de Colombia S.A.	Comparte su planta de producción con otra empresa ya encuestada (Industria de ejes y transmisiones S.A.)
H. Estefenn PROLIBROS y CIA. S. en C.	Distribuidora
PINTO S.A.	Distribuidora
Pavimentos Andinos	No se pudo establecer contacto con esta compañía
Maravillas de Colombia	Manifestaron no tener interés, ni deseo de colaborar

ANEXO B

CUESTIONARIO TELEFÓNICO PARA EL DIAGNÓSTICO

1. ¿Se han realizado mediciones o estudios relacionados con la calidad de la energía eléctrica en las instalaciones de la empresa?
 - a. SI
 - b. NO
2. De los problemas que ha tenido con el suministro de la energía eléctrica, ¿cuál cree usted que lo afecta más?:
 - a. Las interrupciones del suministro de la energía eléctrica
 - b. Deficiencias en la calidad de la onda
 - c. No he tenido inconvenientes
3. En los últimos dos años, las interrupciones del suministro de la energía eléctrica por lo general ocurren:
 - a. Casi todos los días
 - b. Una vez a la semana
 - c. Una vez al mes
 - d. Menos de una vez al mes
4. ¿Conoce y comprende el significado de los índices DES y FES?
 - a. SI
 - b. NO
5. ¿Ha recibido alguna compensación económica en la factura de energía debido al incumplimiento en los índices DES y FES?
 - a. SI
 - b. NO
 - c. No sabe
6. ¿En su empresa se evalúan los costos adicionales generados por una interrupción del suministro de la energía eléctrica?
 - a. SI
 - b. NO
7. ¿Qué tipo de sistema de respaldo de energía eléctrica posee el área de producción?
 - a. Ninguno
 - b. Plantas generadoras
 - c. Banco de baterías
 - d. UPS
 - e. Red eléctrica alterna
8. Suponga que es absolutamente necesario suspender el suministro de la energía eléctrica en la empresa. Usted preferiría que las interrupciones fueran:
 - a. Más frecuentes y de menor duración
 - b. Menos frecuentes y de mayor duración
 - c. Le es indiferente

ANEXO C

DIAGNÓSTICO DEL SECTOR UTILIZANDO EL ALGORITMO DE ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIABLES DE ASOCIACIÓN LÓGICA - LAMDA

Con el fin de emplear nuevas herramientas en el ámbito de clasificación y caracterización de datos, se llevó a cabo el análisis de los resultados de la encuesta hecha al sector industrial manufacturero (grande y mediana) de Bucaramanga mediante la implementación del algoritmo de análisis de datos multivARIABLES de asociación lógica – LAMDA. En éste anexo se explica de manera general el algoritmo LAMDA, así como el software para implementarlo, se muestran y comparan los resultados obtenidos con otra herramienta, y se dan algunas observaciones del proceso de caracterización con el ánimo de comentar pros y contras de la metodología antes mencionada.

En este anexo se trata de dar las primeras luces en la aplicación de esta filosofía en la Universidad Industrial de Santander, bajo la orientación de proyectos de maestría encaminados hacia el mismo objetivo y de algunos docentes con experiencia en el campo.

C.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ALGORITMO

La filosofía del algoritmo de aprendizaje y clasificación de datos – LAMDA (Logical Association in Multivariable Data Analysis), se basa en una técnica de clasificación auto aprendiz, que utiliza la generalización de la lógica Fuzzy y la capacidad de interpolación de los conectivos híbridos lógicos. LAMDA tiene una gran ventaja sobre otros métodos de clasificación debido a que puede trabajar con información tanto cualitativa como cuantitativa; sus algoritmos de clasificación (para conectivos híbridos) tienen un comportamiento muy similar a la operación de las redes neuronales.

Los métodos de clasificación, basados en conectivos híbridos, combinan técnicas de los algoritmos netamente numéricos, y de los algoritmos netamente simbólicos. Un conectivo híbrido compensado linealmente puede entenderse como la interpolación entre una abscisa y una ordenada mediante un parámetro β , donde $\beta=0$ representa la intersección y $\beta=1$ representa la unión. Éste parámetro β es llamado tolerancia, y determina inversamente el nivel de exigencia.

Los datos de entrada pueden ser las observaciones realizadas a experimentos, de igual manera pueden ser individuos grabados como filas de un archivo texto, cada uno de ellos dividido en valores diferentes, uno para cada descriptor o columna. Como ya se dijo, cada descriptor puede ser cuantitativo o cualitativo.

La operación de clasificación determina los Grados de Adecuación Marginal y Global, MAD y GAD respectivamente, de un individuo a una clase dada. Este último índice expresa la probabilidad de que un individuo pertenezca a una clase dada. Existe una etapa de entrenamiento donde se pueden crear y modificar las clases, y un paso de reconocimiento del patrón donde se asignan los individuos a las clases. Para poder computar el grado de adecuación de un individuo a una clase, ambos deben estar relacionados al mismo grupo de descriptores, esto significa que se calculan GAD's para cada individuo, cada clase y cada descriptor, y estos resultados se asocian con el fin de obtener el GAD de un individuo a una clase. Teniendo en cuenta que el algoritmo toma los máximos grados de adecuación, no es necesario trabajar con funciones de probabilidad estrictas, sino que se puede trabajar con funciones de posibilidad mas generales, lo que implica una elección entre estimaciones paramétricas o no paramétricas, es decir, imponiendo o no una distribución *a priori*.

La primera función de posibilidad propuesta, es una “fuzzificación” simple de la función binomial, la cual expresa la probabilidad de obtener un número de éxitos cuando dos resultados son posibles. Para la clasificación de los datos del diagnóstico del sector industrial manufacturero (medianas y grandes empresas), se trabajó con dicha función.

Mientras que las mediciones estadísticas refieren la estimación de la probabilidad del resultado cuando se repite un experimento, como un dato desconocido pero categórico, las mediciones fuzzy aplican un solo experimento, que no es categórico, pero cuya probabilidad puede ser asumida como cualquier valor entre 0 y 1. Debido a esta diferencia no se puede hablar de diferentes ordenes para un solo experimento, por el contrario, es necesario considerar un grado de éxito, dentro de un intervalo cerrado [0,1]. Las dos características juntas producen la posibilidad de obtener un grado “x” de éxito:

$$\rho^x (1 - \rho)^{1-x} \quad (C.1)$$

donde el único parámetro necesario es el valor principal observado, para cada descriptor en cada clase “p”.

De cualquier modo, sin importar la distribución que se elija, el proceso de clasificación siempre sigue los mismos pasos. Una vez obtenidos los MAD's para cada descriptor en cada clase, estos se asocian en un GAD, el cual expresa la posibilidad de que el individuo pertenezca a cualquier clase.

Otra ventaja de la filosofía LAMDA, es que aunque la mayoría de los algoritmos tradicionales necesitan que el usuario proporcione un rango mínimo para que los individuos sean asignados satisfactoriamente, éste algoritmo lo crea

automáticamente, en una clase no informativa NIC. Si el individuo no tiene relación con ninguna de las clases, se asigna a la clase NIC.

C.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SOFTWARE SALSA

SALSA – Situation Assessment using LAMDA Classification Algorithm, es un “software” diseñado con el fin de aplicar el algoritmo LAMDA de una manera practica. TB36-SALSA fue programado en ANSI-C, y puede instalarse en Windows 98/NT/2000/XP.

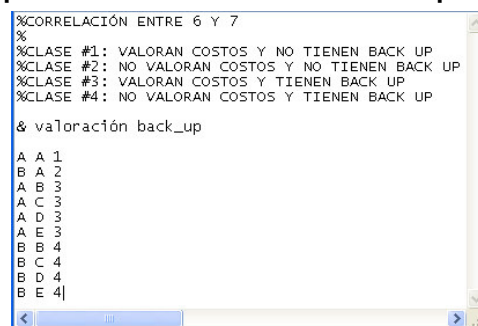
La pantalla principal tiene cuatro opciones que son:

- Datos de entrenamiento (TRAINING DATA): Etapa en desarrollo, donde se podrán generar datos de entrenamiento.
- OFF-Line: Es un nivel de aprendizaje, donde se diseña y construye un sistema de clasificación para los datos experimentales. Contiene dos etapas básicas, la de aprendizaje (supervisado o no supervisado), y la etapa de asignación de las clases resultantes dentro de estados funcionales. Esta opción fue la utilizada en el desarrollo del capítulo 4 de este proyecto de grado.
- ON-Line: Es una etapa de reconocimiento donde se utiliza un sistema de clasificación creado previamente, y se identifica el actual estado funcional del proceso.
- QUIT: Esta opción termina la aplicación del “software”.

A continuación se presentarán las principales funciones de la etapa OFF-Line.

C.2.1 Cargar los datos experimentales dentro del formato requerido. Los datos se deben cargar como archivos de texto *.dat*, *pueden tener comentarios u observaciones* (precedidos del signo %). Cada columna es un descriptor, y todos los individuos deben tener valores para cada uno de los descriptores, separados por espacios en blanco. Puede haber una columna adicional que identifica el número de la clase predefinida, si se trabaja con la opción de aprendizaje supervisado. La muestra un archivo *.dat*, utilizado, en la correlación de las preguntas 6 y 7 de la encuesta (capítulo 4), para la definición de las clases en la clasificación de las respuestas de las industrias manufactureras.

Figura C1. Ejemplo de un archivo *.dat* con clases predefinidas



```
%CORRELACIÓN ENTRE 6 Y 7
%
%CLASE #1: VALORAN COSTOS Y NO TIENEN BACK UP
%CLASE #2: NO VALORAN COSTOS Y NO TIENEN BACK UP
%CLASE #3: VALORAN COSTOS Y TIENEN BACK UP
%CLASE #4: NO VALORAN COSTOS Y TIENEN BACK UP
& valoración back_up
A A 1
B A 2
A B 3
A C 3
A D 3
A E 3
B B 4
B C 4
B D 4
B E 4
```

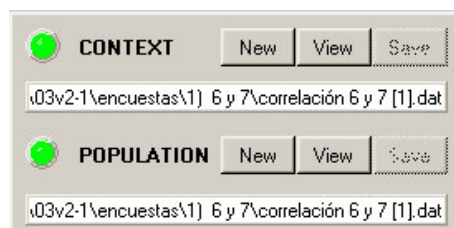
Para el ejemplo anterior los valores de los descriptores son cualitativos, si por el contrario empezaran con el signo menos (-), con un punto (.), o con un número (1, 2, 3...), serán definidos como descriptores cuantitativos.

Nótese que la línea de los descriptores debe empezar con el signo “&”, y deben estar separados, al igual que los valores, por espacios en blanco.

Las clases predefinidas deben estar semi ordenadas, es decir, el programa espera que la clase 1 aparezca al menos una vez antes de la clase 2, la clase 2 antes de la clase 3, y así sucesivamente.

Para cargar el archivo se puede utilizar la opción “New CONTEXT”, o la opción “New POPULATION”, una vez cargados los archivos se encienden con luz verde los botones de cada opción. La figura C2 muestra los botones de las dos opciones.

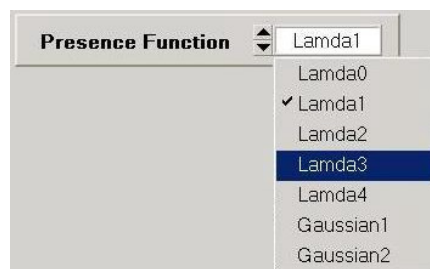
Figura C2. Botones de “New CONTEXT” y “New POPULATION”



El contexto (“context”) generalmente contiene el número de descriptores y su tipo, mientras que la población (“population”) contiene los individuos que serán utilizados para el entrenamiento. Los individuos deben tener el mismo número y tipo de descriptor que en el contexto, y pueden contener un campo adicional correspondiente a las clases predefinidas.

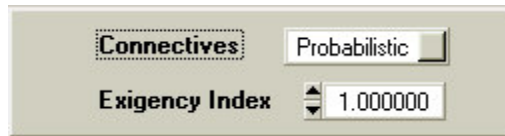
C.2.2 Selección del algoritmo de clasificación. Es necesario escoger el algoritmo a utilizar para llevar a cabo los cálculos, y los procedimientos de entrenamiento y aprendizaje. Esto se realiza mediante el botón de Función de presencia (“Presence Function”) mostrado en la figura C3. Como ya se mencionó, para realizar la caracterización de las respuestas de la encuesta del sector industrial, se utilizó la función *Lamda 1*, basada en la función binomial.

Figura C3. Selección de la función de presencia



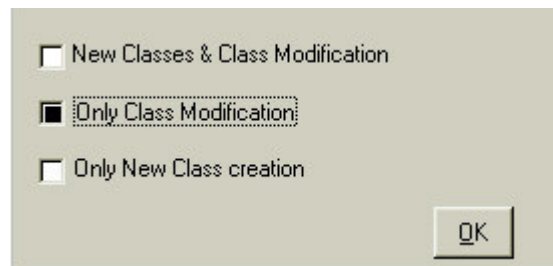
C.2.3 Selección de los conectivos y del nivel de exigencia para obtener el gad. Se puede escoger dos familias diferentes de operadores lógicos con el fin de agregar todos los MAD's de un individuo a una clase. Estos operadores son: el producto de suma probabilística y el máximo y mínimo. De igual manera se pueden usar conectivos combinados de la misma familia escogiendo un nivel de exigencia entre 0 y 1. Para efectos de éste proyecto de grado se utilizó un nivel de exigencia igual a 1 y los operadores probabilísticos, tal y como lo muestra la figura C4.

