



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

Protocolo del Trabajo de Proyecto de Investigación y Desarrollo
en opción al Grado Académico de Magister en
GESTIÓN DE ENERGÍAS

TEMA:

“ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI. DISEÑO DE UN PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA.”

Autor:

PARREÑO Olmos, José Alfredo

Tutor:

Ing. MSc. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

LATACUNGA – ECUADOR

JULIO - 2017



AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe del Proyecto de Investigación y Desarrollo de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el posgraduado: Ingeniero José Alfredo Parreño Olmos, con el título del trabajo de investigación y desarrollo titulado: "ANÁLISIS DE COSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI UBICADA EN EL CANTON LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI. DISEÑO DE UN PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA", ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga julio 24, 2017

Para constancia firman:

MsC. Manuel Angel León Segovia
NOMBRES Y APELLIDOS
C.C.0502041353
PRESIDENTE

Ph.D. Gustavo Rodríguez Barcenás
NOMBRES Y APELLIDOS
C.C. 1757001357
MIEMBRO

Ph.D. Hector Luis Laurencio Alfonso
NOMBRES Y APELLIDO
C.C.1712813
MIEMBRO

Ph.D. Enrique Torres Tamayo
NOMBRES Y APELLIDOS
C.C.1757121940
OPONENTE

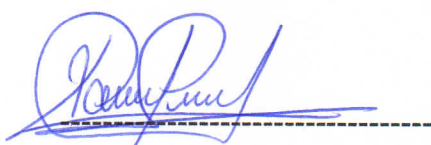
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Gestión de Energías, cohorte 2014, nombrado por el Honorable Consejo de Posgrados de la UTC.

CERTIFICO

Que he analizado el Proyecto de tesis de grado con el título de **“Análisis de CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Diseño de un plan de ahorro energético para reducir el consumo de energía.”** presentado por José Alfredo Parreño Olmos, con cédula de ciudadanía 0502337181, considero que dicho trabajo reúne los requisitos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Latacunga julio 18, 2017



Ing. MsC. Xavier Alfonso Proaño Maldonado

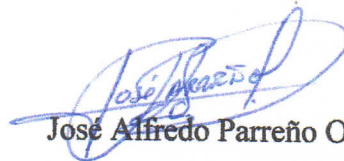
CC. 0502656424

TUTOR

RESPONSABILIDAD O AUTORÍA

Declaro que lo expuesto en este proyecto corresponde estrictamente a lo obtenido en los resultados de la presente investigación llevada a cabo por el autor.

Autor



José Alfredo Parreño Olmos

C.C. 0502337181

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas del saber.

A la Industria Metálica Cotopaxi quién me abrió las puertas para poder realizar el proyecto de investigación.

Al dilecto catedrático, señor Ing. MSc. Xavier Proaño director del proyecto de investigación, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación logro que culmine con éxito el trabajo de investigación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

José

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

*A mi esposa **PAULINA ISABEL** por sus palabras de **apoyo**, por la **confianza** brindada durante el proceso de aprendizaje, y por el **amor** incondicional que nos une eternamente.*

*A mí querida hija **AYLIN SARAHÍ**, por ser mi fuente de inspiración para poder superarme cada día más.*

*A mis dos grandes amigos que son mis Padres **JORGE Y CELIA**, por ser los pilares fundamentales de mi existencia, sin ellos jamás hubiese podido conseguir el éxito en mis estudios.*

Su tenacidad y lucha ambiciosa han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y enfatizar, no solo para mí, sino para mis hermanos y toda la familia.

José

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TEMA “Análisis de CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Diseño de un plan de ahorro energético para reducir el consumo de energía.”

Autor: Ing. José Alfredo Parreño Olmos

Tutor: Ing. MSc. Xavier Proaño

RESUMEN

En presente trabajo de investigación se analiza el consumo eléctrico existente dentro de la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI mediante un analizador de redes, se aplicó el método experimental y de campo los mismos que permitieron establecer una problemática con respecto a la distribución de carga por fase ya que se encuentran desbalanceadas, alto consumo eléctrico, y un bajo factor de potencia de que varían entre 0.6 a 0.9 en la jornada laboral, esto provoca que a su vez trate de equilibrarse el sistema circulando corriente hacia el neutro, quien a su vez actualmente se encuentra con una alta resistividad a tierra con un promedio de 80 ohm no está acorde a la normativa de la IEEE80 lo que da paso a una variación de voltaje por fase obteniendo según el analizador hasta un 52% de valores registrados fuera de rango del CONELEC. El sistema actual no posee una alta distorsión armónica ni incremento en FLICKERS ya que de acuerdo a los datos obtenidos se encuentra en un 0,52 siendo lo establecido hasta 1. Por ello se establece un plan de ahorro energético que toma en consideración como basa la normativa del CONELEC y la ISO 50001 que posee una viabilidad aceptable un TIR de 1,2 años y un VAN técnicamente viable.

Palabras claves: Eficiencia energética, Calidad de energía, ahorro energético.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ADDRESS OF GRADUATE
MASTERS IN ENERGY MANAGEMENT

THEME "Analysis of CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY in the COTOPAXI METAL INDUSTRY located in the Canton of Latacunga Province of Cotopaxi. Design of an energy saving plan to reduce energy consumption. "

Autor: Ing. José Alfredo Parreño Olmos

Tutor: Ing. MSc. Xavier Proaño

ABSTRACT

In the present work, the existing electricity consumption within the COTOPAXI METAL INDUSTRY is analyzed by means of a network analyzer, the experimental and field methods were applied, which allowed to establish a problem with regard to the distribution of charge per phase, since Are unbalanced, high power consumption, and a low power factor ranging from 0.6 to 0.9 in the workday, this causes that in turn try to balance the system circulating current towards the neutral, who in turn currently is with A high resistivity to earth with an average of 80 ohm is not in accordance with the IEEE80 standard, which gives rise to a voltage variation per phase obtaining according to the analyzer up to 52% of values registered outside the range of CONELEC. The current system does not have a high harmonic distortion nor increase in FLICKERS because according to the data obtained it is in a 0.52 being established to 1. This is why an energy saving plan is established that takes into account as the basis Standards of CONELEC and ISO 50001 that have acceptable viability a TIR of 1.2 years and a technically feasible VAN.

Key words: Energy efficiency, Energy quality, energy saving.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el Egresado de la Maestría en Gestión de Energías cohorte 2014: PARREÑO OLMOS JOSÉ ALFREDO, cuyo título versa “ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI. DISEÑO DE UN PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA.”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, julio 17 del 2017

Atentamente,



MgS. Nelly Patricia Mena Vargas.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS UTC

C.C. 0501574297

CONTENIDO

PORTADA	
AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	i
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	ii
RESPONSABILIDAD O AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	viii
CONTENIDO.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	2
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
OBJETO DE ESTUDIO.....	5
CAMPO DE ACCIÓN.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
SISTEMA DE TAREAS POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
VISIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
CAPÍTULO 1.....	8
1 MARCO TEÓRICO.....	8
1.1 Antecedentes del Estudio.....	8
1.2 Fundamentación Legal.....	9
1.2.1 Ley Ecuatoriana.....	11
1.3 Fundamentación Teórica.....	12
1.3.1 ¿Qué es la Energía?.....	12
1.3.2 Eficiencia Energética.....	13

1.3.2.1	Aplicación de la Eficiencia Energética.....	13
1.3.2.2	¿Cuáles son los Beneficios Ambientales?.....	14
1.3.2.3	Políticas De Eficiencia Energética.....	14
1.3.3	Auditoria Energética.....	15
1.3.3.1	Objetivos de la Auditoria Energética.....	16
1.3.4	Medición Eléctrica.....	16
1.3.5	Medidores de Parámetros Eléctricos.....	17
1.3.6	Medición de Potencia y Energía.....	21
1.3.6.1	Medición de la Potencia Eléctrica.....	21
1.3.6.2	Medición de la Energía.....	22
1.3.7	Influencia del Factor de Potencia en una Industria.....	23
1.3.8	Planillas Eléctricas y Facturación.....	23
1.3.9	Pliego Tarifario en el Ecuador.....	24
1.3.10	Auditoria Eléctrica Preliminar.....	24
1.3.10.1	Auditoria Eléctrica Detallada.....	25
1.3.10.2	Pasos para Realizar una Auditoria Energética.....	25
1.3.11	¿Cuáles son los Beneficios de una Auditoria Energética?....	25
1.3.12	Relación entre la Auditoria Energética y la Eficiencia Energética.....	26
1.3.13	Norma ISO 50001.....	26
CAPÍTULO 2.....		28
2	METODOLOGÍA.....	28
2.1	Diagnóstico Inicial.....	28
2.2	Diseño de la Investigación.....	30
2.2.1	Modalidad de la Investigación.....	30
2.2.2	Tipos de Investigación.....	31
2.3	Métodos de Investigación.....	31
2.3.1	Método de Observación.....	31
2.3.2	Método de Medición.....	32
2.4	Experimentación Científica.....	32
2.4.1	Experimentación y Análisis de Datos.....	32
2.5	Instrumentos.....	35

2.5.1	Medidor de calidad de energía FLUKE.....	35
2.5.2	Telurometro.....	36
2.5.3	Cámara Termo Gráfica Fluke TI32.....	37
2.6	Determinación de Variables.....	38
2.6.1	Operacionalización de Variables.....	38
CAPÍTULO 3.....		40
3	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1	Levantamiento Eléctrico de la Empresa Hornipan.....	40
3.2	Análisis de la Estructura del Consumo de Portadores Energéticos Asociados.....	40
3.3	Estudio de Carga y Levantamiento del Diagrama Unifilar.....	41
3.3.1	Consumo Mensual de Potencia y Factor de Potencia.....	42
3.4	Levantamiento de Información de Voltajes y Corrientes.....	44
3.5	Levantamiento de Cargas.....	46
3.5.1	Facturación a la Empresa Hornipan.....	48
3.5.2	Análisis de Demanda.....	48
3.5.3	Curvas de Carga de Hornipan.....	49
3.5.4	Valores de Carga por Fase.....	51
3.6	Medición de Puesta a Tierra.....	52
3.7	Análisis Técnico de las Mediciones de las Variables Eléctricas.....	53
3.7.1	Análisis de Mediciones de Voltaje.....	53
3.7.2	Análisis de Mediciones de Parpadeo (Flicker).....	55
3.7.3	Análisis de Distorsión Armónica.....	57
3.7.4	Análisis de la Variación del Factor de Potencia en la Jornada Laboral.....	58
3.8	Análisis de la Curva de Demanda Diaria.....	58
CAPÍTULO 4.....		60
4	PROPUESTA.....	60
4.1	Tema de la Propuesta.....	60
4.2	Justificación.....	60
4.3	Objetivo General.....	62
4.3.1	Objetivos Específicos.....	62