Figura C4. Selección de conectivos y nivel de exigencia



C.2.4 Selección del modo de clasificación. La selección del modo de clasificación depende del tipo de archivo que haya sido almacenado, debido a que en éste caso se utilizó el modo de aprendizaje supervisado, se explica únicamente este modo de clasificación. En el aprendizaje supervisado la población almacenada tiene un campo adicional donde se definen las clases; además ésta opción presenta algunas opciones tales como aprender de un grupo inicial de clases y modificarlas, solo clasificar los individuos en las clases predefinidas, y crear nuevas clases. Se escogió la clasificación en las clases predefinidas, tal como se ve en la figura C5.

Figura C5. Opciones para el aprendizaje supervisado



C.2.5 Procesamiento de los datos, tratamiento y visualización. Una vez que la población ha sido almacenada, SALSA identifica el número de descriptores y su naturaleza, e internamente los escala con valores entre 0 y 1. Si el número y la naturaleza de los descriptores del contexto y de la población no coinciden, se genera un archivo de error donde se explica la situación.

Los descriptores del contexto y los valores de cada individuo, pueden visualizarse individualmente o en grupo utilizando la opción "view" del contexto. Para los

descriptores cualitativos se muestran histogramas tal como lo muestran las figuras C6 y C7.

Figura C6. Detalles de los descriptores cualitativos visualizados individualmente.

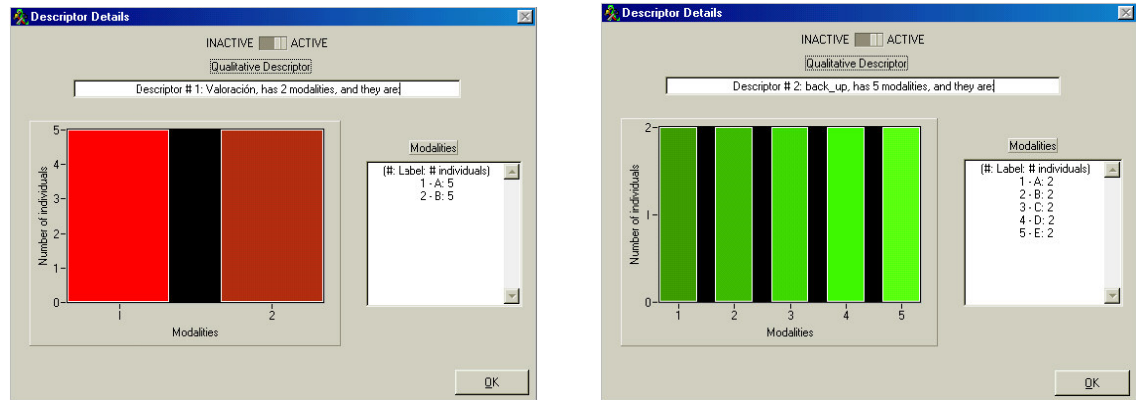
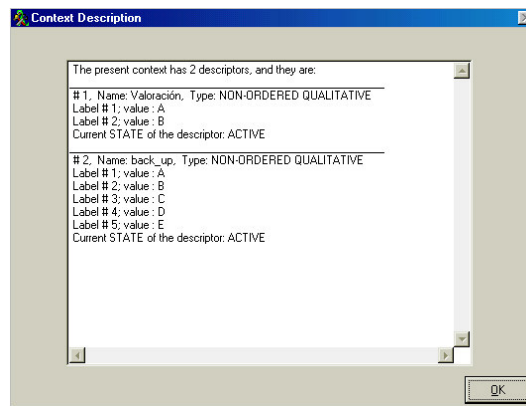
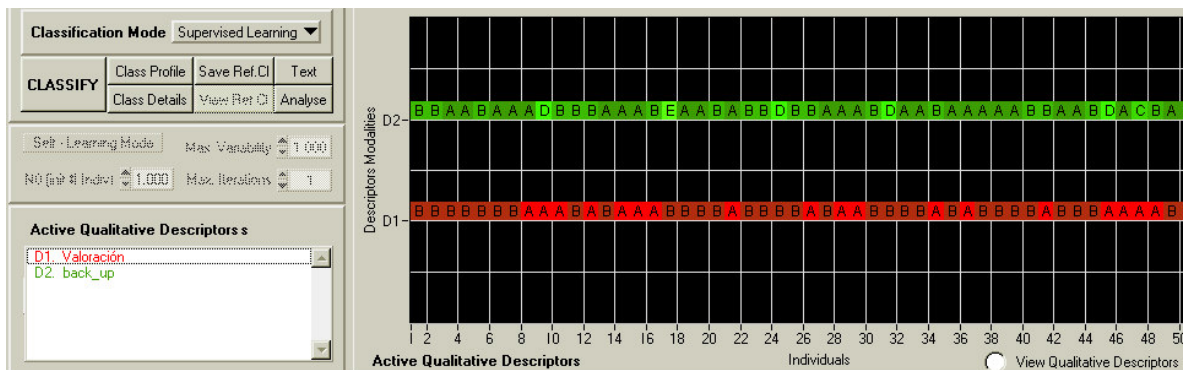


Figura C7. Detalles de los descriptores cualitativos visualizados simultáneamente.



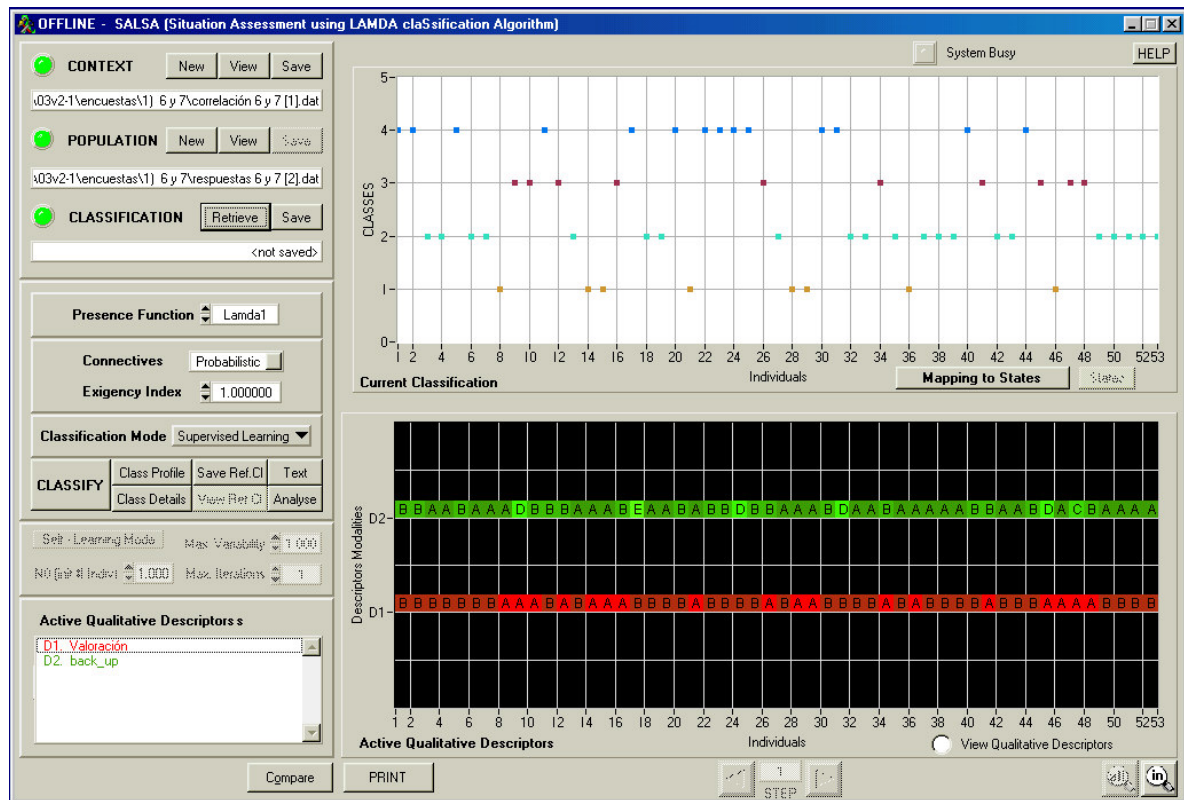
Mediante la opción “view” de la población, se muestran gráficamente los descriptores activos. Para los descriptores cualitativos, se muestran las modalidades correspondientes de cada individuo, tal como se ve en la figura C8.

Figura C8. Descriptores cualitativos activos



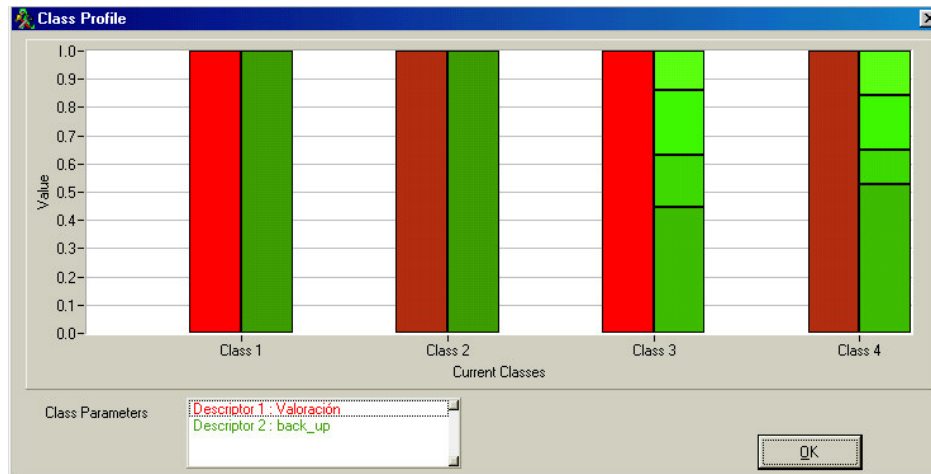
C.2.6 Visualización y clasificación de resultados. Una vez almacenados el contexto y la población, y habiendo ajustado los parámetros necesarios (modo de clasificación, nivel de exigencia, función de presencia, etc), se puede ejecutar el programa mediante el botón de clasificación “CLASSIFY”. Una vez la clasificación ha sido realizada, SALSA muestra gráficamente las clases asignadas a cada individuo, así como los perfiles de cada clase. El ejemplo para los datos de la correlación de las preguntas 6 y 7 de la encuesta, se muestran en la figura C9.

Figura C9. Resultados de la clasificación utilizando aprendizaje supervisado.



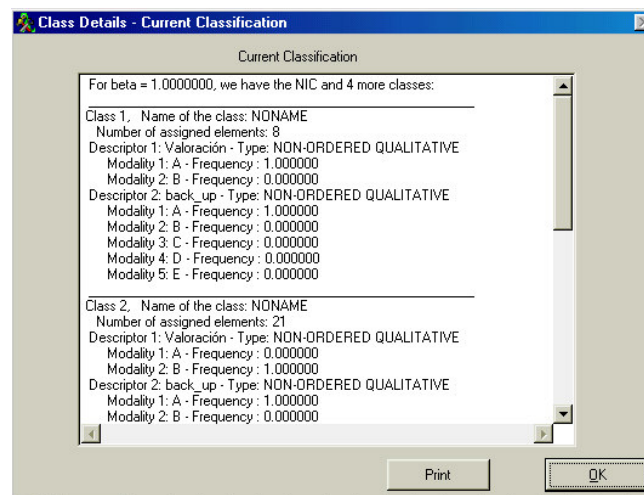
La figura C10. muestra las modalidades de los descriptores con un color diferente para cada una, así como la frecuencia de su ocurrencia.

Figura C10. Perfil da cada clase.



De igual manera es posible ver la información completa de cada una de las clases en modo texto, así como una lista de todos los individuos de cada clase, los valores de todos los parámetros. La figura C11. muestra la información descrita anteriormente.

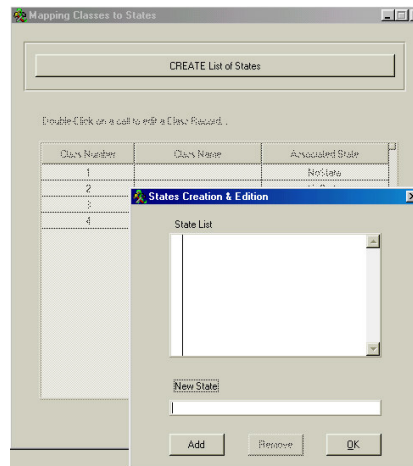
Figura C11. Detalles de las clases.



SALSA crea automáticamente un archivo texto con extensión *.res* donde cada individuo tiene la clase a la cual fue asignado. De igual manera se pueden grabar los resultados de la clasificación mediante el botón Grabar referencia de clasificación (Save Ref. CL).