4.4	Estructura de la Propuesta.....	62
4.5	Desarrollo de la Propuesta.....	64
4.5.1	Política Energética.....	64
4.5.2	Ciclo de Mejora Continua.....	65
4.5.3	Compromiso de la Gerencia.....	66
4.5.4	Consideraciones para la Auditoría Interna.....	66
4.5.5	Control de Documentación.....	67
4.6	Implementaciones Tecnológicas para el Control de Consumo Eléctrico.....	68
4.6.1	Implementación de Sistemas Inteligentes para Control de Variables Eléctricas.....	68
4.6.2	Implementación de una Puesta a Tierra.....	70
4.6.3	Distribución o Balance de Carga.....	70
4.6.4	Implementación de un Sistema Automático para Control de Factor de Potencia.....	71
4.7	Análisis Económico.....	73
5	Conclusiones.....	76
6	Recomendaciones.....	77
7	Referencias Bibliográficas.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL TELUROMETRO CEM DT 5300.	37
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA TI 32.....	38
TABLA 3. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	39
TABLA 4. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	39
TABLA 5. TABLA DE HISTÓRICOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	43
TABLA 6. RESUMEN DE LA CARGA ACTUAL INSTALADA.....	47
TABLA 7. RESUMEN DEL CONSUMO MENSUAL DE LA EMPRESA...	48
TABLA 8. RESUMEN DE CARGA DIARIA DE LA EMPRESA.....	51
TABLA 9. PORCENTAJES DE VARIACIÓN DE VOLTAJE.....	54
TABLA 10. PORCENTAJES DE VARIACIÓN DE VOLTAJE.....	54
TABLA 11. REGISTRO DE CALIDAD FLUKE.....	56
TABLA 12. RESUMEN DE ANÁLISIS ECONÓMICO.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Medidores de un Sistema EEM.....	21
Figura 2. Vatímetro.....	22
Figura 3. Ciclo de Mejora Continua PHVA.....	27
Figura 4. Ubicación de la Empresa Industria Metálica Cotopaxi.....	29
Figura 5. Organigrama de la Empresa IMC.....	29
Figura 6. Fases de la Investigación.....	30
Figura 7. Modalidad de la Investigación a Seguir.....	30
Figura 8. Tratamiento de Datos Obtenidos.....	33
Figura 9. Analizador Registrador de Energía Fluke 1735.....	35
Figura 10. Telurometro CEM DT 5300.....	36
Figura 11. Cámara Termo Grafica Fluke TI32.....	37
Figura 12. Curva de Demanda Diaria.....	41
Figura 13. Diagrama Unifilar de Acometida a la Planta.....	42
Figura 14. Variación del Consumo de kWh.....	43
Figura 15. Variación del Voltaje en un Día de Trabajo.....	44
Figura 16. Variación Corriente en un Día de Trabajo.....	45
Figura 17. Variación Corriente en un Día de Trabajo Promedio en 7 Días...	46
Figura 18. Distribución Porcentual de la Potencia Instalada.....	47
Figura 19. Demanda Requerida y Normal.....	49
Figura 20. Curva de Demanda de Carga Semanal.....	50
Figura 21. Curva de Carga Diaria.....	50
Figura 22. Tablero Principal.....	53
Figura 23. Curvas de Flicker Generado en el Sistema.....	55
Figura 24. Distorsión Armónica (TDH).....	57
Figura 25. Variación del F.P. en la Jornada Laboral.....	58
Figura 26. Curva de Demanda Diaria.....	59
Figura 27. Consumo de Energéticos en el Ecuador.....	61
Figura 28. Estructura de un Modelo de Gestión.....	63
Figura 29. Diagrama Organizacional (SGE).....	65
Figura 30. Ciclo se una Mejora Continua para Hornipan.....	66
Figura 31. Condiciones de Auditoría Interna.....	67

Figura 32. Características Documentales.....	68
Figura 33. Medidor de Energía ION 7500.....	69
Figura 34. Medición de Armónicos y Flickers ION 7300.....	70

INTRODUCCIÓN

Industrias Metálicas Cotopaxi es una Empresa Ecuatoriana dedicada a la fabricación de Paneles, Forjados, Troquelados, Cocinas, Hornos, Amasadoras para todos estos trabajos ha sido necesario la ampliación de sus instalaciones y con esto es necesario realizar un diagnóstico energético para determinar en qué estado se encuentra operando y determinar si sus niveles de consumo son los adecuados.

Es por esta razón que el presente proyecto de investigación está enfocado en mejorar la eficiencia energética de la Industria Metálica Cotopaxi, mediante una propuesta de un plan de ahorro energético luego de haber realizado un análisis de cargas, para lo cual esta tesis está dividida en cuatro capítulos que abordarán lo siguiente:

El CAPÍTULO 1, muestra bases teóricas sobre la eficiencia energética en la industria, fundamentación legal, impacto ambiental, aplicación de la eficiencia energética y auditoría energética.

El CAPÍTULO 2, hace referencia al tipo de métodos, técnicas y equipos de investigación que serán utilizados para el análisis de carga y termografías para la obtención de datos técnicos como el factor de potencia, la curva de carga, voltajes, corrientes.

El CAPÍTULO 3, se enfoca en realizar un análisis e interpretación de resultados obtenidos mediante los métodos aplicados a esta investigación, para dar cumplimiento con el objetivo planteado y dar solución al problema enunciado.

El CAPÍTULO 4, está dedicado íntegramente a la propuesta, donde se propone un plan de ahorro energético bajo las normas ISO 50001 como la solución más viable para el problema energético de la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI.

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La energía, y el uso en cualquiera de sus formas por el hombre han elevado su consumo, en la que nos hace deducir la falta de eficacia y el desorden administrativo que tienen las empresas, debido a que no existe un control adecuado y programas de gestión en eficiencia energética.

El control de las pérdidas de gestión de eficiencia de energía debe ser una preocupación permanente de todos los departamentos de una empresa y no solo de algún departamento específico al que se disponga como estratégicamente responsable de esta función.

Una gestión eficiente y la optimización de recursos deben ser una preocupación y una función generalizada en todos los sectores de la empresa.

La Industria Metálica Cotopaxi (IMC) posee un alto índice de consumo eléctrico, por lo que es necesario realizar un análisis de consumo de energía eléctrica para determinar cuáles son los factores que inciden en la demanda de consumo eléctrico, la planta de producción se encuentra alimentada por un transformador de 100 kVA que energiza a los tableros, los cuales alimentan a las diferentes máquinas como son prensas hidráulicas, troqueladoras, oficinas administrativas y entre otras.

Debido a la demanda de productos que la Industria (IMC) ofrece al mercado se ha adquirido nuevas máquinas con lo cual se han mejorado los tiempos de producción e incrementando la carga instalada, debido a esto el sistema eléctrico de la planta de producción se ha ampliado con el paso de los años y mediante el análisis de consumo eléctrico se pretende conocer cuáles son los factores que inciden para su excesivo consumo de energía.

Es por esta razón que se debe usar las normas ISO 50001 para lograr un mejor aprovechamiento de energía, creando transparencia y facilitando los recursos energéticos.

Para el análisis del ahorro a producir, es conveniente poner en práctica ciertas premisas básicas recordando que el objetivo no es dejar de emplear los equipos eléctricos sino utilizarlos eficientemente y el primer aspecto a considerar es la determinación de la energía.

Para realizar un plan de ahorro energético debemos considerar algunos aspectos tales como problemas en el arranque de máquinas, desfases de energía; teniendo en cuenta que las cargas afectan directamente en caídas de voltaje, factor de potencia y sobrecalentamiento en los conductores, obteniendo así pérdidas de energía y pérdidas económicas.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La energía es un rubro importante tanto para las empresas como para el país por ello es necesario tomar conciencia que uno de los aspectos de la eficiencia de la economía de cualquier empresa consiste en utilizar adecuadamente la energía eléctrica que se requiere para la operación en la planta, la que normalmente constituye uno de los costos más significativos en un mercado competitivo y globalizado.

Para ello, es necesario realizar un diagnóstico energético a fin de determinar las acciones a realizar, las que deben sustentarse en un sistema de control adecuado del consumo eléctrico.

De esa manera, es necesaria la identificación del consumo energético, que puede definirse como la respuesta a la pregunta de cómo, dónde y cuanta energía es empleada o desperdiciada.

Con los cambios tecnológicos que se generan en la actualidad, los empresarios buscan maximizar los beneficios de sus empresas, satisfacer de una mejor manera las necesidades de los consumidores y optimizar al máximo los procesos de producción, además de la utilización de recursos de una manera apropiada como alternativas para lograr los objetivos deseados.

Una de estas alternativas es realizar una Auditoria Energética, para determinar el suministro y consumo de todas las fuentes de energías que involucren a la planta.

La Norma ISO 50001:2011, establece un modelo para gestionar eficientemente la energía en las plantas industriales, instalaciones comerciales, de servicios y demás organizaciones. Esta norma proporciona requisitos para implementar sistemas de gestión de la energía con el fin de reducir consumos, costos energéticos y propender por el mejoramiento ambiental.

Con el diseño del plan de ahorro energético el objetivo es reducir costos operacionales, evitar que las máquinas sufran daños y mantener un nivel de seguridad, confiabilidad y calidad en la planta de producción, con la implementación del plan se reduciría emisiones de gases de efecto invernadero, el costo de energía y otros impactos ambientales.

Este trabajo podría aportar significativamente en la economía ya que con este análisis de carga se podrá determinar si los procesos de cada uno de los sistemas están operando de manera adecuada aprovechando así al máximo su eficiencia de cada uno de los procesos existentes en INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo incide la variación del consumo de energía eléctrica en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI con respecto a la calidad de energía interna?

OBJETO DE ESTUDIO

Análisis de las principales cargas eléctricas que inciden en el consumo de energía eléctrica en la “INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI”.

CAMPO DE ACCIÓN

INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi.

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar el comportamiento del consumo de energía eléctrica mediante el estudio de la demanda, diseño de un plan de ahorro de energía basados en proyectos sustentables que permitan realizar mejoras en los procesos y procedimientos que con lleven a mejorar significativamente el indicador energético en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI.

HIPÓTESIS

“Si se analiza el estado actual del sistema eléctrico en la empresa IMC se podrá establecer un plan de ahorro energético”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar un análisis de consumo de energía eléctrica en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI.
- ❖ Determinar cuáles son los equipos que tienen un alto índice de consumo de energía eléctrica.

- ❖ Diseñar un Plan de Ahorro Energético en beneficio de la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI para mejorar los índices de consumo de energía eléctrica.

SISTEMA DE TAREAS POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Establecer un procedimiento técnico metodológico de investigación que permita establecer los pasos para la recolección de datos de las variables eléctricas que establecen el funcionalismo de la empresa.
- ❖ Mediante un Analizador de Redes determinar qué factores son los que influyen para que la industria (IMC) tenga un alto índice de consumo de energía eléctrica.
- ❖ Con estos datos se procederá a diseñar un plan de ahorro energético mediante una metodología basada en las necesidades que tiene la empresa (IMC).

VISIÓN EPISTEMOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

PARADIGMA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación se basa en realizar un estudio de factibilidad mediante un análisis de carga, con los datos que se obtengan se podrá conocer los índices de consumo energético en la Industria Metálica Cotopaxi; es decir, se conocerá cuáles son los cambios que se debe realizar para obtener un ahorro energético (diseño de un plan de ahorro energético). Al final del estudio mediante un análisis se determinará el costo – beneficio, es por esta razón que al presente proyecto de investigación se lo describe como un enfoque constructivista, ya que se pondrá en práctica los conocimientos teóricos– prácticos adquiridos en las aulas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Una Eficiencia Energética tiene un alcance mucho mayor al Diagnóstico Energético, en ella se profundiza con la realización de planos y medidas concretas, para lo que se requiere de aparatos específicos de medida para obtener valores reales.

Se puede realizar de una sola fuente energética o de varias de ellas, dependiendo del tipo de industria y de las necesidades del cliente.

Para realizar un estudio de eficiencia energética en una empresa se debe seguir los siguientes pasos:

- 1. Recolección de Información**
- 2. Análisis de Información**
- 3. Diagnóstico**
- 4. Recomendaciones**
- 5. Aplicación del plan**
- 6. Retroalimentación**

El alcance del estudio de una Eficiencia Energética se inicia con un Diagnóstico Energético y se complementa con:

- Ñ Registro eléctrico
- Ñ Toma de medidas representativas
- Ñ Descripción de los procesos
- Ñ Inventario de equipos consumidores
- Ñ Estudio de viabilidad técnica-económica
- Ñ Plan de actuación priorizada

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo se enfoca a los procesos o bases conceptuales sobre la eficiencia energética en las industrias, así como también la fundamentación legal, impactos ambientales, aplicaciones y auditoría energética.

1.1 Antecedentes del Estudio

En los países desarrollados, en los últimos veinte años el consumo de energía ha sufrido un cambio favorable en las industrias, ya que se ha venido implementando diferentes tipos de energías renovables, con esto se ha reducido el consumo de energía eléctrica y el impacto ambiental es menor.

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Según muchos estudios por profesionales del medio ambiente es una necesidad urgente implementar diversos tipos de energías renovables en las industrias debido al cambio climático global que se está produciendo, porque a un mediano y corto plazo no se puede seguir basando en energías no renovables porque lastimosamente se está agotando.

Para poder realizar estos cambios muy importantes existen dos cosas que debemos considerar:

- Aprender a obtener energía de forma económica y respetuosa con el medio ambiente.
- Aprender a usar eficientemente la energía.

Una eficiencia energética es un análisis que refleja cómo y dónde se usa la energía con el objetivo de utilizarla racional y eficientemente, ayuda a comprender mejor

cómo se emplea la energía en la empresa y a controlar sus costos, identificando las áreas en las cuales se pueden estar presentando despilfarros y en dónde es posible hacer mejoras. Es decir, es una evaluación técnica y económica de las posibilidades de reducir el costo de la energía de manera rentable sin afectar la cantidad y calidad del producto.

1.2 Fundamentación Legal

En el Ecuador, la implementación de la eficiencia energética, que está respaldado por la Constitución del Ecuador, se está aplicando con las políticas del estado, con el cambio de la matriz energética.

En el campo hidroeléctrico, parques eólicos, entre otras áreas, se encuentran obras de esta nueva matriz energética, y también, de cierta manera, difunden estos temas y proyectos para conocimiento de la colectividad; la implementación requerirá de inversiones que a la larga van a ser rentables para las políticas del gobierno de turno y los venideros. Lo más importante es la proyección de disminuir notablemente la contaminación provocada por los combustibles fósiles.

Es necesario difundir la información necesaria de la eficiencia energética a gran escala mediante medios de comunicación, y para casos particulares, en forma de asistencia técnica, capacitación o talleres. La rentabilidad está ligada a la inversión, y esta debe estar financiada por organizaciones relacionadas con la energía, como el Ministerio de Energía y Energías Renovables, la OLADE, entre otros; tomando en cuenta que los beneficios económicos de la eficiencia energética se verán en el mediano y largo plazo, como reflejo de una efectiva aplicación de instituciones gubernamentales.

En otros países, la persona, empresa o institución que quiere implementar medidas de eficiencia energética, requiere necesariamente la colaboración y asesoría especializada de Empresas de Servicios Energéticos, denominadas “ESCOs” por sus siglas en inglés (Energy Service Companies) (Faral, A. y Morisio, 2011).

El servicio principal de estas empresas, radica en el desarrollo, diseño e implementación de programas de eficiencia energética. Así mismo, en ciertas ocasiones estas empresas proveen financiamiento a proyectos de eficiencia energética, instalación y mantenimiento del equipo instalado, medición, monitoreo y verificación de los proyectos de ahorro de energía implementados y también asumen el riesgo del ahorro de energía asociado al proyecto.

En la actualidad el mayor número de ESCOs a nivel mundial se encuentran localizadas en Europa, Estados Unidos y Canadá, y se han fortalecido en los últimos años a partir de la liberación de los mercados energéticos y la intermediación de la comercialización de energía. En Latinoamérica, estas empresas de servicios energéticos se encuentran en una etapa inicial, y por su proceso buscan tener representatividad en nuestros países. Ciertas empresas tienen programas de aplicación a nivel nacional que financian inversiones en eficiencia energética con bajos niveles de interés y a largo plazo.

En nuestro país, empresas extranjeras están ofertando en ciertos temas servicios de aplicación en edificaciones de eficiencia energética. Al momento, la adquisición de sus programas técnicos con software en base a los parámetros e índices de aplicación son muy costosos. Es necesario anotar que siendo la eficiencia energética el consumo inteligente de la energía; su correcta utilización se presenta como una necesidad del presente para que podamos disfrutar de ellas en un futuro.

Según (TWENERGY ENDESA, 2012) *“Ser más eficiente no significa renunciar a nuestro grado de bienestar y calidad de vida. Simplemente se trata de adoptar una serie de hábitos responsables, medidas e inversiones a nivel tecnológico y de gestión. Gracias a estas informaciones y consejos, el consumidor puede aprender cómo llevar un estilo de vida más sostenible disponiendo de los mismos servicios”*.

Es decir, el hombre debe optar por más métodos de ahorro de energía sin renunciar a su estilo de vida, optimizando el consumo eléctrico, reduciendo el impacto ambiental sin afectar a los procesos o al producto final.

1.2.1 Ley Ecuatoriana

“Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional” (República del Ecuador, 2008).

Respecto a la Eficiencia Energética, por otro lado, en la Constitución 2008 del Ecuador promociona esta aplicación y de energías renovables; igual para la limitación de las emisiones de gases de efecto Invernadero, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos, entre otros; los cuales se irán adaptando al presente trabajo investigativo.

“Art. 413.-El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo” (República del Ecuador, 2008).

1.3 Fundamentación Teórica

Es una explicación basada en elementos teóricos que sirven de marco de referencia en la presente investigación, el cual debe ser lógico y claro.

1.3.1 ¿Qué es la Energía?

Desde el descubrimiento del fuego, la energía puede considerarse un bien vital más para el ser humano. Esta nueva dependencia ha venido imponiéndose a lo largo de la historia, hasta convertirse en los últimos siglos en un recurso indispensable para la actividad económica y social en todo el mundo, siendo además necesaria en abundancia en los países más desarrollados.

Esto incurre en una nueva preocupación para la humanidad: asegurar su disponibilidad. Sin embargo, esta realidad que resulta ahora natural hasta el punto de no cuestionarse, supone una gran problemática cuya solución no se muestra tan obvia.

La situación energética actual es una realidad en la que quedan lejos los días en los que la provisión de fuentes de energía podía considerarse barata y segura, debido tanto al incremento de la demanda con el desarrollo económico e

industrial, como al agotamiento de los mismos recursos y por lo tanto aumento de la dependencia de las importaciones y de los precios asociados.

A este problema se le suma la preocupación por las consecuencias del impacto medio ambiental del uso y transformación de la energía, del que la concienciación generalizada empieza a temer una destrucción del mismo planeta que nos provee de las fuentes por las que se lo necesita. Es por ello que, para garantizar un suministro de energía sostenible, seguro y competitivo, hay que sugerir nuevas políticas de actuación para lo cual se sugiere revisar los siguientes artículos (OECD/IEA, 2005), (OECD/IEA, 2009).

1.3.2 Eficiencia Energética

Eficiencia energética es la capacidad para utilizar menor energía con un conjunto de acciones que permitan mejorar y optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y el producto obtenido de igual cantidad de calor, iluminación, transporte y otros servicios energéticos (CONAFE, 2015).

La eficiencia energética hace referencia a la optimización del consumo energético, buscando disminuir el uso de energía sin que se altere los resultados finales.

1.3.2.1 Aplicación de la Eficiencia Energética

La aplicación de la eficiencia energética es la acción más efectiva en el corto y mediano plazo para la optimización en el uso de la energía. Al mismo tiempo es el camino más eficaz para reducir las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por tanto limitar el calentamiento global del planeta.

Cuando se trata de la eficiencia energética se distinguen dos grandes grupos de acciones, encaminadas al lado de la oferta (SSM - Supply-Side Management) y al lado de la demanda (DSM - Demand-Side Management).