Como parte final, una vez obtenida una clasificación, SALSA permite asociar las diferentes clases a estados representativos utilizando el botón de mapeo de estados (Mapping to States), aparecerá una ventana tal como lo muestra la figura C12, donde se pueden crear o borrar los posibles estados significativos.

Figura C12. Asignación de las clases a los estados.



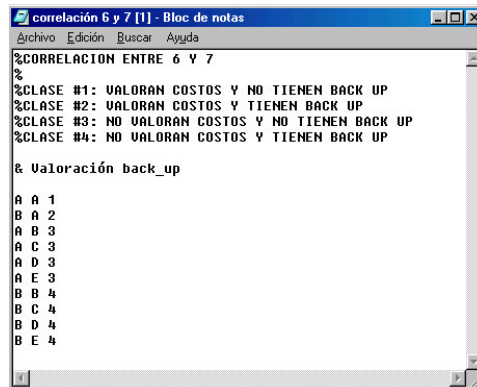
SALSA permite grabar los contextos utilizados (descriptores, nivel de exigencia, función de presencia y conectivos), así como los resultados de la clasificación para un uso futuro. El contexto será grabado en un archivo con extensión *.con*, mientras que los parámetros de clasificación (clases y estados), tendrán un archivo con extensión *.cla*.

C.3 Resultados obtenidos para las relaciones y comparación con los resultados obtenidos de SPSS. Se realizaron las siete relaciones planteadas en el capítulo 4 de este proyecto, cada una de ellas entre dos preguntas de la encuesta (Anexo B). Adicionalmente se realizó una relación entre tres preguntas (3, 6 y 7) de la encuesta, aprovechando la posibilidad de hacerlo mediante LAMDA.

A continuación se presenta un análisis detallado de los resultados para la primera relación. Para las restantes relaciones, sólo se muestra el número y el nombre de las clases predefinidas, así como los individuos asignados a cada una de ellas.

a. Relación entre la existencia de sistemas de respaldo en las empresas, y cuantificación o no, de los costos por interrupciones, (preguntas 6 y 7). Se definieron cuatro clases, almacenadas en un archivo *.dat*, mostrado en la figura C13.

Figura C13. Archivo para el contexto de la correlación entre las preguntas 6 y 7.



- Clase 1: Usuarios que valoran costos y no tienen respaldo
- Clase 2: Usuarios que no valoran costos y no tienen respaldo
- Clase 3: Usuarios que valoran costos y tienen respaldo
- Clase 4: Usuarios que no valoran costos y tienen respaldo

La clasificación obtenida se muestra gráficamente en la figura C14, y los perfiles de cada clase se pueden observar en la figura C15.

Figura C14. Clasificación de las respuestas para la correlación de las preguntas 6 y 7.

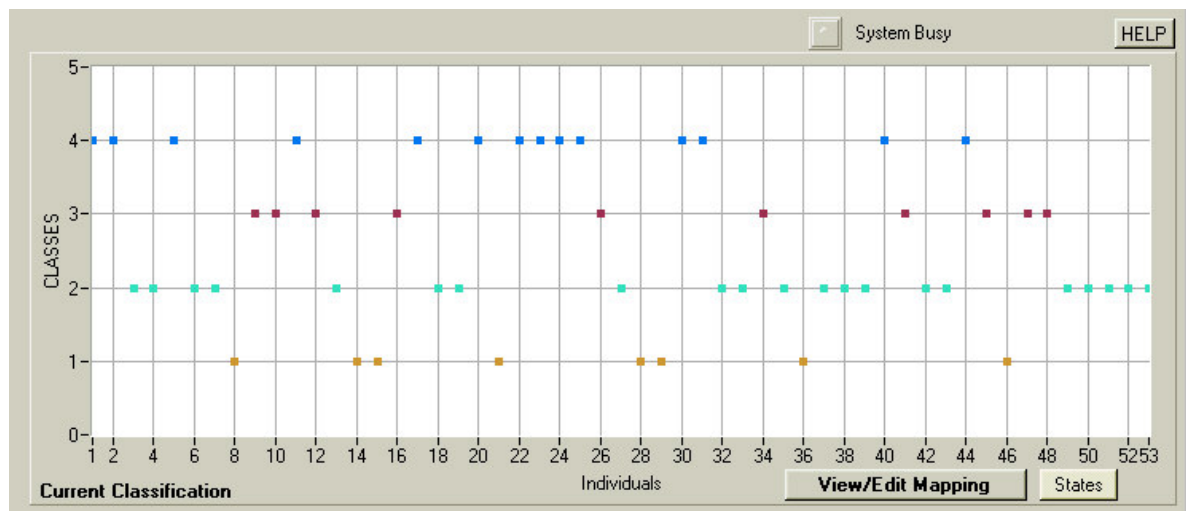
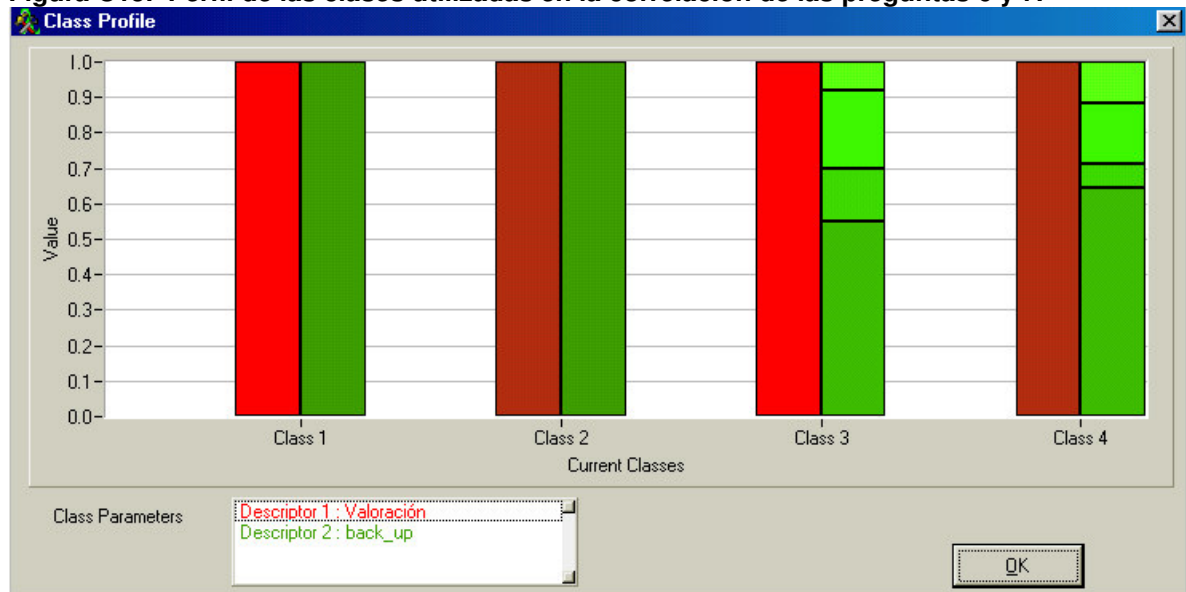


Figura C15. Perfil de las clases utilizadas en la correlación de las preguntas 6 y 7.



A continuación se muestran los detalles de cada clase y el número de individuos asignados a cada una de ellas.

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 4 more classes:

Class 1, Name of the class: VALORAN COSTOS Y NO TIENEN RESPALDO

Number of assigned elements: 8

Descriptor 1: Valoración - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 1.000000

Modality 2: B - Frequency : 0.000000

Descriptor 2: back_up - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 1.000000

Modality 2: B - Frequency : 0.000000

Modality 3: C - Frequency : 0.000000

Modality 4: D - Frequency : 0.000000

Modality 5: E - Frequency : 0.000000

Class 2, Name of the class: NO VALORAN COSTOS Y NO TIENEN RESPALDO

Number of assigned elements: 21

Descriptor 1: Valoración - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 0.000000

Modality 2: B - Frequency : 1.000000

Descriptor 2: back_up - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 1.000000

Modality 2: B - Frequency : 0.000000

Modality 3: C - Frequency : 0.000000

Modality 4: D - Frequency : 0.000000

Modality 5: E - Frequency : 0.000000

Class 3, Name of the class: VALORAN COSTOS Y TIENEN RESPALDO

Number of assigned elements: 10

Descriptor 1: Valoración - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 1.000000

Modality 2: B - Frequency : 0.000000

Descriptor 2: back_up - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 0.000000

Modality 2: B - Frequency : 0.550000

Modality 3: C - Frequency : 0.150000

Modality 4: D - Frequency : 0.216667

Modality 5: E - Frequency : 0.083333

Class 4, Name of the class: NO VALORAN COSTOS Y TIENEN RESPALDO

Number of assigned elements: 14

Descriptor 1: Valoración - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 0.000000

Modality 2: B - Frequency : 1.000000

Descriptor 2: back_up - Type: NON-ORDERED QUALITATIVE

Modality 1: A - Frequency : 0.000000

Modality 2: B - Frequency : 0.644737

Modality 3: C - Frequency : 0.065789

Modality 4: D - Frequency : 0.171053

Modality 5: E - Frequency : 0.118421

Nótese que se utilizó el modo de aprendizaje supervisado del algoritmo, con un nivel de exigencia de $\beta = 1,00$ (máximo). Los resultados muestran que los datos se asignaron dentro de las cuatro clases predefinidas, para cada una de ellas se muestran los individuos asignados y se dan los detalles de su perfil, por ejemplo, en la clase 4, la modalidad 2 es la opción B de la pregunta número 7 (back_up), y tiene una frecuencia de 0,644737, esto quiere decir que el 64,4737% de los encuestados clasificados en la clase 4, tienen plantas generadoras como sistema de respaldo (plantas generadoras es la opción B de la pregunta 7 en la encuesta).

Se puede observar que a la clase 1 se asignaron 8 encuestados, a la clase 2 se asignaron 21 encuestados, a la clase 3 se asignaron 10 encuestados, y a la clase 4 se asignaron 14 encuestados. Todos estos resultados se ven resaltados.

b. Relación entre conocimiento de índices DES y FES y el hecho de haber realizado estudios o mediciones en la calidad de la energía eléctrica, (preguntas 1 y 4).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios que han realizado estudios y conocen los indicadores DES y FES

Clase 2: Usuarios que han realizado estudios y no conocen los indicadores DES y FES

Clase 3: Usuarios que no han realizado estudios y conocen los indicadores DES y FES

Clase 4: Usuarios que no han realizado estudios y no conocen los indicadores DES y FES

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 4 more classes:

Class 1, Name of the class: ESTUDIOS Y CONOCEN DES Y FES
Number of assigned elements: 4

Class 2, Name of the class: ESTUDIOS Y NO CONOCEN DES Y FES
Number of assigned elements: 22

Class 3, Name of the class: NO ESTUDIOS Y CONOCEN DES Y FES
Number of assigned elements: 0

Class 4, Name of the class: NO ESTUDIOS Y NO CONOCEN DES Y FES
Number of assigned elements: 27

c. Relación entre la frecuencia de interrupciones y el tipo de sistemas de respaldo existentes en cada empresa, (preguntas 3 y 7).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios con interrupciones casi todos los días y que no tienen respaldo

Clase 2: Usuarios con interrupciones casi todos los días y que tienen respaldo

Clase 3: Usuarios con una interrupción por semana y que no tienen respaldo

Clase 4: Usuarios con una interrupción por semana y que tienen respaldo

Clase 5: Usuarios con una interrupción por mes y que no tienen respaldo

Clase 6: Usuarios con una interrupción por mes y que tienen respaldo

Clase 7: Usuarios con menos de una interrupción por mes y que no tienen
respaldo

Clase 8: Usuarios con menos de una interrupción por mes y que tienen respaldo

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 8 more classes:

Class 1, Name of the class: TODOS LOS DIAS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 0

Class 2, Name of the class: TODOS LOS DIAS Y BACK UP
Number of assigned elements: 1

Class 3, Name of the class: UNA POR SEMANA Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 3

Class 4, Name of the class: UNA POR SEMANA Y BACK UP
Number of assigned elements: 8

Class 5, Name of the class: UNA POR MES Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 7

Class 6, Name of the class: UNA POR MES Y BACK UP
Number of assigned elements: 8

Class 7, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 19

Class 8, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y BACK UP Number of assigned elements: 7
--

d. Relación existente entre la cuantificación de los costos y el conocimiento de los indicadores DES Y FES, (preguntas 4 y 6).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios que conocen los índices DES y FES y valoran costos debidos a interrupciones

Clase 2: Usuarios que conocen los índices DES y FES y no valoran costos debidos a interrupciones

Clase 3: Usuarios que no conocen los índices DES y FES y valoran costos debidos a interrupciones

Clase 4: Usuarios que no conocen los índices DES y FES y no valoran costos debidos a interrupciones

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 4 more classes:

Class 1, Name of the class: CONOCEN DES Y FES Y VALORAN COSTOS Number of assigned elements: 1
--

Class 2, Name of the class: CONOCEN DES Y FES Y NO VALORAN COSTOS Number of assigned elements: 3