La eficiencia energética puede promoverse aplicando mecanismos de base tecnológica (uso de equipos más eficientes, procesos de automatización) y/o mecanismos conductuales (cambio de patrones de utilización de energía), la figura esquematiza una versión simplificada de la aplicación simultánea de los dos mecanismos.

1.3.2.2 ¿Cuáles son los Beneficios Ambientales?

El uso correcto de la energía permite:

- La reducción de la demanda de recursos para la generación de la misma permitiendo ser amigable con el medio ambiente y ayudando a su sustentabilidad.
- Reducciones voluntarias de gases de efecto invernadero.
- Mitigación del impacto ambiental asociados a los recursos energéticos.
- Desarrollo de proyectos en función a reducción del impacto ambiental.
- Tratamiento adecuado de los desperdicios o residuos de la producción.

1.3.2.3 Políticas de Eficiencia Energética

Según (ENERGY EFFICIENCY, 2006-2020) manifiesta que las Políticas de Eficiencia Energética están en general conformadas por los siguientes elementos:

A. Programas de información y educación

- Pruebas de rendimiento de artefactos y etiquetas con especificación de la eficiencia de los mismos.
- Capacitación de personal profesional y técnico.
- Información de divulgación para un público en general.
- Auditorías energéticas para caracterizar el consumo.

B. Programas de desarrollo tecnológico

- Desarrollo de componentes y artefactos eficientes.

- Desarrollo de procedimientos de diagnóstico y software.
- Proyectos de demostración de las nuevas tecnologías.

C. Transformación del mercado.

- Instrumentación de normas de eficiencia mínima.
- Creación de una demanda con escala adecuada para el desarrollo y comercialización de tecnologías avanzadas de eficiencia energética.
- Fomento de Empresas de Servicio Energético (llamadas ESEs) que financien mejoras en eficiencia y que se sostengan recuperando una fracción del ahorro logrado.
- Promover la eficiencia energética en empresas eléctricas y de gas.
- Establecimiento de reglas de juego que faciliten la adopción del uso eficiente de la energía, por ejemplo:
 - a. Cuadros tarifarios que promuevan el uso racional de energía.
 - b. Reglas para la compra y venta de energía eléctrica y calor proveniente de plantas de cogeneración.

D. Incentivos económicos:

- Financiación a usuarios que deseen invertir en el uso eficiente de la energía.
- Financiación a fabricantes de equipos para modificar sus líneas de producción a favor a modelos eficientes.
- Financiación de las Empresas de Servicio Energético (ESEs).
- Creación de incentivos fiscales: franquicias impositivas, arancelarias, etc. tanto a usuarios energéticos como a fabricantes de equipos eficientes.

1.3.3 Auditoria Energética

La auditoría energética es un proceso que estudia y analiza los consumos energéticos de una instalación ya sea una vivienda, un edificio, una industria , para para poder hacer un diagnóstico real a través de las mediciones que se realizan, así como establecer la eficiencia de un sistema o un proceso para buscar

oportunidades de ahorro de energía sin que esto lleve a alterar los resultados obtenidos en dicha actividad, estas alternativas deben ser evaluadas económicamente para ver si son factibles para su aplicación.

1.3.3.1 Objetivos de la Auditoria Energética

Según (MACROCONSUL, AUDITORIA ENERGÉTICA, 2001) los objetivos de la auditoria energética son:

- Evaluar cuantitativamente y cualitativamente el consumo de energía.
- Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
- Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
- Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.
- Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente

1.3.4 Medición Eléctrica

a) Medición Directa

Según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL, 2017) es el tipo de conexión en el cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga.

b) Medición Indirecta

Según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL, 2017) es el tipo de conexión en el cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios

de los transformadores de tensión (T.P.) y de corriente (T.C.) utilizados para transformar las tensiones y corrientes que recibe la carga.

c) Medición Semi – Directa

Según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL, 2017) Es el tipo de conexión en el cual las señales de tensión que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente (T.C.) utilizados para transformar las corrientes que recibe la carga.

1.3.5 Medidores de Parámetros Eléctricos

El medidor de parámetros eléctricos es un dispositivo encargado de la medición de:

- Potencia activa.
- Potencia reactiva.
- Potencia aparente.
- Voltaje.
- Corriente.

Miden el consumo de dichos parámetros dentro de un circuito, servicio o sistema eléctrico al cual se hallen conectados, según su construcción pueden ser mecánicos, electro-mecánicos o electrónicos; y según su modo de conexión a la red eléctrica, puede ser monofásicos o trifásicos.

Como toda tecnología, el desarrollo de medidores de parámetros eléctricos posee una línea evolutiva, desde sus inicios con medidores del tipo mecánicos hasta la actualidad con los medidores electrónicos o de estado sólido:

- Hacia el año 1870, la medición eléctrica se basaba en conocer el tiempo que fluyó la corriente sobre las lámparas de arco conectadas en serie. Dado que conocían previamente el voltaje requerido por lámpara y la corriente era constante.
- 1872: Samuel Gardiner saca la primera patente conocida sobre un medidor de electricidad. Este era medidor DC de horas-lámpara que tenía un electroimán que se encargaba de encender y apagar el mecanismo de un reloj.
- 1878: J.B. Fuller saca la patente de un medidor AC de horas-lámpara que tenía un reloj operado por una armadura metálica que vibraba entre dos resortes de espiral. • 1882: Thomas Edison desarrolló un medidor químico de ampere-hora que consistía en una vasija contenedora de dos placas de zinc que se conectaban al circuito a medir. Cada mes los electrodos eran pesados y la facturación del cliente era determinada por la diferencia de peso.
- 1885: Galileo Ferrari de Turín, Italia hace el descubrimiento que dos campos de corriente alterna desfasados pueden hacer girar una armadura sólida. Este descubrimiento estimulará el desarrollo futuro de los medidores de inducción.
- 1886: El profesor Forbes de Londres, Inglaterra desarrolla el primer medidor para circuitos AC que utilizaba elementos calentadores unidos a un pequeño molino de viento conectado a un registro. Lamentablemente, este medidor era demasiado delicado para el uso comercial.
- 1889: Thomson introdujo el primer vatímetro tipo conmutador, el cual muchas expresas adoptaron como modelo "estándar". Aunque este medidor fuese diseñado en un inicio para medición AC, también dio buenos resultados con medición DC. • 1892: Duncan desarrolla el primer vatímetro de inducción que usa un solo disco tanto para la conducción como para el elemento de frenado, este diseño nunca llegó a producirse.

- 1893: Nikola Tesla saca una patente que cubre el principio del motor de inducción propuesto por Ferrari y que más tarde sería comprada por Jorge Westinghouse.
- 1894: Shallenberger desarrolla un pequeño motor de inducción con el espiral de voltaje y corriente desfasados 90° el uno al otro. Este concepto fue refinado dando paso al primer vatímetro de inducción comercial, siendo este modelo uno de los más pesados (41 libras) y caros de su época.
- 1897: H. P. Davis y Frank Conrad rediseñan el medidor de Shallenberger, creando un pequeño, ligero (12 libras) y económico medidor conocido como “Tipo redondo”, siendo tan popular como el vatímetro Thomson lo fuese años antes.
- 1897: General Electric introduce al mercado su primer medidor de inducción, el Thomson Induction Wattmeter. Este medidor utilizaba un rotor para el elemento conductor y un disco separado para el freno.
- 1899: GE introduce al mercado su primera tentativa de un medidor polifásico conocido como Thomson Polyphase Wattmeter. Al mismo tiempo Paul McGahan un ingeniero de Westinghouse diseña un medidor polifásico que integraba el uso de dos medidores monofásicos. Este último diseño fue adoptado por todos los fabricantes y construido en varias formas hasta 1969.
- 1899: GE crea un nuevo concepto, el medidor prepago con su nueva versión del vatímetro de Thomson.
- 1903: GE presenta el medidor Tipo I para AC, primer vatímetro producido en serie y que a su vez fue considerado como el primer medidor "moderno".
- 1904: Sangamo Electric Company, desarrolla una nueva línea basada en amperímetros con núcleo de mercurio, ampliamente desarrollados en Inglaterra en esos tiempos. No eran tan exactos como los de tipo de inducción, pero fácilmente podían ser usados en cualquier frecuencia comercial de 25Hz a 133 Hz.

- 1911: Las patentes de Tesla expiraron en diciembre de 1910, Sangamo introdujo un nuevo medidor de inducción con un disco que giraba en sentido anti-horario a diferencia de sus competidores que giraban en sentido horario.
- Finales de los años 1930: Los medidores polifásicos fueron diseñados para incorporar un disco laminado, que permitía a los estatores ser colocados juntos sin actuar recíprocamente el uno con el otro,
- Con los avances en la electrónica en los años 1970 los fabricantes comenzaron a introducir registros electrónicos y medidores automáticos de lectura.
- A mediados de los años 1980, los fabricantes ofrecían medidores híbridos con registros electrónicos montados sobre medidores de inducción.
- A principios de los años 1990, con los avances de la electrónica, los fabricantes comenzaron a producir medidores que eran totalmente electrónicos que ya no usaban ninguna etapa móvil (aparte de los interruptores solía tener acceso a varias funciones sobre los medidores).

El sistema EEM (Enterprise Energy Management, por sus siglas en inglés) es una colección de software en red, medidores de parámetros eléctricos inteligentes y dispositivos de control. Un grupo de medidores son localizados en puntos clave dentro de las fuentes de energía para el consumidor tales como subestaciones, equipos, cargas, etc. (véase Figura 1).