Class 3, Name of the class: NO CONOCEN DES Y FES Y VALORAN COSTOS Number of assigned elements: 17
--

Class 4, Name of the class: NO CONOCEN DES Y FES Y NO VALORA COSTOS Number of assigned elements: 32
--

e. Relación entre la cuantificación de los costos y la frecuencia de las interrupciones, (preguntas 3 y 6).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios con interrupciones casi todos los días y que valoran costos debidos a interrupciones

Clase 2: Usuarios con interrupciones casi todos los días y que no valoran costos debidos a interrupciones

Clase 3: Usuarios con una interrupción por semana y que valoran costos debidos a interrupciones

Clase 4: Usuarios con una interrupción por semana y que no valoran costos debidos a interrupciones

Clase 5: Usuarios con una interrupción por mes y que valoran costos debidos a interrupciones

Clase 6: Usuarios con una interrupción por mes y que no valoran costos debidos a interrupciones

Clase 7: Usuarios con menos de una interrupción por mes y que valoran costos debidos a interrupciones

Clase 8: Usuarios con menos de una interrupción por mes y que no valoran costos debidos a interrupciones

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 8 more classes:

Class 1, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS Y VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 0

Class 2, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS Y NO VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 1

Class 3, Name of the class: UNA POR SEMANA Y VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 4

Class 4, Name of the class: UNA POR SEMANA Y NO VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 7

Class 5, Name of the class: UNA POR MES Y VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 5

Class 6, Name of the class: UNA POR MES Y NO VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 10

Class 7, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y VALORAN COSTOS
Number of assigned elements: 9

Class 8, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y NO VALORA COSTOS
Number of assigned elements: 17

f. Relación entre los problemas que más afectan a las empresas y la relación de estudios anteriores, (preguntas 1 y 2).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios que han realizado estudios y su mayor inconveniente son las interrupciones

Clase 2: Usuarios que han realizado estudios y su mayor inconveniente es la calidad de onda

Clase 3: Usuarios que han realizado estudios y no tienen inconvenientes

Clase 4: Usuarios que no han realizado estudios y su mayor inconveniente son las interrupciones

Clase 5: Usuarios que no han realizado estudios y su mayor inconveniente es la calidad de onda

Clase 6: Usuarios que no han realizado estudios y no tienen incovenientes

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 6 more classes:

Class 1, Name of the class: ESTUDIOS E INTERRUPCIONES
Number of assigned elements: 12

Class 2, Name of the class: ESTUDIOS Y CALIDAD DE ONDA
Number of assigned elements: 10

Class 3, Name of the class: ESTUDIOS Y NO TIENEN INCONVENIENTES
Number of assigned elements: 4

Class 4, Name of the class: NO ESTUDIOS E INTERRUPCIONES
Number of assigned elements: 18

Class 5, Name of the class: NO ESTUDIOS Y CALIDAD DE ONDA
Number of assigned elements: 9

Class 6, Name of the class: NO ESTUDIOS Y NO TIENEN INCOVENIENTES
Number of assigned elements: 0

g. Relación entre las compensaciones recibidas y la frecuencia de las interrupciones, (preguntas 3 y 5).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios con interrupciones casi todos los días y los compensan

Clase 2: Usuarios con interrupciones casi todos los días y no los compensan

Clase 3: Usuarios con interrupciones casi todos los días y no saben si los compensan

Clase 4: Usuarios con una interrupción por semana y los compensan

Clase 5: Usuarios con una interrupción por semana y no los compensan

Clase 6: Usuarios con una interrupción por semana y no saben si los compensan

Clase 7: Usuarios con una interrupción por mes y los compensan

Clase 8: Usuarios con una interrupción por mes y no los compensan

Clase 9: Usuarios con una interrupción por mes y no saben si los compensan

Clase 10: Usuarios con menos de una interrupción por mes y los compensan

Clase 11: Usuarios con menos de una interrupción por mes y no los compensan

Clase 12: Usuarios con menos de una interrupción por mes y no saben si los compensan

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 12 more classes:

Class 1, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS Y LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 0

Class 2, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS Y NO LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 1

Class 3, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS Y NO SABEN
Number of assigned elements: 0

Class 4, Name of the class: UNA POR SEMANA Y LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 1

Class 5, Name of the class: UNA POR SEMANA Y NO LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 8

Class 6, Name of the class: UNA POR SEMANA Y NO SABEN
Number of assigned elements: 2

Class 7, Name of the class: UNA POR MES Y LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 0

Class 8, Name of the class: UNA POR MES Y NO LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 14

Class 9, Name of the class: UNA POR MES Y NO SABEN
Number of assigned elements: 1

Class 10, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 2

Class 11, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y NO LOS COMPENSAN
Number of assigned elements: 19

Class 12, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES Y NO SABEN
Number of assigned elements: 5

Si se hace una comparación de los resultados obtenidos siguiendo la metodología LAMDA con los resultados del capítulo 4, obtenidos mediante el “software” SPSS, se observa que los dos son exactamente iguales, ya que el número de individuos en cada clase y para cada relación es el mismo. Las comparaciones pueden hacerse directamente excepto en la relación de las preguntas 6 y 7, y para la relación de las preguntas 3 y 7; esto es debido a que en la utilización del “software” SALSA se decidió agrupar a los encuestados teniendo en cuenta si tenían o no sistemas de respaldo, mientras que en el análisis con el SPSS se agruparon teniendo en cuenta si contaban o no con dichos sistemas, pero además que tipo de sistema era, de cualquier manera los resultados son idénticos.

Los análisis de los resultados para cada correlación, se puede ver durante el desarrollo del capítulo 4 de este proyecto de grado.

h. Relación entre la frecuencia de las interrupciones de las empresas que valoran o no los costos por interrupciones, y que tienen o no tienen sistemas de respaldo, (preguntas 3, 6 y 7).

Las clases predefinidas para esta relación son:

Clase 1: Usuarios con interrupciones casi todos los días, que valoran costos y no tienen respaldo.

Clase 2: Usuarios con interrupciones casi todos los días, que valoran costos y tienen respaldo.

Clase 3: Usuarios con interrupciones casi todos los días, que no valoran costos y

- no tienen respaldo.
- Clase 4: Usuarios con interrupciones casi todos los días, que no valoran costos y tienen respaldo.
- Clase 5: Usuarios con una interrupción por semana, que valoran costos y no tienen respaldo.
- Clase 6: Usuarios con una interrupción por semana, que valoran costos y tienen respaldo.
- Clase 7: Usuarios con una interrupción por semana, que no valoran costos y no tienen respaldo.
- Clase 8: Usuarios con una interrupción por semana, que no valoran costos y tienen respaldo.
- Clase 9: Usuarios con una interrupción por mes, que valoran costos y no tienen respaldo.
- Clase 10: Usuarios con una interrupción por mes, que valoran costos y tienen respaldo.
- Clase 11: Usuarios con una interrupción por mes, que no valoran costos y no tienen respaldo.
- Clase 12: Usuarios con una interrupción por mes, que no valoran costos y tienen respaldo.
- Clase 13: Usuarios con menos de una interrupción por mes, que valoran costos y no tienen respaldo.
- Clase 14: Usuarios con menos de una interrupción por mes, que valoran costos y tienen respaldo.
- Clase 15: Usuarios con menos de una interrupción por mes, que no valoran costos y no tienen respaldo.
- Clase 16: Usuarios con menos de una interrupción por mes, que no valoran costos y tienen respaldo.

El número de individuos asignados a cada clase fueron:

For beta = 1.0000000, we have the NIC and 16 more classes:

Class 1, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS, VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 0

Class 2, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS, VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 0

Class 3, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS, NO VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 0

Class 4, Name of the class: CASI TODOS LOS DIAS, NO VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 1

Class 5, Name of the class: UNA POR SEMANA, VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 2

Class 6, Name of the class: UNA POR SEMANA, VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 2

Class 7, Name of the class: UNA POR SEMANA, NO VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 1

Class 8, Name of the class: UNA POR SEMANA, NO VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 6

Class 9, Name of the class: UNA POR MES, VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 2

Class 10, Name of the class: UNA POR MES, VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 3

Class 11, Name of the class: UNA POR MES, NO VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 5

Class 12, Name of the class: UNA POR MES, NO VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 5

Class 13, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES, VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 4

Class 14, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES, VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 5

Class 15, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES, NO VALORAN COSTOS Y NO BACK UP
Number of assigned elements: 15

Class 16, Name of the class: MENOS DE UNA POR MES, NO VALORAN COSTOS Y BACK UP
Number of assigned elements: 2

De esta relación triple, se puede ver que el 24,53% de los encuestados experimentan menos de una interrupción por mes, no valoran los costos adicionales de una interrupción y no cuentan con sistemas de respaldo de la energía eléctrica. Se podría decir que las dos últimas variables son consecuencia de la primera, pues si no tienen demasiados problemas con la continuidad del suministro lo más probable es que no tengan en cuenta los costos que ellas les generan y tampoco cuenten con sistemas de respaldo.

Seis empresas manifestaron experimentar al menos una interrupción por semana, y aunque no valoran los costos adicionales, cuentan con sistemas de respaldo. Esta situación podría estar sustentada bajo el hecho de que aunque no valoran los costos, necesitan sistemas para mantener su abastecimiento de energía interrumpido ya que tienen una gran frecuencia de interrupciones en sus instalaciones (al menos una por semana).

Por otro lado, y contrario a lo que se esperaría, la única empresa que manifestó experimentar interrupciones del suministro casi todos los días, no cuenta con ningún sistema de respaldo y tampoco tiene en cuenta los costos que dichas interrupciones le generan.

EL 50% de las empresas que experimentan al menos una interrupción al mes y no valora los costos adicionales de ellas, no cuentan con sistemas de respaldo; mientras el restante 50% si tiene sistemas de respaldo. Esto reafirma algunas conclusiones hechas en el capítulo 4 acerca de que las empresas no tienen criterios para comparar el costos total de mantener y operar un sistema de

respaldo y el costo de la interrupción como tal, y por el contrario hacen inversiones de éste tipo sin tener razones de peso y sustentadas financieramente.

C.4 OBSERVACIONES GENERALES

Se desarrolló la caracterización de las respuestas obtenidas de una encuesta aplicada a los usuarios de la energía eléctrica del sector industrial manufacturero, grandes y medianos, utilizando la filosofía LAMDA (Logical Association in Multivariable Data Analysis) y a través del “software” TB36SALSA versión 03v2-1.

Algunas observaciones hechas durante el proceso de utilización por primera vez de esta metodología en la Universidad Industrial de Santander, son las siguientes:

- En principio se encontraron algunos inconvenientes con los archivos *.dat* para almacenar los datos al SALSA, y se vio la necesidad de crear un número considerable de archivos debido a la exigencia de igualdad en cantidad y tipo de descriptores en el contexto y la población. Por estas razones se puede decir de manera general que la forma de almacenar los datos no es muy práctica incluso, para una cantidad de datos considerable, podría resultar engorrosa.
- La visualización y el tratamiento de los resultados del “software” SALSA no es muy comprensible, y es necesario un análisis mas profundo de los datos para comprender dichos resultados y de esta forma llegar a los objetivos propuestos para estudio particulares.
- No obstante las dos observaciones anteriores, el algoritmo LAMDA es bastante poderoso en los temas relacionados con la caracterización de datos, además cuenta con ventajas tales como que puede trabajar con datos tanto cualitativos como cuantitativos, situación que permite al usuario desarrollar cálculos matemáticos o estadísticos que lleven a ideas significativas.
- Mientras que otras herramientas no lo permiten, por medio de LAMDA es posible desarrollar análisis entre cualquier número de variables (descriptores), situación que otorga grandes ventajas al analizar datos como los que se obtuvieron en éste proyecto de grado.
- Otra ventaja del algoritmo LAMDA es que permite al usuario escoger el tipo de aprendizaje a implementar (supervisado y no supervisado), esto permite predefinir los grupos (clases) en los que se quiere caracterizar los datos.
- El número de características que describen una clase (descriptor) no tiene límite, por lo cual los datos pueden ser caracterizados en diversas formas y con el número de descriptores que sean necesarios para cada una de las clases.

ANEXO D

PROGRAMA PARA LA SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL COSTO

Este cuestionario tiene como objetivo seleccionar los componentes del costo relevantes que serán tenidos en cuenta en la aplicación de la propuesta metodológica; consta de dos partes, la primera contiene preguntas que se responderán una sola vez, ya que involucran costos ligados a la naturaleza de la empresa y que van a estar presentes para cualquier interrupción. La segunda parte contiene preguntas que deben ser contestadas cada vez que la empresa decida valorar los costos debidos a una interrupción del suministro, ya que dependerán específicamente de consecuencias que se derivan del evento en sí.

Para hacer más interactiva la selección, fue diseñada una interfase en Visual Basic mediante la cual el usuario contesta ciertas preguntas que posteriormente serán relacionadas con los componentes del costo que debe analizar ver figura D1. Su instalación es automática generando una carpeta en el fólder de archivos de programa. Se crea un icono de acceso directo para acceder por medio del menú de inicio llamado “Costos”. Adicionalmente el programa requiere la instalación de los programas Acrobat Reader 5.0 y de Microsoft Excel, con el fin de visualizar algunos links anexos.

Una vez se accede al programa, aparece la pantalla inicial (ver figura D2), donde se presentan dos opciones: “Usuario Nuevo” y “Usuario Registrado”. Si es la primera vez que se utiliza el “software”, el usuario debe seleccionar la primera opción, y al dar clic en el botón continuar, se registra la empresa creando un archivo en Microsoft Access donde se almacenarán de forma permanente las respuestas a las primeras ocho preguntas; éste archivo servirá para la valoración de los costos por interrupciones futuras. Cuando el usuario es registrado, debe seleccionar del listado el nombre de su empresa, y en caso que desee eliminar el archivo creado, puede hacerlo mediante el botón “Eliminar”.

Figura D1. Registro de usuarios nuevos o apertura de archivos de usuarios registrados

The screenshot shows a software interface with a blue border. At the top, a text box contains the message: "ESTE PROGRAMA TE AYUDARA A SELECCIONAR LOS COMPONENTES DEL COSTO QUE DEBES TENER EN CUENTA PARA CUANTIFICAR EL COSTO DE UNA INTERRUPCION DEL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA". Below this, there are two radio button options: "Usuario Nuevo" (which is selected) and "Usuario Registrado". To the left of these options is a button labeled "Eliminar". To the right is a dropdown menu with "CEDSA SA" selected. Below the dropdown are two buttons: "Continuar" and "Salir". On the right side of the interface, there is a cartoon illustration of a factory with smokestacks and a large money bag with a dollar sign.

Una vez se crea el archivo de la empresa, aparece la pantalla con las primeras cinco preguntas (ver figura D2). Las respuestas dependerán estrictamente de la naturaleza de cada empresa y de los procesos que se lleven a cabo dentro de ella. Si el usuario ya es registrado, el “software” activa directamente la pantalla mostrada en la figura D5, debido a que las respuestas de las anteriores preguntas se encuentran almacenadas en el archivo previamente creado.

Figura D2. Ventana de las preguntas 1 a 5.

Usuario Nuevo

CEDSA SA

POR FAVOR RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

¿Tu empresa cuenta con sistemas de respaldo de generación de energía eléctrica en caso de que se presenten interrupciones del suministro?

☒ Si ☐ No

¿Después de una interrupción del suministro de energía eléctrica, los equipos y maquinas necesitan preparación y/o tiempos considerables para poder reiniciar la producción?

☐ Si ☒ No

¿Los productos terminados que fabrica tu empresa, necesitan condiciones especiales, dependientes de la energía eléctrica, para evitar que pierdan su valor?

☒ Si ☐ No

¿La materia prima utilizada en la empresa, necesita condiciones especiales de almacenamiento dependientes de la energía eléctrica?

☐ Si ☒ No

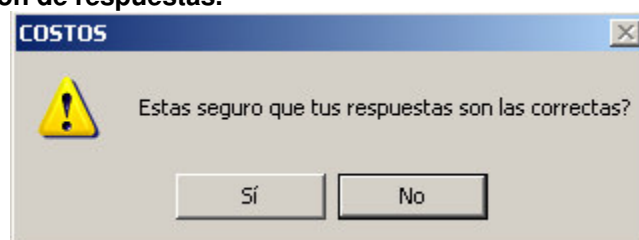
¿Durante los procesos de fabricación, ocurren situaciones que representen daños y/o pérdidas de los productos en proceso?

☒ Si ☐ No

Continuar

Después de dar clic en el botón “Continuar” de cualquiera de las ventanas de preguntas, se activa una ventana de mensaje (ver figura D3) donde se pregunta si esta seguro de las respuestas marcadas. En caso de hacer clic en la opción “No”, el usuario puede modificar las respuestas de la ventana donde se encuentre, si se escoge la opción “Si”, el programa continua con la siguiente pantalla.

Figura D3. Verificación de respuestas.



Si en alguna de las preguntas tercera, cuarta o quinta se respondió afirmativamente, el “software” activa la ventana con las preguntas 6, 7 y 8, mostrada en la figura D4 si las tres preguntas (3, 4 y 5) fueron contestadas negativamente se activará la ventana con la novena, décima y undécima pregunta, ésta ventana es mostrada en la figura D5.

Figura D4. Ventana de las preguntas 6, 7 y 8.

Presguntas

CEDSA SA

POR FAVOR RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

¿Tienes la posibilidad de realizar reprocesos de alguno de los inventarios que se pierden a causa de la interrupción?

☐ Si ☒ No

¿Tu empresa vende a terceros, inventarios desechados y/o maquinaria que se daña a causa de una interrupción?

☐ Si ☒ No

¿Es posible utilizar una porción de los inventarios que se dañan a causa de la interrupción (Sin necesidad de reprocesarlos) , para elaborar nuevos productos ?

☐ Si ☒ No

Continuar

La pantalla con las preguntas nueve, diez y once (ver figura D5) es activada siempre que se utilice el “software”, debido a que sus respuestas pueden variar de una interrupción a otra, para una misma empresa.

Figura D5. Ventana de preguntas 9, 10 y 11

Preguntas

CEDSA SA

POR FAVOR RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

¿Debido a la interrupción del suministro, alguna(s) de tus maquina(s) y/o equipo(s) resultaron averiados?

☒ Si ☐ No

¿Debido a la interrupción se van a reprogramar las actividades de la producción, que se dejo de elaborar durante el lapso de tiempo que no hubo energía, en jornadas laborales extra?

☐ Si ☒ No

¿Debido a la interrupción del suministro se presento algún daño en planta física, tal como techos averiados, daños en estructuras civiles como columnas, paredes, pisos, etc, u otro daño poco usual no contemplado en las preguntas anteriores?

☒ Si ☐ No

Informe

Una vez contestadas estas tres últimas preguntas (9, 10 y 11), el usuario puede dar clic en el botón “Informe”, activándose una ventana que contiene los componentes del costo que debe valorar para esa interrupción (ver figura D6). Cada componente activado tiene dos vínculos: “Ver” y “Formato #”. Con el primero se activan los archivos con extensión .pdf donde se puede observar en detalle la información necesaria para calcular el componente, así como la forma de cuantificarlo; el segundo vínculo abre el archivo con extensión .xls donde se encuentran todos los formatos necesarios para recopilar la información que será utilizada en la cuantificación de los componentes del costo.

Figura D6. Ventana del informe final.

Informe Final

CEDSA SA

INFORME DE COMPONENTES DEL COSTO A ANALIZAR
 Debes analizar los siguientes componentes del costo
 y llenar los formatos respectivos

Inicio **Salir**

Nivel I

La energía no consumida durante la interrupción	Ver	Formato 1
El descuento por compensación de los índices DES y FES	Ver	Formato 1
Los costos de depreciación del sistema de respaldo	Ver	Formato 2.1
Los costos de mantenimiento del sistema de respaldo	Ver	Formato 2.2
Los costos de operación del sistema de respaldo	Ver	Formato 2.2
Los costos por daños a planta física y otros daños	Ver	Formato 3

Nivel II

El personal inactivo de administración y/o de producción	Ver	Formato 4
Los daños a equipos y/o maquinaria	Ver	Formato 6

Nivel III

El costo de la producción no elaborada	Ver	Formato 8
El costo de los inventarios de producto terminado que se pierde por la interrupción	Ver	Formato 7
Los costos para reiniciar la producción	Ver	Formato 9.1-9.2-9.3
Los costos de reprocesos para recuperar el producto	Ver	Formato 10.1-10.2

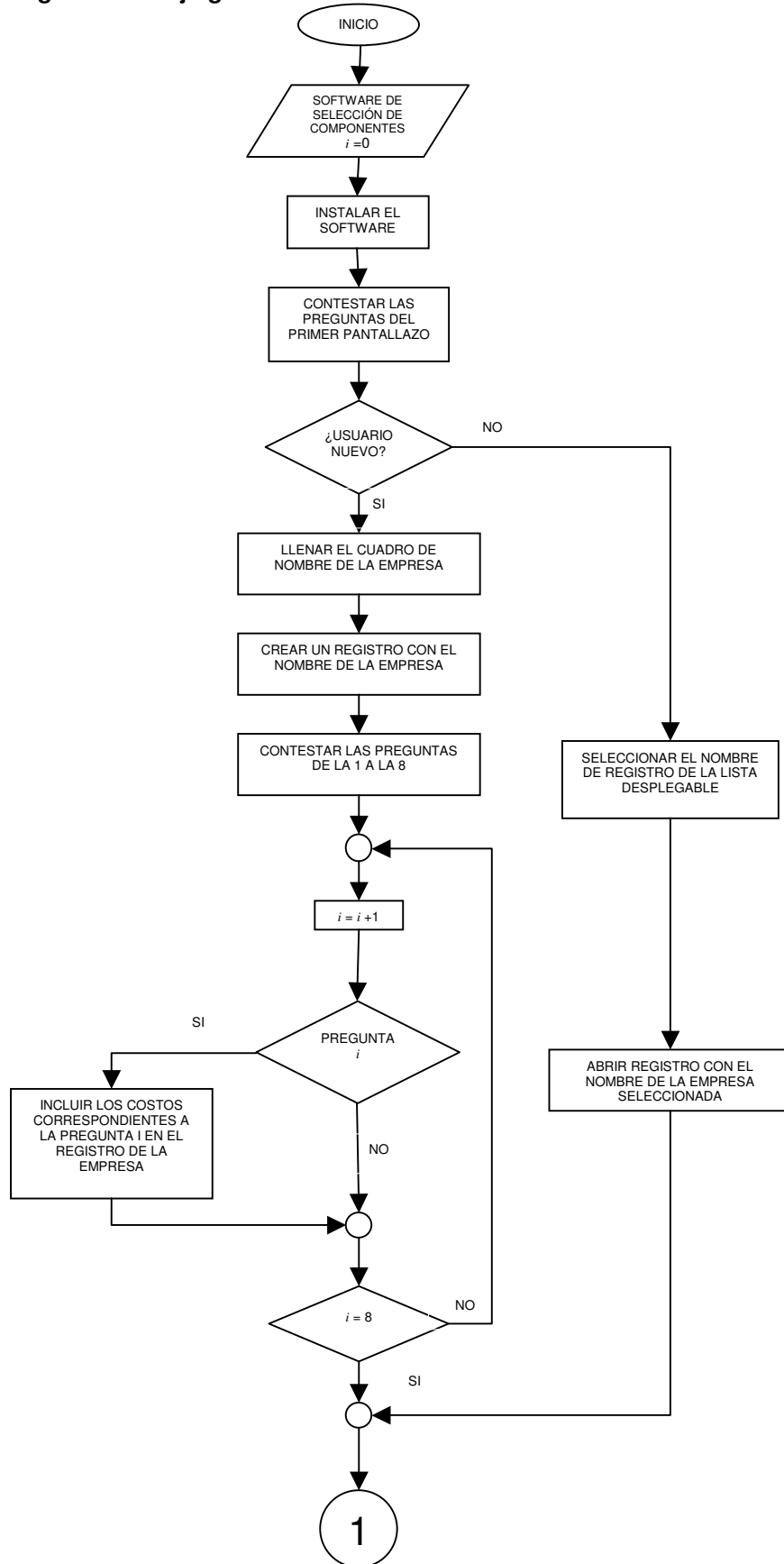
Nivel IV

El costo de los inventarios de materia prima que se pierde por la interrupción	Ver	Formato 12
El costo de los inventarios de producto en proceso que se pierde por la interrupción	Ver	Formato 13
Parte de los inventarios que se pueden reutilizar	Ver	Formato 14

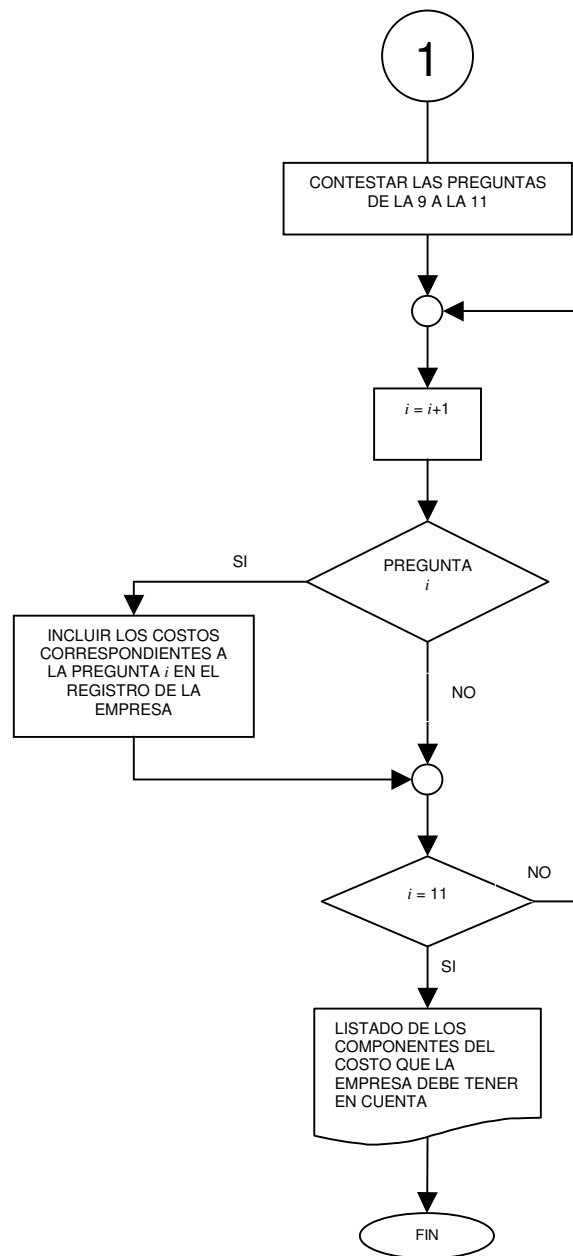
Finalmente esta ventana presenta dos botones “Inicio” y “Salir”. Dando clic en la primera opción el usuario puede iniciar nuevamente el programa; mediante la segunda opción simplemente se finaliza la ejecución del “software”.