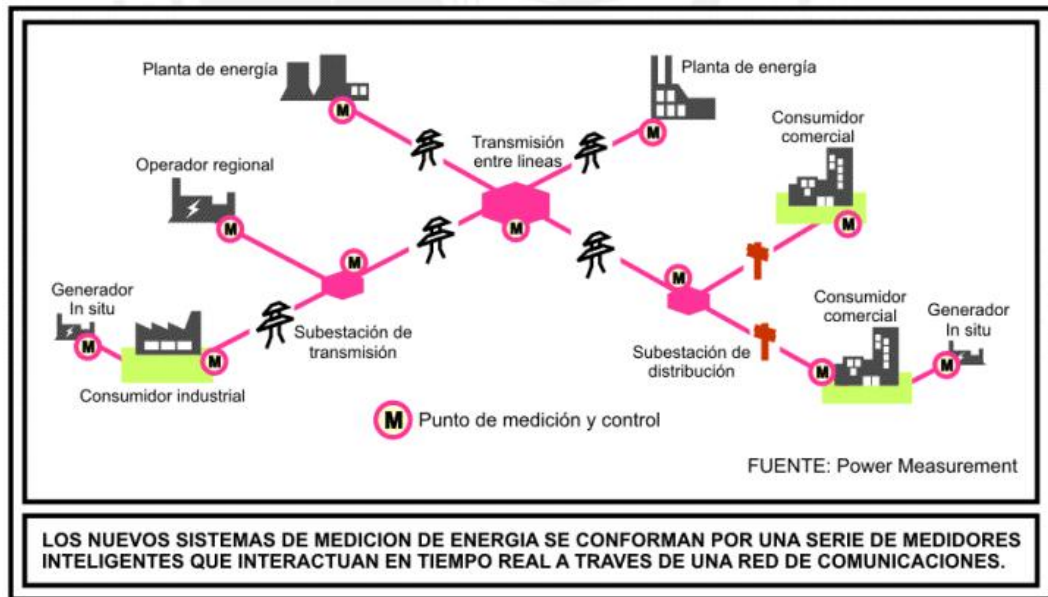


Figura 1 Medidores De Un Sistema EEM

1.3.6 Medición De Potencia y Energía

Según (Mediciones Eléctricas, 2016) manifiesta que la medición de potencia y energía es muy importante ya que a partir de éstas se puede establecer un rango de funcionamiento, a continuación definiremos lo que es medición de potencia eléctrica y medición de la energía.

1.3.6.1 Medición de la Potencia Eléctrica

Hay cientos de definiciones que intentan explicar el significado de potencia y aun que yodas poseen valides científica la verdad es que este significado se puede resumir en que potencia es la velocidad en que la energía eléctrica es consumida o desarrollada en una unidad de tiempo.

Para determinar el valor de la potencia la fórmula es:

$$W = (V).(I)$$

En donde:

W = Potencia

V= Voltaje

I= Intensidad



Figura 2. Vatímetro

Fuente: (Mediciones Eléctricas, 2017)

1.3.6.2 Medición de la Energía

En esta ocasión la Energía eléctrica puede ser interpretada como la potencia por unidad de tiempo. Tal y como la potencia, la energía eléctrica también puede ser encontrada en base a cálculos matemáticos y con medidores especializados como por ejemplo los medidores que son colocados en las casas para determinar el consumo de energía bimestral.

La energía eléctrica utiliza la unidad de Kilowatt-hora (1 kW.h), esto debido a que los watts y los segundos son unidades demasiado pequeñas para determinar la energía eléctrica.

Para calcular la energía (E) se debe determinar la potencia en kW consumida en una hora, esto se demuestra a continuación:

$$1 \text{ kW.h} = (1 \text{ kW}) (1 \text{ h})$$

1.3.7 Influencia del Factor de Potencia en una Industria

Según (Renzetti, 2008) nos dice que si el factor de potencia es inferior a 0,95 implica que los equipos tienen elevados consumos de energía reactiva respecto a la energía activa, produciéndose una circulación excesiva de corriente eléctrica en sus instalaciones y en las redes de la Empresa Distribuidora, a saber:

- Provoca daños por efecto de sobrecargas saturándolas.
- Aumentan las pérdidas por recalentamiento.
- Aumenta la potencia aparente entregada por el transformador para igual potencia activa utilizada.

Además produce alteraciones en las regulaciones de la calidad técnica del suministro (variaciones de tensión), con lo cual empeora el rendimiento y funcionamiento de los artefactos y quita capacidad suficiente de respuesta de los controles de seguridad como son los interruptores, fusibles, etc.

1.3.8 Planillas Eléctricas y Facturación

Según la Agencia de Regulación y Control Eléctrico (ARCONEL, 2016), de acuerdo al artículo 23 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, la emisión de facturas a los consumidores se efectuará con una periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendarios, de modo que no exceda de doce facturaciones, dentro del concepto “mes de consumo”.

1.3.9 Pliego Tarifario en el Ecuador

Según la Agencia de Regulación y Control Eléctrico (ARCONEL,2017), el presente Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones establecidas en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE), dentro de las Disposiciones Fundamentales, en su Artículo 3, Definiciones, en el numeral 12 se establece: “Pliego Tarifario: Documento emitido por el ARCONEL, que contiene la estructura tarifaria a aplicarse a los consumidores o usuarios finales, y los valores que le corresponde a dicha estructura, para el servicio público de energía eléctrica...”.

En este sentido, es facultad de la ARCONEL, a través de su Directorio, establecer y aprobar los Pliegos Tarifarios para el servicio público de energía eléctrica.

Conforme lo establece la LOSPEE, respecto del Régimen Tarifario cualquier “ajuste, modificación y reestructuración del pliego tarifario, implicará la modificación automática de los contratos de suministro del servicio público de energía eléctrica que incluya el servicio público de alumbrado general.”

El Pliego Tarifario observa los principios de “solidaridad, equidad, cobertura de costos, eficiencia energética,” así como, de “responsabilidad social y ambiental”.

1.3.10 Auditoria Eléctrica Preliminar

La auditoría eléctrica preliminar de las instalaciones es la más simple de realizar ya que se enfoca en la recolección de información, un diagnóstico; consiste en hacer una breve reseña de funcionamiento de la empresa, industria, edificios, casas.

Con este tipo de auditoria solo las principales áreas problemáticas se descubren durante este tipo de auditoria, este tipo de investigación no es suficiente para tomar decisiones finales sobre la ejecución de un proyecto, sino más bien para

dar prioridad a proyectos de eficiencia energética y con esto determinar la necesidad de realizar una auditoría energética más detallada.

1.3.10.1 Auditoria Eléctrica Detallada

Mediante este tipo de auditoría energética detallada evalúa las condiciones de operación a las cuales está funcionando una industria, una empresa, un edificio, una vivienda. Para este tipo de auditoría se necesita de equipos de medición y entrevistas al personal de operación.

1.3.10.2 Pasos para realizar una Auditoria Energética

- a) Obtener un conocimiento técnico de los consumos de energía.
- b) Identificar los puntos y factores que afectan al consumo eléctrico.
- c) Optimizar el suministro de energía.
- d) Mejorar la contratación de la energía eléctrica.
- e) Identificar el costo energético.
- f) Detectar y evaluar las oportunidades de ahorro y de mejora de la Eficiencia energética.
- g) Eliminar las pérdidas de energía.
- h) Maximizar la eficiencia de las instalaciones de la industria.

1.3.11 ¿Cuáles son los Beneficios de una Auditoria Energética?

El mayor beneficio que se obtiene al realizar una auditoría energética es determinar el mayor potencial de ahorro de energía dentro de una empresa, obteniendo así lo siguiente:

- Reducción del costo energético.
- Aumento en la vida útil de los equipos.
- Aumento en la competitividad.

- Mejora de la imagen corporativa por la contribución al cuidado del medio ambiente.

1.3.12 Relación entre la Auditoría Energética y la Eficiencia Energética

El costo de la energía eléctrica es uno de los factores que influye en el resultado del proceso productivo, es por esta razón que las empresas para tener un correcto consumo energético deben tener conocimiento de cuanta energía consume en sus procesos y cuanto repercute en su costo, para mejorar los índices de consumo energético se debe considerar los aspectos fundamentales en la optimización económica y productiva de las industrias.

Mientras que al realizar una auditoria energética sus resultados son fiables ya que se detecta los factores de consumo de energía y se pueden identificar las posibilidades de ahorro en el consumo energético y reducir así el valor a pagar en la planilla de consumo eléctrico.

1.3.13 Norma ISO 50001

El 11 de octubre del 2011, la organización internacional de normalización (ISO) publicó la norma ISO 50001, este documento especifica los requisitos para implementar un sistema de gestión energética, cuyo objetivo es “permitir a una organización mejorar la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo”. (AChEE, 2013).

ISO empezó a gestarse en 2008, en el seno del comité PC 245, grupo que ha estado liderado por la organización estadounidense ANSI y la brasileña ABNT, en la que han participado 23 países y doces han sido observadores. En el mismo año fue adoptada a nivel denominándose UNEEN ISO 50001:2011.

La norma ISO 50001, es aplicable a todo tipo de organización, independientemente de su dimensión, actividad o localización geográfica. Esta

normativa no establece requisitos para el desempeño energético más allá de los compromisos en mejora continua que se establecen en la política energética y del cumplimiento de los requisitos legales aplicables. Según la ISO-50001, el concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, por lo que la organización puede actuar en un amplio rango de actividades de desempeño energético.

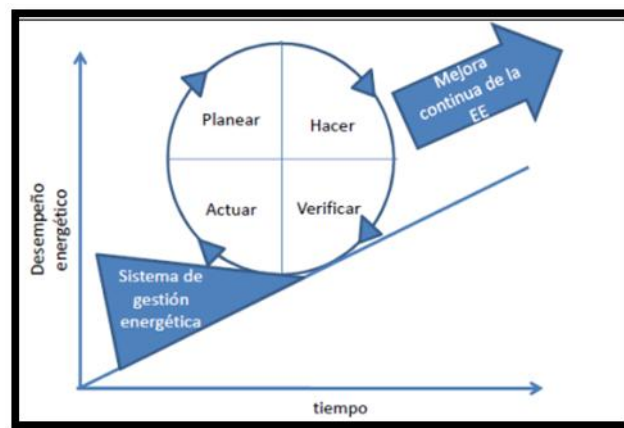


Figura 3. Ciclo De Mejora Continua PHVA

Fuente: (ISO50001, 2011)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En la presente unidad se destaca la metodología de investigación a emplear para ejecutar el proyecto que parte de un diagnóstico inicial con una inspección visual del estado actual del sistema eléctrico, para posteriormente pasar a una fase experimental e investigación de campo por ultimo de acuerdo a los análisis técnicos y metodológicos empleados se ejecutara una propuesta técnica que cumpla con la verificación de la Hipótesis planteada.

2.1 Diagnóstico Inicial

La INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI (IMC) es una de las empresas en constante crecimiento en la producción de artículos industriales como cocinas, hornos, paneles en acero, etc; al contar con una mayor demanda de productos la empresa ha visto la necesidad de mejorar cada proceso de elaboración de sus productos. Mediante el diagnostico energético se pretende conocer la eficiencia energética, calidad de energía eléctrica en la planta de producción como también establecer un plan de mejora para reducir el consumo de energía eléctrica.

Se realiza un análisis de los principales consumos de energía en la planta de producción debido a que la empresa se encuentra en un constante crecimiento económico y tecnológico, incrementado así el consumo de energía eléctrica, por lo que es importante identificar si existe un uso irracional de la misma y buscar alternativas que permita gestionar eficientemente la energía en la planta de producción.

La Empresa “IMC” se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, en el sector norte de ciudad de Latacunga en la parroquia de San Buenaventura-barrio San Silvestre como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Ubicación de la empresa Industria Metálica Cotopaxi
Fuente: (Maps, 2015)

La empresa cuenta con un Organigrama estructural, en la figura 5 se muestra la organización de la empresa en forma esquemática, la posición de las áreas que la integran y sus niveles jerárquicos.

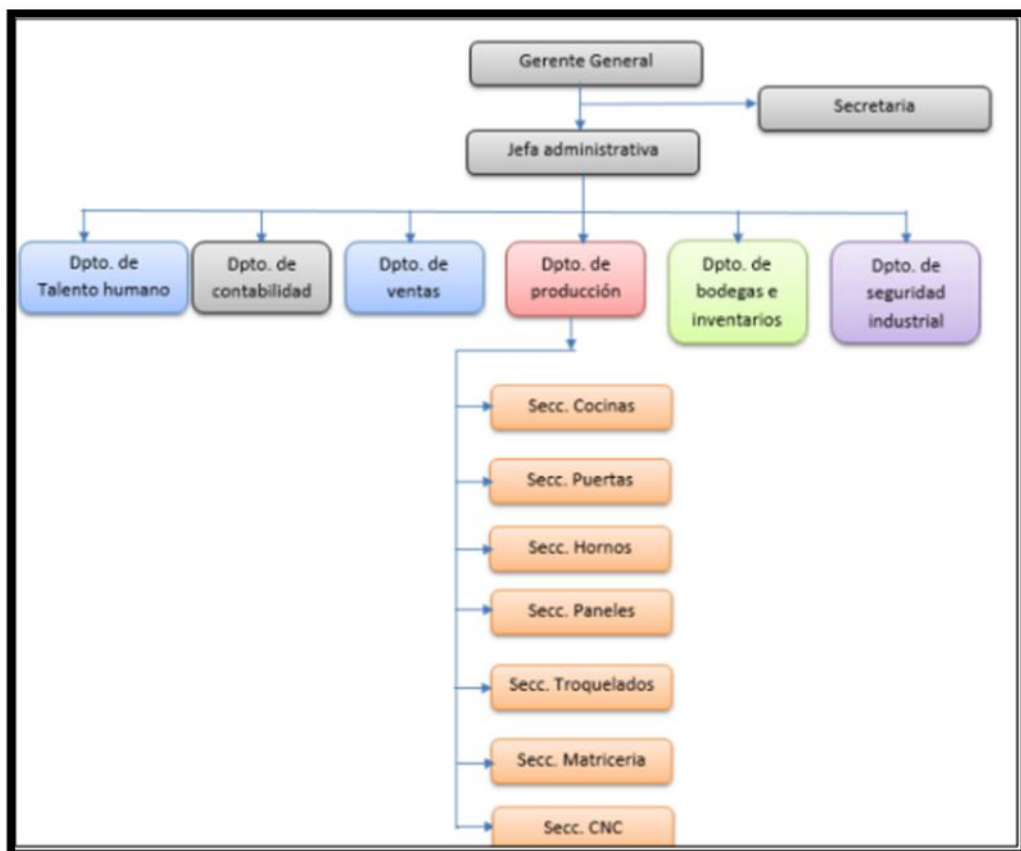


Figura 5. Organigrama de la empresa IMC

2.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación inicia mediante la observación para ver el funcionamiento de la empresa determinando los consumos eléctricos para pasar a un a investigación de campo mediante el uso de equipos de medición eléctrica y por ultimo establecer el análisis de resultados obtenidos. En la figura 6 muestra las fases de la investigación a seguir.



Figura 6. Fases de la investigación

2.2.1 Modalidad de la Investigación

La modalidad de investigación en el proyecto seguirá un procedimiento metodológico que iniciara con una investigación de campo, documental para establecer los índices de consumo energético y portadores de alto consumo para culminar en la viabilidad de proyecto factible como muestra la figura 7.

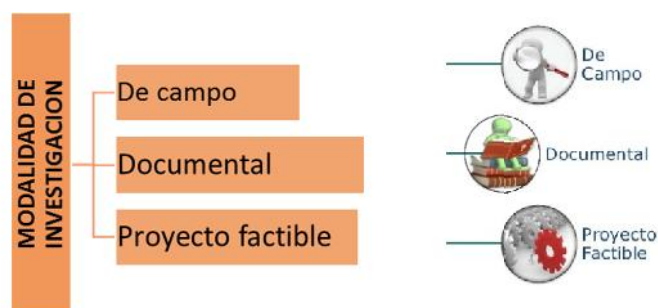


Figura 7. Modalidad de la investigación a seguir

2.2.2 Tipos de Investigación.

Según el diseño, la investigación será del tipo correlacional, en vista que el proyecto parte de un análisis de campo y definir una o más variables de salida que definan el funcionamiento normal o regular dentro del consumo eléctrico en la empresa Hornipan.

2.3 Métodos de Investigación

Para la presente investigación se aplicó el método **Lógico – deductivo** en vista que se aplicó procedimientos y principios descubiertos para el estudio de un caso en particular, como es el consumo de energía eléctrica y a partir de ello establecer un enlace de juicios. Mediante la deducción se estableció dos criterios:

- a) Encontrar parámetros eléctricos o de consumo desconocidos a partir de datos conocidos, es decir se dedujo una variable a partir de datos conocidos o medidos.
- b) El deductivo también permitió descubrir consecuencias desconocidas tomando en consideración los principios

2.3.1 Método de Observación

De acuerdo a lo que dice (Moran ,2010) la observación “Consiste en la atención cuidadosa a un objeto con el fin de conocerlo. El proceso de la observación no sólo aparece al principio, sino a lo largo de una investigación, y es algo más complejo que el simple ver con atención”.

En este caso, la observación permitió determinar un análisis visual analítico de las condiciones de funcionamiento y consumo de energía que ayudo en gran forma a seleccionar equipos de medición y una propuesta técnica.

2.3.2 Método de Medición

Mediante la medición se cuantifican los valores determinados en la observación con respecto a las variables eléctricas presentes en el funcionamiento de la planta, con ello se establecieron ecuaciones y modelos matemáticos, que permitieron tener un valor numérico que ayuda a establecer un criterio técnico para posibles propuestas de mejor o dar un concepto del funcionamiento actual y futuro de la empresa.

2.4 Experimentación Científica

Tomando en consideración que la observación estudia y permite hacer un análisis mediante la observación sobre el curso natural del sistema investigado. Se toma la Experimentación como una herramienta de investigación que permite alterar el curso del sistema u objeto de estudio a investigar. Estableciendo métodos de experimentación científica para reproducir condiciones de funcionamiento de acuerdo a las necesidades de acuerdo al problema.

De acuerdo al tratamiento de datos que se obtiene mediante la medición es necesario conceptualizar un procesamiento de los mismos que ayuden a responder las preguntas planteadas en el problema, “El experimentador escoge ciertos factores para su estudio, altera esos factores deliberadamente de forma controlada y después observa el efecto resultante”. (NATRELLA 2012)

2.4.1 Experimentación y Análisis de Datos

De acuerdo con (KUEHL, 2001)

Un experimento debe limitarse a investigaciones que establecen un conjunto particular de circunstancias, bajo un protocolo específico para observar y evaluar las implicaciones de las observaciones resultantes. El investigador

determina y controla los protocolos de un experimento para evaluar y probar algo que en su mayor parte no se conoce hasta ese momento.

Tomando en cuenta la consideración anterior en el presente proyecto fue necesario hacer un procesamiento de datos obtenidos y tomar en consideración algunos conceptos que establece que la experimentación para que los resultados obtenidos sean veras acorde a lo establecido se estableció el proceso que describe la figura 8 que seguirá un procesamiento cíclico para minimizar errores.

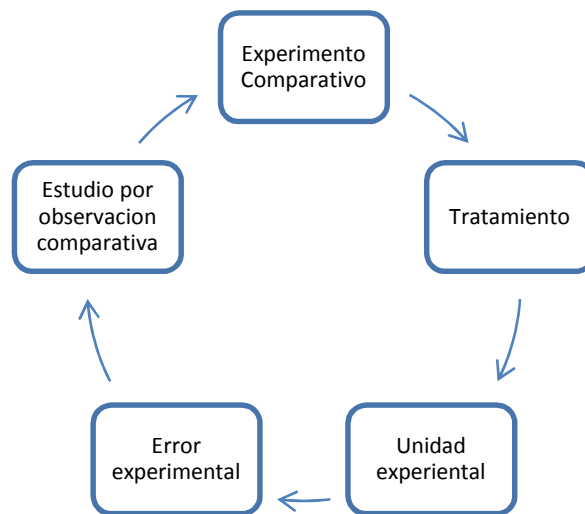


Figura 8. Tratamiento de Datos obtenidos.

Fuente: Establecido por el investigador de acuerdo con (KUEHL, 2001)

a) Experimento Comparativo. De acuerdo a la experimentación se usaran fuentes bibliográficas, datos estadísticos de las variables eléctricas que determinan el actual funcionamiento de la empresa Hornipan. La consideración de comparativo establece que es necesario analizar un conjunto de circunstancias durante el proceso experimental y comparar estos datos de manera especial en los que se tenga una forma diferente al igual que sus circunstancias de operación, esto igual aportara para la comprobación de hipótesis.

b) Tratamiento. De acuerdo con(KUEHL, 2001)Los tratamientos son el conjunto de circunstancias creados para el experimento, en respuesta a la hipótesis de investigación y son el centro de la misma. Con ello ayudara a discernir los datos

para que ayuden a responder la hipótesis. En un estudio comparativo se usan dos o más tratamientos y se comparan sus efectos en el sujeto de estudio.

C) La Unidad Experimental. Es la entidad física o el sujeto expuesto al tratamiento independientemente de otras unidades. La unidad experimental, una vez expuesta al tratamiento, constituye una sola réplica del tratamiento.

D) El Error Experimental.- Describe la variación entre las unidades experimentales tratadas de manera idéntica e independiente. Los distintos orígenes del error experimental son:

- 1) La variación natural entre unidades experimentales.
- 2) La variabilidad en la medición de la respuesta.
- 3) La imposibilidad de reproducir las condiciones del tratamiento con exactitud de una unidad a otra.
- 4) La interacción de los tratamientos con las unidades experimentales.
- 5) Cualquier otro factor externo que influya en las características medidas.