A continuación en la figura D7 se muestra un diagrama de flujo general del software desarrollado.

Figura D7. Diagrama de flujo general del software.



Continuación de la figura D7. Diagrama de flujo general del software.



ANEXO E
FORMATOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

LOGO	EMPRESA			FORMATO 1	
DATOS GENERALES					
FECHA DE LA INTERRUPCIÓN EN ESTUDIO		PRECIO DEL kWh DURANTE EL PERÍODO DE LA INTERRUPCIÓN (\$)			
DD _ MM _ AA _		_____			
HORARIO DE INICIO DE LA INTERRUPCIÓN					
DURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN (h)					
DURACIÓN PROMEDIO DE LAS INTERRUPCIONES DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES (h)					
FRECUENCIA PROMEDIO DE LAS INTERRUPCIONES DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES (Unid)					
FRECUENCIA EQUIVALENTE DE LAS INTERRUPCIONES DEL ÚLTIMO TRIMESTRE (Unid)					
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO [Kw]				0,00	
HORAS/MES LABORALES EN LA EMPRESA					
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO POR HORA [kW/h]				#¡DIV/0!	
NÚMERO DE EMPLEADOS INACTIVOS POR EL CORTE (Unid)				0	
PRESTACIONES SOCIALES (%)					
JORNADAS LABORALES			VALOR DE COMPENSACIÓN DEL ÚLTIMO TRIMESTRE [\$]		
CONSUMO MENSUAL DE kW DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES					
MES	AÑO	CONSUMO	MES	AÑO	CONSUMO
ENERO			JULIO		
FEBRERO			AGOSTO		
MARZO			SEPTIEMBRE		
ABRIL			OCTUBRE		
MAYO			NOVIEMBRE		
JUNIO			DICIEMBRE		
CONSUMO TOTAL [kW]					0,00
ENERGÍA NO CONSUMIDA Y COMPENSACIONES					
TOTAL ENERGÍA NO CONSUMIDA [\$]					#¡DIV/0!
TOTAL COMPENSACIONES POR INTERRUPCIÓN [\$]					#¡DIV/0!

LOGO		EMPRESA					FORMATO 2.1		
SISTEMAS DE RESPALDO									
DEPRECIACIÓN Y OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RESPALDO									
CANTIDAD DE SISTEMAS									
DEPRECIACION			OPERACIÓN						
NÚMERO DEL SISTEMA	TIPO DE SISTEMA	VALOR DE DEPRECIACIÓN PARA EL AÑO EN CURSO [\$]	CARGA QUE ALIMENTA [kW]	COMPONENTE PARA OPERAR EL SISTEMA	UNIDAD	VR UNITARIO [\$]	CANTIDAD [Unid]	VR TOTAL DE INSUMOS [\$]	VR TOTAL [\$]
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
									0,00
TOTAL DEPRECIACIÓN ANUAL [\$]		0,00				TOTAL OPERACIÓN POR INTERRUPCIÓN [\$]			0,00
TOTAL DEPRECIACIÓN POR INTERRUPCIÓN [\$]		#¡REF!							

[illegible]

LOGO		EMPRESA					FORMATO 6
REGISTRO DE DAÑOS A EQUIPO Y MAQUINARIA							
LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINAS AVERIADAS Y/O DAÑADAS	AREA	VR MANO DE OBRA REPARACIONES [\$]	NOMBRE DEL REPUESTO O TIPO DE REPARACIÓN	CANTIDAD DE REPUESTOS	VR UNITARIO [\$]	VR EQUIPO O MAQUINARIA NUEVA [\$]	VR TOTAL [\$]
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
							VALOR CUALITATIVO
						TOTAL [\$]	0,00

LOGO	EMPRESA			FORMATO 7	
COSTO DE LOS INVENTARIOS DE PRODUCTO TERMINADO QUE SE PIERDE					
PROCESO	NOMBRE DEL PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO DE VENTA [\$]	CANTIDAD	VR TOTAL [\$]
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
				TOTAL [\$]	0,00

[illegible]

LOGO		EMPRESA										FORMATO 9.1				
REINICIO DE LA PRODUCCION																
COSTO DE LA MANO DE OBRA																
PROCESO	SALARIO MENSUAL [S]	HORAS/MES LABORALES	TIEMPOS DE RECUPERACION								VR MANO DE OBRA [S]	RECARGOS [S]	AUXILIOS [S]	CANTIDAD DE EMPLEADOS	VR TOTAL [S]	
			TIEMPO TOTAL [H]	DIURNA [H]	LABORAL NOCTURNA [H]	DOMINICAL DIURNA [H]	DOMINICAL NOCTURNA [H]	EXTRA DIURNA [H]	EXTRA NOCTURNA [H]	EXTRA DOMINICAL DIURNA [H]						EXTRA DOMINICAL NOCTURNA [H]
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												TOTAL MANO DE OBRA [S]		0.00		

LOGO			EMPRESA										FORMATO 10.1			
COSTO DE REPROCESOS																
MANO DE OBRA																
NÚMERO DE EMPLEADOS NECESARIOS PARA RECUPERAR PRODUCCIÓN																
REPROCESO	SALARIO MENSUAL [\$]	HORAS/MES LABORALES	TIEMPOS DE RECUPERACIÓN									Vr MANO DE OBRA [\$]	RECARGOS [\$]	AUXILIOS [\$]	CANTIDAD DE EMPLEADOS	VR TOTAL [\$]
			TIEMPO TOTAL [h]	DIURNA [h]	LABORAL NOCTURNA [h]	DOMINICAL DIURNA [h]	DOMINICAL NOCTURNA [h]	EXTRA DIURNA [h]	EXTRA NOCTURNA [h]	EXTRA DOMINICAL DIURNA [h]	EXTRA DOMINICAL NOCTURNA [h]					
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
												NO APLICA	NO APLICA			NO APLICA
													TOTAL MANO DE OBRA [\$]			0,00

LOGO				EMPRESA				FORMATO 13		
INVENTARIOS DE PRODUCTO EN PROCESO QUE SE PIERDEN										
PROCESO	CENTRO DE TRABAJO	PRODUCTO EN PROCESO	UNIDAD	TIEMPO ACUMULADO DE OPERACIÓN DEL PRODUCTO [min]	TIEMPO TOTAL DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO [min]	COSTO DEL PRODUCTO TERMINADO [\$]	PORCENTAJE DEL PRODUCTO EN PROCESO RESPECTO AL PRODUCTO TERMINADO	COSTO UNITARIO [\$]	CANTIDAD DE UNIDADES PERDIDAS	VR TOTAL [\$]
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00

LOGO			EMPRESA					FORMATO 14		
REGISTRO DE PRODUCTOS QUE SE PUEDEN REUTILIZAR										
PROCESO	CENTRO DE TRABAJO	PRODUCTO EN PROCESO	UNIDAD	TIEMPO ACUMULADO DE OPERACIÓN DEL PRODUCTO EN PROCESO [min]	TIEMPO TOTAL DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO [min]	COSTO DEL PRODUCTO TERMINADO [\$]	PORCENTAJE DE LA PARTE A REUTILIZAR DEL PRODUCTO EN PROCESO RESPECTO AL PRODUCTO TERMINADO	COSTO UNITARIO [\$]	CANTIDAD DE UNIDADES REUTILIZABLES	VR TOTAL [\$]
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
								0,00		0,00
</										

ANEXO F

INDICADORES DES Y FES

Indicadores DES y FES para las empresas Cables Eléctricos de Santander SA - CEDSA SA, y Organización Industrial SA – OISA

La tabla F1 muestra los indicadores DES y FES para CEDSA SA, suministrados por la empresa Electrificadora de Santander – ESSA SA ESP.

Tabla F1. Indicadores DES y FES para CEDSA S.A.

TRIMESTRE	Indicador DES Trimestre	Indicador FES Trimestre
1 trim 2003	1,00	9
2 trim 2003	3,15	10
3 trim 2003	0,65	4
4 trim 2003	0,77	2
1 trim 2004	2,75	1

La tabla F2 muestra los indicadores DES y FES, suministrados por la empresa CONENERGÍA, para la empresa OISA.

Tabla F2. Indicadores DES y FES para CEDSA S.A.

TRIMESTRE	Indicador DES Trimestre	Indicador FES Trimestre
1 trim 2003	1,6	8
2 trim 2003	1,23	11
3 trim 2003	0,52	3
4 trim 2003	1,1	3

ANEXO G

MANUAL DIDÁCTICO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA VALORACIÓN DE COSTOS DEBIDOS A UNA INADECUADA CONTINUIDAD DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

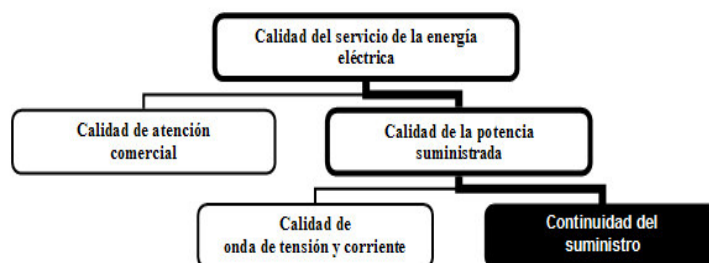
En este manual podrás ver una guía de fácil aplicación de la metodología, para que la cuantificación de costos por interrupciones del suministro del servicio de la energía eléctrica, sea más fácil de realizar.

En primer lugar es necesario que tomes conciencia de la importancia, tanto económica como laboral, que pueden llegar a tener las interrupciones del suministro de la energía eléctrica. Por este motivo, llevar un registro de su ocurrencia es muy importante para tener control de las mismas e igualmente comparar los registros que aparecen mensualmente en tu factura de energía.

Un formato útil podría ser aquel que contenga, fecha, hora y duración de la interrupción.

CONCEPTOS BÁSICOS

Para entender más fácilmente los conceptos básicos de la calidad del servicio de la energía eléctrica te presentamos el siguiente diagrama.



La calidad del servicio de la energía eléctrica es un tema ampliamente estudiado a nivel mundial debido a los numerosos y diferentes impactos que los fenómenos relacionados con este tema causan, tanto a los usuarios del servicio como a las empresas prestadoras del mismo, ya sea en sus negocios, en la vida cotidiana, en los equipos, etc. Esta calidad se divide en dos tópicos fundamentales que son: La atención comercial y la calidad de la potencia suministrada.

La atención comercial se refiere a la relación usuario - electrificadora, y al servicio que éstas últimas deben prestarte atendiendo con prontitud a solicitudes de conexiones y reconexiones, a quejas y reclamos, manteniendo transparencia en las tarifas, entre otros.

La calidad de la potencia suministrada presenta una subdivisión que comprende dos grandes ramas: La calidad de las ondas de tensión y de corriente, que involucra aspectos técnicos, conocidos como fenómenos de calidad, dentro de los cuales se encuentran: armónicos, fluctuaciones de tensión, huecos, transitorios, desbalances de tensión; y por otro lado, la continuidad del suministro se refiere a la presencia, o no, de la tensión en los puntos donde conectas todos tus equipos, máquinas, etc.

Los impactos que se presenten debido a esta ausencia de la onda de tensión es lo que se cuantificará mediante la aplicación de este manual, todo esto, complementado y sustentado bajo la reglamentación existente en nuestro país en materia de calidad del servicio de la energía eléctrica.

De dicha reglamentación surgen los dos indicadores de continuidad del suministro llamados DES y FES, los cuales miden la duración y la frecuencia mensual de las interrupciones respectivamente. Más adelante, cuando hablemos de las compensaciones podrás ver que estos dos índices se acumulan trimestralmente, y aclararás cualquier duda al respecto.

LA APLICACIÓN

Ya entrando en materia de la metodología el primer paso que debes realizar en tu empresa es seleccionar los componentes del costo que debes tener en cuenta para el análisis. Bien es sabido que no todas las empresas tienen las mismas reacciones cuando se presente una interrupción, por ejemplo, una empresa que cuente con un sistema de respaldo de la energía eléctrica, posiblemente no tendrá pérdidas en sus inventarios pero por el contrario esa empresa tendrá que incluir los costos de mantener y operar dicho sistema; en el caso de las empresas de alimentos, las cuales necesitan ciertas condiciones de temperatura para conservar las propiedades de sus productos, cuando ocurre una interrupción, las pérdidas de inventarios de productos podrían ser considerables.