En su forma más simple, el error experimental es la varianza en unidades de las observaciones del experimento, cuando las diferencias entre éstas se pueden atribuir sólo al error experimental. Muchos de los procedimientos estadísticos usados requieren una estimación de esta varianza, como las estimaciones del intervalo de confianza para una media y las pruebas t de Student de dos muestras, para la hipótesis de que no hay diferencias entre las medias de dos poblaciones en tratamiento.

e) Los estudios por Observación Comparativos.- Son aquellos para los que desea hacer un experimento, pero no es posible por razones prácticas o éticas. El investigador tiene en mente condiciones o tratamientos que tienen efectos causales en sujetos para los que no es posible efectuar experimentos hasta obtener respuestas.

2.5 Instrumentos

Para la cuantificación de los parámetros durante las pruebas se emplearán los instrumentos y elementos que a continuación se detallan.

2.5.1 Medidor de calidad de energía FLUKE: Instrumento que mide el consumo de energía eléctrica y permite realizar un análisis de las variables principales de funcionamiento como son: voltaje, frecuencia, factor de potencia, potencia activa y reactiva, armónicos.



Figura 9. Analizador Registrador de Energía Fluke 1735

Fuente: Fotografía tomada en el Laboratorio

Características:

- Registro de la energía eléctrica y de los parámetros correspondientes de hasta 45 días.
- Supervisión de la demanda máxima de potencia a lo largo de periodos medios definidos por el usuario.
- Comprobaciones de consumo de energía para evidenciar las ventajas aportadas por las mejoras realizadas.
- Medida de la distorsión de armónicos producidos por cargas electrónicas
- Mejora de la fiabilidad gracias a la captura de fluctuaciones de tensión debidas a la conexión y desconexión de una gran carga.

- Fácil confirmación de la configuración del instrumento mediante la visualización en color de las formas de onda y tendencia.
- Medida de las tres fases y el neutro gracias a las cuatro sondas flexibles incluidas.
- Visualización de gráficos y generación de informes gracias al software PowerLog.

2.5.2 Telurometro: Este instrumento que se observa en la figura 10 ayuda a medir la resistividad del suelo especialmente en la puesta a tierra o en mallas a tierra. Deben poseer ciertas características que se toman a continuación:



Figura 10. Telurometro CEM DT 5300

- Mantener la seguridad de las personas que trabajen o estén en contacto con las instalaciones, se hace necesario un sistema de puesta a tierra así como mantener en condiciones óptimas de operación los distintos equipos de la red eléctrica.
- Ante cualquier circunstancia de contacto indirecto a carcasa anule el aislamiento de las líneas.

Se deben tener en consideración dos parámetros importantes a la hora de diseñar o efectuar el mantenimiento de un sistema de puesta a tierra: la resistencia de puesta a tierra (medida en ohmios) y la resistividad del terreno (medida en ohmios metro). En la tabla 1 muestra las características del telurometro usado.

Tabla 1. CARACTERÍSTICAS DEL TELUROMETRO CEM DT 5300

FUNCIÓN	RANGO	MAX RESOLUCIÓN	ACCURACY
RESISTENCIA TIERRA	10	0.01 Ω	$\pm 2\% \text{rdg} \pm 0.1?$
	100	0.1 Ω	$\pm 2\% \text{rdg} \pm 3 \text{dgts}$
	1000	1 Ω	$\pm 2\% \text{rdg} \pm 3 \text{dgts}$
VOLTAGE AC	0 - 750 V	1V	$\pm 1.2\% \text{rdg} \pm 10 \text{dgts}$
VOLTAGE DC	0 - 1000 V	1V	$\pm 0.8\% \text{rdg} \pm 3 \text{dgts}$
RESISTENCIA	200 K Ω	0.1 K	0.1 K $\pm 1.0\% \text{rdg} \pm 2 \text{dgts}$
CONTINUIDAD DE PRUEBA	Active sound level: < 40? ; Test current: < 200 mA		
OPERACIÓN TEMP	0 deg C ~ 40 deg C (<80%R.H.)		
ALMACENAMIENTO TEMP	-10 deg C ~ 60 deg C (<70%R.H.)		
FUENTE DE PODER	1.5V AA size Battery x 6 (included)		

Fuente: Catalogo de medidores de resistencia a tierra

2.5.3 Cámara Termo Grafica Fluke Ti32: Instrumento que se emplea para medir la temperatura mediante la disipación de calor y radiación de los equipos y elementos para este caso se usó en la medición de calor de los conductores y elementos de protección para determinar la posibilidad de puntos calientes. Proporciona las imágenes claras y nítidas que necesita para detectar los problemas con rapidez gracias a su sensor de 320 x 240 píxeles.



Figura 11. Cámara termo grafica FLUKE TI32
Fuente: Catalogó Cámara termográfica

La cámara posee características para trabajos industriales, por ende puede utilizar en cualquier lugar, tanto para resolver problemas puntuales como para detectar fallos potenciales durante las tareas periódicas de mantenimiento y reparación.

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA TI32

Rango de medida de la temperatura (sin calibrar por debajo de -10 °C)	-20 °C a +600 °C (-4 °F a +1112 °F)
Precisión de la medida de temperatura	$\pm 2 \text{ °C}$ ó 2% (a 25 °C nominales, el valor que sea mayor)
Corrección de emisividad en pantalla	Sí
Compensación de la temperatura reflejada de fondo en pantalla	Sí
Corrección de transmitancia en pantalla	Sí
Tipo de detector	Microbolómetro no refrigerado basado en una matriz de plano focal de 320 x 240 píxeles
Sensibilidad térmica (NETD)	0,05 °C a 30 °C (50 mK)
Banda espectral infrarroja	7,5 μm a 14 μm (onda larga)

Fuente: Catálogo Cámara termográfica

2.6 Determinación de Variables

Para poder determinar las variables se inicia de la **causa** que viene hacer el problema la cual es la **variable independiente** y el **efecto** que viene hacer la solución al problema es decir la **variable dependiente**.

- ❖ **Variable Independiente** es: “Análisis del sistema eléctrico”
- ❖ **Variable Dependiente** es: “ Plan de Ahorro Energético”

2.6.1 Operacionalización de Variables

Aquí se centra su análisis en verificar conceptos, categoría, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

TABLA 3. VARIABLE INDEPENDIENTE: “Análisis del sistema eléctrico”

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Determinar por qué el alto consumo de energía eléctrica y cuáles son sus causas	Eficiencia energética.	Consumo específico de energía eléctrica	kW-h	Medición	Investigación de Campo
		Factor de potencia	Cos ϕ	Medición	Investigación de Campo
		Análisis de armónicos	TDH	Medición	Investigación de Campo
		Calidad de energía.	Norma CONELEC 004-01	Estadística	Tabla numérica

TABLA 4. VARIABLE DEPENDIENTE: “Plan de Ahorro Energético”

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Establecer un plan de ahorro energético.	Uso racional de la Energía.	Corrección del factor de potencia.	Cos ϕ	Cálculo	Computacional.
		Análisis económico	Costo-Beneficio	Cálculo	Computacional.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se refleja toda la información obtenida de los equipos utilizados para las mediciones en los diferentes puntos de la empresa (IMC).

3.1 Levantamiento Eléctrico de la Empresa Hornipan

La hipótesis de la presente investigación permite establecer la relación que existe entre la variable de propuesta para ser implementado un programa de gestión en el consumo eléctrico si se establecen los principales consumidores eléctricos. Es por ello que la lógica de estudio de acuerdo a la secuencia del flujo de energía, partiendo del transformador trifásico instalado de 100KVA - 220/127 V, panel de control principal y de allí a los tableros secundarios y distribución determinando si existe algún tipo de funcionamiento anormal. Los datos obtenidos se analizaran y se presentaran de forma tabulada con su respectivo diagrama unifilar. Una vez estableciendo parámetros de control se establecerá la comprobación de hipótesis.

3.2 Análisis de la Estructura del Consumo de Portadores Energéticos Asociados

En la figura 12 se muestra los porcentajes de consumo de portadores energéticos asociados a la producción de la empresa (IMC), dentro de los principales consumidores esta la energía eléctrica, la gasolina es ocupada en muy bajo porcentaje por sus consumos esporádicos por cuestiones de generación eléctrica auxiliar, al igual que el consumo de diésel que es para transporte, y por último el aceite tipo lubricante. Siendo la energía eléctrica de mayor consumo, de acuerdo a la productividad corresponde un 78,37 %, lo que corresponde a gasolina y diluyentes es 3,7 %; y, en mínimo porcentaje el consumo de lubricantes, es por ello la necesidad de realizar el estudio sobre el sistema eléctrico.

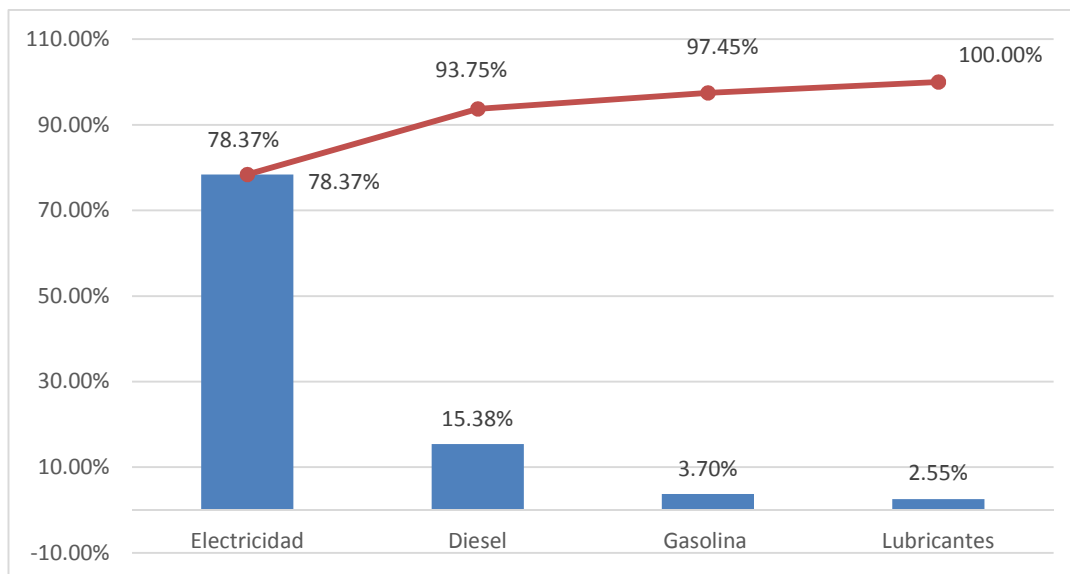


Figura 12. Curva de demanda diaria

Fuente: Datos tomados del analizador de red.