A continuación puedes ver el listado de todos los componentes que hacen parte del costo total de una interrupción del suministro para las industrias que realizan algún tipo de transformación de materia prima a producto terminado.

- Los costos de mantenimiento del sistema de respaldo.
- Los costos de depreciación del sistema de respaldo.
- Los costos de operación del sistema de respaldo.
- Los costos por daños a planta física y otros daños.
- El valor de la energía no consumida durante la interrupción.
- El descuento en la factura por compensación debido al incumplimiento en los indicadores DES y FES.
- El costo del personal inactivo.
- Los costos en horas extra para recuperar la producción.
- Los costos por daños a equipos y maquinaria.
- El costo de los inventarios de la materia prima que se pierde por la interrupción.
- El costo de los inventarios de los productos en proceso que se pierden por la interrupción.
- El costo de los inventarios de productos terminados que se pierden por la interrupción.
- El costo de la producción no elaborada (costo de oportunidad).
- Los costos para reiniciar la producción.
- Los costos de reprocesos para recuperar el producto.
- El valor de las partes de los inventarios que se pueden reutilizar.
- La venta a terceros de inventarios y/o productos que quedan inutilizables.

Algunos de estos componentes del costo debes analizarlos cada vez que ocurra una interrupción en tu empresa, tales como el valor de la energía no consumida, el costo del personal inactivo, los descuentos por compensaciones y la producción que se deja de elaborar. Algunos otros componentes, puedes tenerlos, o no, en cuenta dependiendo del perfil de tu empresa, tales como los costos que implica contar con sistemas de respaldo, el costo de reiniciar la producción en el caso que necesites tiempo y esfuerzos considerables para hacerlo, el costos de los inventarios que se pierden por la interrupción. Pero igualmente existen componentes que aplican o no dependiendo de la duración de la interrupción en sí.

Para ayudarte a seleccionar los componentes, hemos diseñado un programa en computador en el cual respondes una serie de preguntas relacionadas con los efectos de las interrupciones en tu empresa, y al final podrás ver que componentes han sido seleccionados, así como la forma de

cuantificarlos. Este programa te ayudará a que la selección de los componentes sea fácil y agradable.

Una vez hayas seleccionado los componentes del costo que debes analizar, el siguiente paso es definir que departamentos de tu empresa están ubicados en el área de producción y cuales en el área administrativa.

AREA	DEPARTAMENTOS O PROCESOS
ADMINISTRACIÓN	Contabilidad (Facturación y cartera)
	Ventas (Mercadeo y publicidad y ventas)
	Compras
	Servicio al cliente
	Dirección
PRODUCCIÓN	Procesos productivos
	Control de calidad
	Almacenamiento
	Preparación de pedidos, despachos y transporte
	Mantenimiento
	Manejo de Inventarios (Materia prima, producto en proceso y producto terminado)

Ya obtenidos los resultados de la selección de los componentes, y dividida la empresa en las dos áreas, procederás a cuantificar dichos costos. Debes tener en cuenta que esta metodología necesita ser aplicada cada vez que se presente una interrupción del suministro de la energía, sin embargo cada vez que lo hagas, el tiempo para la recolección de la información será mucho menor.

Para la cuantificación de los componentes del costo hemos diseñado formatos en Microsoft Excel que te permitirán recolectar la información de una manera sistemática permitiéndote obtener los valores de cada componente por separado, el costo agrupado por áreas, y/o el costo total de la interrupción. El primer formato que debes llenar, independientemente de los componentes que hayas seleccionado es el número 1, ya que este recopilará información básica de tu empresa y de la interrupción. Además, alguna de la información allí consignada, será utilizada en otros formatos para calcular el valor de otros componentes.

En las páginas siguientes se presentará un ejemplo didáctico para cada uno de los componentes del costo.

1. En el encabezado de los formatos puedes incluir el logo y la razón social de tu empresa. Ten presente que la clave para desproteger los formatos de Excel es [123](#).

2. Esta parte del formato contiene información de la interrupción en estudio. El valor del kWh viene discriminado en tu factura de energía, si por algún motivo no está allí, puedes solicitarlo a la empresa que te comercializa la energía eléctrica. La frecuencia equivalente de las interrupciones del último trimestre, es el índice FES que de igual manera aparece en la factura de energía.

3. La información aquí consignada hace referencia exclusivamente a la naturaleza y la actividad de tu empresa, sin embargo, más adelante cuando tratemos el costo del personal inactivo, ampliaremos lo referente a este tema.

Si el operador de red ha sobrepasado uno de los dos índices DES y FES, te debe compensar, este valor aparecerá en tu factura al igual que los consumos mensuales de kW, es por esto que el valor de la compensación no necesariamente debe aparecer en la factura de energía de tu empresa ya que en caso de que no se hayan sobrepasado dichos límites, no aparecerá ninguna compensación.

LOGO		EMPRESA		FORMATO 1	
DATOS GENERALES					
FECHA DE LA INTERRUPCIÓN EN ESTUDIO		PRECIO DEL KWH DURANTE EL PERIODO DE LA INTERRUPCIÓN (\$)		ω	
DD MM AA					
HORARIO DE INICIO DE LA INTERRUPCIÓN					
DURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN (h)					
DURACIÓN PROMEDIO DE LAS INTERRUPCIONES DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES (h)					
FRECUENCIA PROMEDIO DE LAS INTERRUPCIONES DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES (Unid)					
FRECUENCIA EQUIVALENTE DE LAS INTERRUPCIONES DEL ÚLTIMO TRIMESTRE (Unid)					
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (kW)				0,00	
HORAS/MES LABORALES EN LA EMPRESA					
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO POR HORA (kW/h)				#DIV/0!	
NÚMERO DE EMPLEADOS INACTIVOS POR EL CORTE (Unid)				0	
PRESTACIONES SOCIALES (%)					
JORNADAS LABORALES				VALOR DE COMPENSACIÓN DEL ÚLTIMO TRIMESTRE (\$)	
CONSUMO MENSUAL DE KWH DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES					
MES	AÑO	CONSUMO	MES	AÑO	CONSUMO
ENERO			JULIO		
FEBRERO			AGOSTO		
MARZO			SEPTIEMBRE		
ABRIL			OCTUBRE		
MAYO			NOVIEMBRE		
JUNIO			DICIEMBRE		
CONSUMO TOTAL (kW)					0,00
ENERGÍA NO CONSUMIDA Y COMPENSACIONES					
TOTAL ENERGÍA NO CONSUMIDA (\$)					#DIV/0!
TOTAL COMPENSACIONES POR INTERRUPCIÓN (\$)					#DIV/0!

Los componentes que se presentan a continuación, deben ser analizados sólo si éstos aparecen en tu listado de componentes seleccionados.

Para cada uno formularemos un supuesto con una empresa ficticia.

AHORROS Y COMPENSACIONES

Cuando se presenta una interrupción del suministro de la energía eléctrica, toda empresa deja de consumir energía durante el periodo de tiempo que dure la interrupción, sin embargo, muchas veces puedes pasar por alto este aspecto.

Los datos necesarios para calcular este componente son:

- Últimas doce facturas de la energía eléctrica.
- Número de horas laborales mensuales.
- Tiempo de duración de la interrupción.

Mediante los formatos de Excel, puedes obtener el consumo promedio por hora basado en los consumos de energía publicados en los últimos doce recibos de la energía. Este dato es

presentado como una casilla en el formato 1 de Excel a partir de la introducción de los datos anteriormente mencionados.

PERSONAL INACTIVO

El formato de personal inactivo, utiliza varios datos previamente recolectados en el formato de información general (pag 4) tales como el porcentaje de prestaciones sociales.

LOGO		EMPRESA				FORMATO 4		
PERSONAL INACTIVO								
AREA	PROCESOS	SUELDO	AUXILIO DE TRANSPORTE	PRIMAS ESPECIALES	SALARIO MENSUAL (\$)	HORAS/MES LABORALES	CANTIDAD DE EMPLEADOS	VR. TOTAL (\$)
					0.00			#DM/0
					0.00			#DM/0
					0.00			#DM/0
					0.00			#DM/0
					0.00			#DM/0
					TOTAL PERSONAL INACTIVO (\$)		0	#DM/0

En cada área se desarrollan diferentes procesos, por tal motivo debes analizarlos uno a uno para tener en cuenta todos los empleados.

Inicialmente debes escoger el área con la cual trabajarás primero, en este ejemplo utilizaremos primero el área administrativa y luego el área de producción.

Debes tener en cuenta para este costo todas aquellas personas que no realicen funciones inherentes al cargo durante el periodo de la interrupción.

Supongamos que en el área de contabilidad trabajan 2 personas, en el momento de ocurrir la interrupción, las dos estaban utilizando computadores, pero más adelante una de ellas (Pedro) debía archivar documentos, mientras que la otra (María) debería seguir trabajando en computador. Si Pedro simplemente realizó un cambio de horario, y durante la interrupción del suministro archivó documentos pendientes y una vez reestablecido el suministro regresó al uso del computador en el horario donde debería estar archivando, NO lo debes considerar como inactivo, ya que solo realizó un intercambio de horarios. Si María le ayudó a Pedro en el archivo, a ella si la debes considerar como INACTIVA ya que dentro de sus labores no estaba archivar documentos.

En el área de producción puede ocurrir algo similar. Un empleado (Diego) que opera una máquina se ve obligado a suspender sus labores a causa de la interrupción, entonces recurre a realizar labores de aseo, a su puesto de trabajo, que generalmente realizaría al finalizar la jornada; si Diego reanuda sus labores una vez reestablecido el suministro de la energía eléctrica y al finalizar la jornada debe volver a asear su puesto de trabajo, debes considerarlo INACTIVO durante la interrupción. En el caso de que la jornada termine y el servicio de energía no haya sido reestablecido, solo se deberá considerar INACTIVO el tiempo desde que Diego terminó de asear el puesto de trabajo, hasta el momento de culminar su jornada laboral.

Cabe anotar aquí que el hecho de que un empleado esté realizando alguna actividad durante la interrupción no es garantía de que este agregando valor a la empresa, por lo tanto, si no está realizando labores que sean inherentes a su cargo debes considerarlo dentro de este componente del costo, debido a que si no se hubiera presentado la interrupción esta persona no hubiera realizado estas labores.

Los ítems de sueldo, auxilio de transporte, primas especiales y horas laborales deben ser recolectados de la nómina del mes en el cual ocurrió la interrupción.

LA PRODUCCIÓN NO ELABORADA

Generalmente éste es uno de los principales problemas que podrías tener con las interrupciones del suministro de la energía eléctrica, especialmente si tu empresa desarrolla procesos productivos continuos y no tienes la posibilidad de recuperar la producción reprogramando las actividades.

Este costo representa la utilidad de aquellos productos que no fueron elaborados durante la interrupción. Es importante que tengas en cuenta que si puedes realizar en horas extra un porcentaje de los productos no elaborados, la utilidad que ellos te representan no debe ser incluida en el costo de la producción no elaborada; sin embargo, debes incluir los costos extra que implican laborar en estos horarios (recargos en los salarios, insumos industriales extra, etc.).

Para este costo es necesario tener en cuenta las áreas y los procesos afectados por la suspensión del suministro.

Los productos no elaborados en determinado proceso pueden ser partes de un producto final, por tal motivo se trabajará con porcentajes de utilidad. Si por ejemplo, en el momento de la interrupción del suministro en una empresa de confecciones, el departamento de corte está produciendo las mangas de una camisa, en ensamble están pegando los botones a una chaqueta y en acabados están etiquetando un vestido, y las labores se paralizan, quiere decir que una parte de la producción no se podrá elaborar.

Para efectos de la cuantificación de los costos de esta propuesta, partiremos del supuesto de que cada minuto de trabajo aporta el mismo valor agregado que el anterior y el siguiente minuto. Por lo tanto, debes pensar en tomar el tiempo de elaboración que lleva cada prenda y dividirlo en el tiempo total de elaboración del producto terminado para multiplicar éste último por la utilidad final y prorratear el valor agregado de cada proceso.

Veamos a continuación un ejemplo de esto.

PROCESO	PROCESO DE CORTE	PROCESO DE ENSAMBLE	PROCESO DE ACABADO
PRODUCTO ELABORADO EN EL MOMENTO DE LA INTERRUPCION	MANGA PARA CAMISA 05004	CHAQUETA 05005	VESTIDO DAMA LICRADO 05006
ACTIVIDAD	CORTES DE MANGAS POR HORA [Unid/hr]	PEGADO DE BOTONES POR HORA [Unid/hr]	POSTURA DE ETIQUETAS POR HORA [Unid/hr]
TIEMPOS	TIEMPO DESDE EL INICIO DE LA ELABORACION DE LA CAMISA HASTA EL MOMENTO DEL CORTE	TIEMPO DESDE EL INICIO DE LA ELABORACION DE LA CHAQUETA MOMENTO DEL CORTE	TIEMPO DESDE EL INICIO DE LA ELABORACION DEL VESTIDO HASTA EL MOMENTO DEL CORTE
	TIEMPO TOTAL DE FABRICACIÓN DE LA CAMISA [min]	TIEMPO TOTAL DE FABRICACIÓN DE LA CHAQUETA [min]	TIEMPO TOTAL DE FABRICACIÓN DEL VESTIDO [min]
UTILIDAD TOTAL	UTILIDAD DE LA CAMISA TERMINADA [\$]	UTILIDAD DE LA CHAQUETA TERMINADA [\$]	UTILIDAD DEL VESTIDO TERMINADO [\$]
% DE ELABORACION	PORCENTAJE DEL CORTE DE MANGA RESPECTO A LA CAMISA	PORCENTAJE DE LA PEGADA DE BOTONES RESPECTO A LA CHAQUETA	PORCENTAJE DE LA POSTURA DE ETIQUETA RESPECTO AL VESTIDO
UTILIDAD PARCIAL	UTILIDAD O VR AGREGADO UNITARIO [\$]	UTILIDAD O VR AGREGADO UNITARIO [\$]	UTILIDAD O VR AGREGADO UNITARIO [\$]
UNIDADES NO ELABORADAS	CANTIDAD DE MANGAS NO CORTADAS	CANTIDAD DE CHAQUETAS SIN BOTONES	CANTIDAD DE VESTIDOS SIN ETIQUETAS
	VR TOTAL [\$]	VR TOTAL [\$]	VR TOTAL [\$]

REINICIO DE LA PRODUCCIÓN

El costo de reinicio de la producción comprende las actividades necesarias para que “sitúes” nuevamente los procesos de producción en el punto donde se encontraban antes de la ocurrencia de la interrupción. Este componente implica aspectos tales como:

- El consumo de energía de la maquinaria, dado por el insumo necesario para su operación.
- El personal inactivo durante el período de tiempo comprendido entre el reestablecimiento del suministro de la energía eléctrica y la puesta a punto del equipo, calculado de la misma manera que el personal inactivo durante la interrupción.
- Los insumos industriales extra que se lleguen a requerir para recobrar la producción y que no hubiesen sido necesarios si no se hubiera presentado la interrupción del suministro de la energía eléctrica.
- La utilidad no recibida por aquellos productos que no se pueden elaborar durante el periodo de tiempo del reinicio (una vez reestablecido el suministro). Esta utilidad será calculada de la misma manera que se calcula el componente de *PRODUCCIÓN NO ELABORADA* (página 6).

El reinicio de la producción puede presentarse en diferentes escenarios:

- Inicio y término durante la interrupción: para aquellas empresas que no necesitan de la energía eléctrica para el reinicio de sus procesos. En este caso no debes tener en cuenta el costo de la mano de obra, la utilidad de los productos no elaborados ni el consumo de energía en este componente para la cuantificación, pero sí los insumos necesarios para el reinicio.
- Inicio durante la interrupción y término cuando se ha restaurado el suministro. Este es el caso de aquellas empresas que tienen un reinicio que dura más que la interrupción, o de aquellas que necesitan de la energía eléctrica para finalizar el reinicio. En este caso, solo debes incluir aquel tiempo (horas-hombre) utilizado una vez reestablecido el suministro, la utilidad de los productos no elaborados durante ese lapso de tiempo y la energía que se utilice en el mismo.
- Inicio de las labores del reinicio una vez se haya reestablecido completamente el suministro. En este caso, debes tener en cuenta la totalidad del tiempo necesario para desarrollar las labores del reinicio para la cuantificación de todos los aspectos de este componente.

LOGO	EMPRESA				FORMATO 92
REINICIO DE LA PRODUCCION					
COSTO DE LOS INSUMOS INDUSTRIALES PARA LA MAQUINARIA					
MAQUINARIA	NOMBRE DEL INSUMO	UNIDAD	VR UNITARIO [R]	CANTIDAD	VR TOTAL [R]
					0.0
					0.0
					0.0
					0.0
					0.0
					0.0
					0.0
					0.0
			TOTAL INSUMOS [R]		0.0

[illegible]

[illegible]

INVENTARIOS QUE SE PIERDEN

Si en tu empresa los inventarios se ven afectados de alguna manera por una interrupción del suministro de la energía eléctrica debes analizar este componente.

Este es el típico caso de aquellas empresas donde sus inventarios deben estar bajo ciertas especificaciones de temperatura para la conservación de sus propiedades y por ende su integridad. Las empresas de alimentos son muy propensas a experimentar este tipo de situaciones, las plantas de sacrificio de animales como avícolas y frigoríficos también deben tener en cuenta este componente.

LOGO	EMPRESA		FORMATO 7		
COSTO DE LOS INVENTARIOS DE PRODUCTO TERMINADO QUE SE PIERDE					
PROCESO	NOMBRE DEL PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO DE VENTA (\$)	CANTIDAD	VR TOTAL (\$)
					0.00
					0.00
					0.00
					0.00
					0.00
				TOTAL (\$)	0.00

En el caso del PRODUCTO TERMINADO, ejemplos de algunas empresas son: fabricación de helados, hielos y en general los productos congelados, o al contrario que necesitan de altas temperaturas para conservar sus propiedades.

La forma de calcular los costos es sencilla, simplemente al perder este tipo de inventarios, el producto pierde todo el valor agregado, la materia prima y los demás costos involucrados en su elaboración, por tal motivo, debes utilizar como base fundamental el precio de venta del producto.

Con la MATERIA PRIMA la forma de calcular los costos es, al igual que los productos terminados, bastante simple ya que al perder este tipo de inventarios, como aún no les has agregado valor, el monto perdido es la suma de dinero que pagaste por los materiales, por lo tanto para la perdida de materia prima debes utilizar como base el valor de adquisición de ésta.

LOGO	EMPRESA					FORMATO 12
INVENTARIOS DE MATERIA PRIMA QUE SE PIERDEN						
PROCESO	CENTRO DE TRABAJO	MATERIA PRIMA	UNIDAD	VR UNITARIO (\$)	CANTIDAD DE UNIDADES PERDIDA	VR TOTAL (\$)
						0.00
						0.00
						0.00
						0.00
					TOTAL (\$)	0.00

Para los PRODUCTOS EN PROCESO debes analizar otros factores en el momento de cuantificar. Un caso típico son aquellas empresas que poseen procesos de extrusión, inyección y/o fundición, en donde los productos que estén siendo procesados al momento de la interrupción se vean afectados de manera irreparable. Una base de cuantificación podría ser materia prima, pero a esta ya se le ha agregado cierto porcentaje de valor, de igual forma no podemos cargar todo el valor al referir el costo del producto terminado porque aún no se le ha agregado el valor total. Es por esto que se hace una ponderación partiendo del hecho de que cada minuto de proceso agrega el mismo valor al producto. Se tiene en cuenta el tiempo total del producto terminado del cual hace parte nuestro producto en proceso con su respectivo precio de venta y se cuenta también el tiempo acumulado de producción desde la iniciación del procesamiento de la materia prima hasta el proceso que se vio interrumpida la producción, de esta manera una vez recopilada la información en el formato 13, éste pondera el valor perdido por estos inventarios.

REPROCESOS

Los reprocesos se presentan en aquellos casos en los que, aunque se hayan perdido inventarios (producto terminado, materia prima o producto en proceso), es posible recuperar una porción de éstos mediante un proceso especial, pero ello implica costos adicionales para poder volver a utilizar estos productos en el proceso.

El componente de los reprocesos comprende dos aspectos:

- La mano de obra necesaria para llevar a cabo el reproceso.
- Los insumos necesarios para el reproceso.

Para la mano de obra, debes incluir sólo el personal que realiza los reprocesos, y ésta debes analizarla teniendo en cuenta la hora a la cual realizarás el trabajo, diferenciando si es o no, en hora extra, dominical y/o nocturna, ya que esto trae involucrado consigo los recargos exigidos por la ley.

Los insumos necesarios para los reprocesos, se contabilizan por el costo de adquisición.

LOGO		EMPRESA			FORMATO 10.2	
COSTO DE REPROCESOS						
INSUMOS INDUSTRIALES						
REPROCESO	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO (\$)	VR TOTAL (\$)	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
			TOTAL INSUMOS (\$)		0.00	
			TOTAL REPROCESOS (\$)		0.00	

LOGO	EMPRESA				FORMATO 11
REGISTRO DE VENTA DE PRODUCTOS INUTILIZABLES A TERCEROS					
PROCESO	PRODUCTO	UNIDAD	VR UNITARIO (\$)	UNIDADES VENDIDAS	VR TOTAL (\$)
					0.00
					0.00
					0.00
					0.00
					0.00
				TOTAL (\$)	0.00

PARTES REUTILIZABLES

Este ahorro representa el valor de una porción del producto, que hace parte de un inventario dañado (ya sea materia prima, producto en proceso o terminado), la cual no resultó afectada por la interrupción y puede ser reutilizada, sin necesidad de reprocesarla, para elaborar nuevos productos.

LOGO		EMPRESA						FORMATO 14		
REGISTRO DE PRODUCTOS QUE SE PUEDEN REUTILIZAR										
PROCESO	CENTRO DE TRABAJO	PRODUCTO EN PROCESO	UNIDAD	TIEMPO ACUMULADO DE OPERACIÓN DEL PRODUCTO EN PROCESO (min)	TIEMPO TOTAL DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO (min)	COSTO DEL PRODUCTO TERMINADO (\$)	PORCENTAJE DE LA PARTE A REUTILIZAR DEL PRODUCTO EN PROCESO RESPECTO AL PRODUCTO TERMINADO	COSTO UNITARIO (\$)	CANTIDAD DE UNIDADES REUTILIZABLES	VR TOTAL (\$)
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00
								0.00		0.00

Para este componente ten en cuenta, al igual que en los productos en proceso que se pierden, el tiempo de elaboración tanto del producto terminado como el tiempo acumulado hasta el proceso que se realizaba en el momento de la interrupción del suministro de la energía eléctrica; pero aquí tendrás que definir el porcentaje del producto averiado que se puede reutilizar, por ejemplo, si en el área de extrusión de una empresa que fabrica cables estaban realizando el proceso para un conductor eléctrico aislado, donde se estaban elaborando carretes de 100 metros por minuto y la interrupción del suministro se presentó cuando se habían terminado 60 metros, es decir a los 0,6 minutos, pero la empresa puede vender rollos de 50 metros de este cable, entonces podemos decir que se puede reutilizar el 50% del producto terminado, que es el cable de 100 metros. Obteniendo así todos los datos necesarios para calcular este componente.

DAÑOS A PLANTA

Estos costos se relacionan con los materiales y la mano de obra utilizada para la reparación de las instalaciones de tu empresa, que sufrieron cualquier daño como consecuencia de una interrupción del suministro de la energía eléctrica.

Debes incluir aquí:

- Los arrendamientos de instalaciones temporales y/o costo de desplazamiento de actividades a otras instalaciones.
- Además, aquí tendrás en cuenta otros daños generales que no estén contemplados en ningún otro componente del costo.

Por ejemplo si una empresa que utiliza una cuba, para el galvanizado de piezas metálicas, con un material como el zinc que debe estar a altas temperaturas y que se enfría rápidamente, está en funcionamiento y ocurre una interrupción, para no perder el producto que hay inmerso en la cuba, los operarios lo extraen antes que se condense pero por la rapidez descargan las piezas en una superficie húmeda y el material inmerso en la cuba hace reacción al contacto con el agua explotando y dañando el techo, manchando paredes, etc...

Deberías tener en cuenta el costo para reparar los daños a planta física y otros de tipo médico, en caso que los operarios hayan salido lesionados.

Si tu empresa cuenta con personal exclusivamente para realizar las reparaciones de tipo civil (y relacionadas), el costo de la mano de obra dentro de este componente no debe ser tenido en cuenta. Si utilizas empleados de otra área o contratas a terceros para dichas reparaciones, ten en cuenta el tiempo requerido en los arreglos para asociarlo con valores monetarios, o el valor del contrato para realizar las reparaciones.

Si para continuar con las labores, tienes que movilizarte a otras instalaciones, estos costos deben ser igualmente incluidos al igual que los costos que acarreen las personas lesionadas para su recuperación.

LOGO		EMPRESA		FORMATO 3	
REGISTRO DE DAÑOS A PLANTA FISICA					
DESCRIPCIÓN DEL ARREGLO	VR MANO DE OBRA ARREGLOS [\$]	VR TOTAL MATERIALES [\$]	VR ARRIENDOS [\$]	VR TOTAL [\$]	
					0.00
					0.00
					0.00
					0.00
			TOTAL [\$]		0.00

DAÑOS A EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Al igual que en los daños a planta física, en caso que detectes que las causas del daño de una máquina o equipo fueron ocasionadas por una interrupción del suministro de la energía eléctrica, debes tener en cuenta este componente del costo.

En caso que la máquina se pueda arreglar, no olvides los costos de la mano de obra, herramientas y repuestos para su arreglo; si la máquina no tiene arreglo, y debes comprar una nueva, el costo será el valor de adquisición de la maquina nueva.

Ocurre lo mismo con equipos como computadores, UPS, etc...