3.3 Estudio de Carga y Levantamiento del Diagrama Unifilar.

El estudio de carga es importante dentro análisis del sistema eléctrico actual es por ello que es necesario partir desde los diagramas unifilares de la empresa, los mismos que permiten tener un panorama global, de la estructura y funcionamiento del sistema de distribución eléctrica de la industria.

Para lo cual de acuerdo a la normativa de la empresa eléctrica ELEPCO S.A. se parte de la acometida, tableros principales, subtableros y alimentadores con carga correspondiente. Para lo cual se trabaja conjuntamente con el personal de mantenimiento quienes guiaron durante todo el proceso de la auditoria energética, para revisar derivaciones y en casos que sea necesario desconexiones.

Dentro de los inconvenientes encontrados en la presente investigación de campo no existen planos de distribución interna de la planta, por lo que no se pueden identificar los circuitos, así como también la designación de consumos ni calibres de conductores eléctricos, los mismos que en primera estancia se procedió al levantamiento de planos unifilares, los mismos que están actualizados hasta la fecha de junio del 2017.

En la figura 13 se muestra el diagrama unifilar principal.

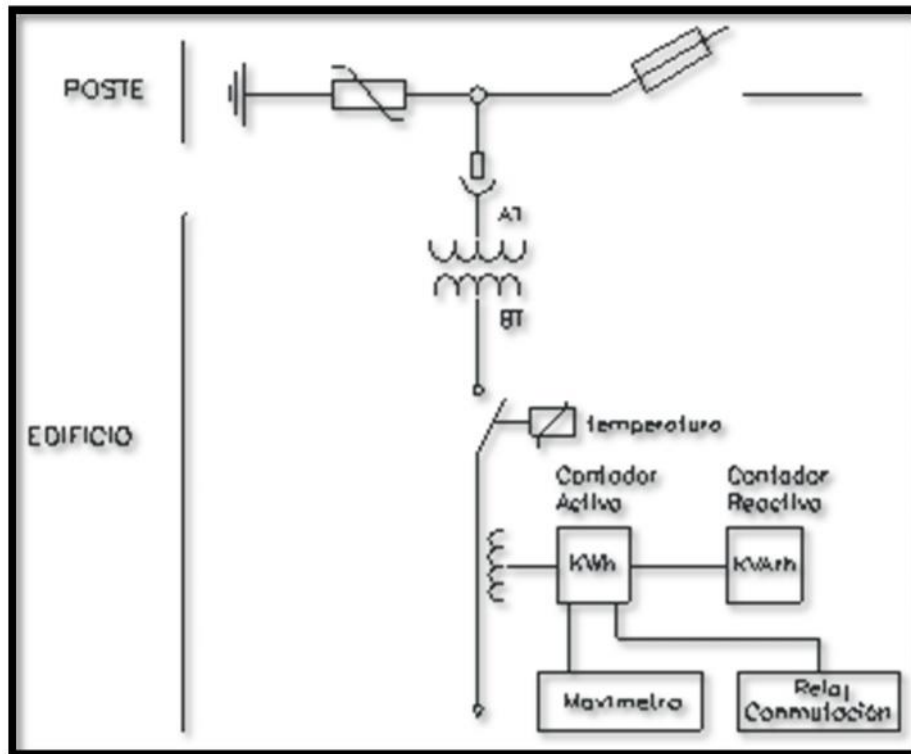


Figura 13. Diagrama unifilar de acometida a la planta

Fuente: Realizado en la planta Hornipan

3.3.1 Consumo mensual de potencia y factor de potencia (f.p.)

De acuerdo al diagrama se establece un periodo de inspección de tres meses continuos mediante el equipo de analizador de red y adicionalmente se posee un histórico de un año de consumo eléctrico y el estado del factor de potencia como se muestra en la tabla 5, para determinar si existe sobrecarga en el transformador y el estado del factor de potencia que de acuerdo a la Regulación 004 ARCONEL 2017 establece que para consumo de energía eléctrica de carácter industrial no debe ser inferior a 0,92, caso contrario se establecerán las sanciones que en la misma regulación se establece.

Tabla 5. TABLA DE HISTÓRICOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Mes de consumo eléctrico	P (kW.h)	f.p. (cos {)
jun-16	3943	0,931
jul-16	3444	0,953
ago-16	4164	0,945
sep-16	3627	0,948
oct-16	3555	0,952
nov-16	3930	0,931
dic-16	3592	0,96
ene-17	3518	0,962
feb-17	3533	0,948
mar-17	3734	0,958
abr-17	3011	0,922
may-17	4037	0,903
jun-17	3509	0,943
jul-17	3409	0,92

Fuente: Realizado de acuerdo a los datos establecidos por ELEPCO S.A.

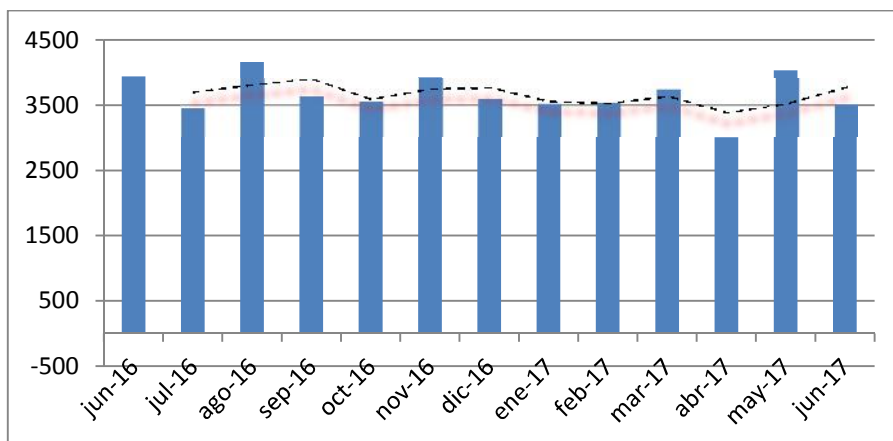


Figura 14. Variación del consumo de kW.h

Fuente: Realizado de acuerdo a los datos establecidos por ELEPCO S.A.

De acuerdo con la figura 14 se observa que existe un consumo mensual que oscila entre los 3011 y 4164 kW.h obteniendo un valor promedio de 3661,3 kW.h, teniendo un consumo promedio de 18,2 kW o 17,79 kVA siendo el transformador de 100 kVA, por lo tanto no existe sobrecarga aunque en determinados espacios de tiempo existen picos de sobre corriente en el consumo, pero no afecta el sistema de suministro eléctrico ya que la carga instalada de acuerdo al consumo promedio está en un 20 %.

3.4 Levantamiento de Información de Voltajes y Corrientes

Es necesario ver el consumo diario de la planta por lo que se instala un analizador de calidad de energía marca FLUKE 1735, que de acuerdo a la Regulación 003- CONELEC establece que se debe instalar por el lapso de 7 días durante las 24 horas del día. En la figura 15 se muestra la variación de voltaje que actualmente posee dentro del presente tablero se determina que no posee las seguridades adecuadas y la conexión Neutro - Tierra no está técnicamente acoplados y existe recalentamiento.

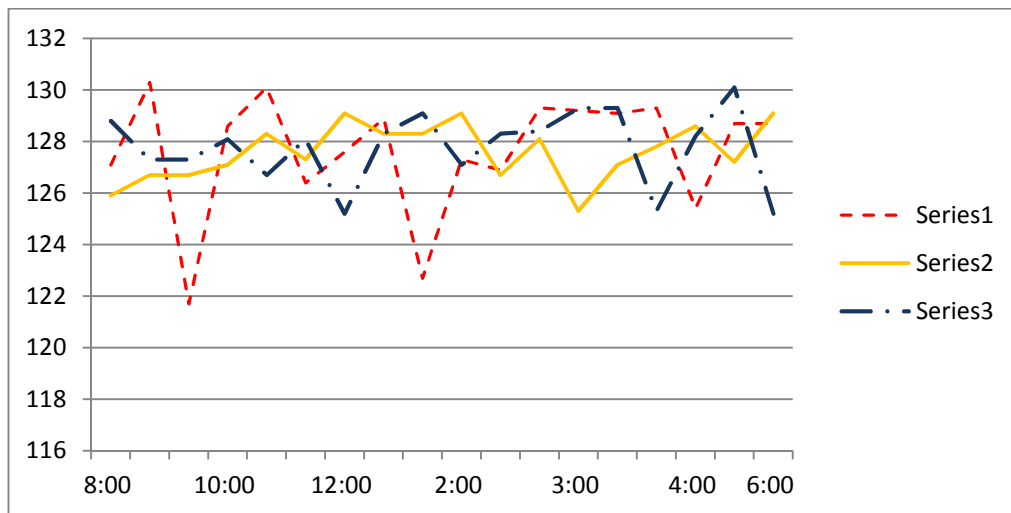


Figura 15. Variación del voltaje en un día de trabajo

De acuerdo a los datos que se obtuvieron se observa que en el día de la jornada de trabajo desde las 8 am hasta las 6 pm presentan en el día pequeñas variaciones de

voltaje que oscilan entre una diferencia de un 5 %, que de acuerdo a la Regulación del CONELEC se encuentran dentro del rango permitido. La caída en las tensiones se ven de forma muy esporádicas en cortos espacios de tiempo eso es por el accionamiento de máquinas troqueladoras.

En la figura 15 muestra las variaciones de corriente (amp) en una jornada laboral y en la figura 16 muestra la variación de corriente durante los siete días de análisis, de acuerdo a esta toma de datos se observa que existe una sobrecarga en la Fase B con respecto a las demás fases, es una corriente de 10 Amp sobre las demás y en horas de trabajo máximo llega a tener un desbalance de 16 Amp. Este inconveniente obligara a que circule corriente del neutro hacia tierra que de acuerdo a las tomas tiene una circulación de 10 A, ya que posee una variación de voltaje entre fases del 16 %.

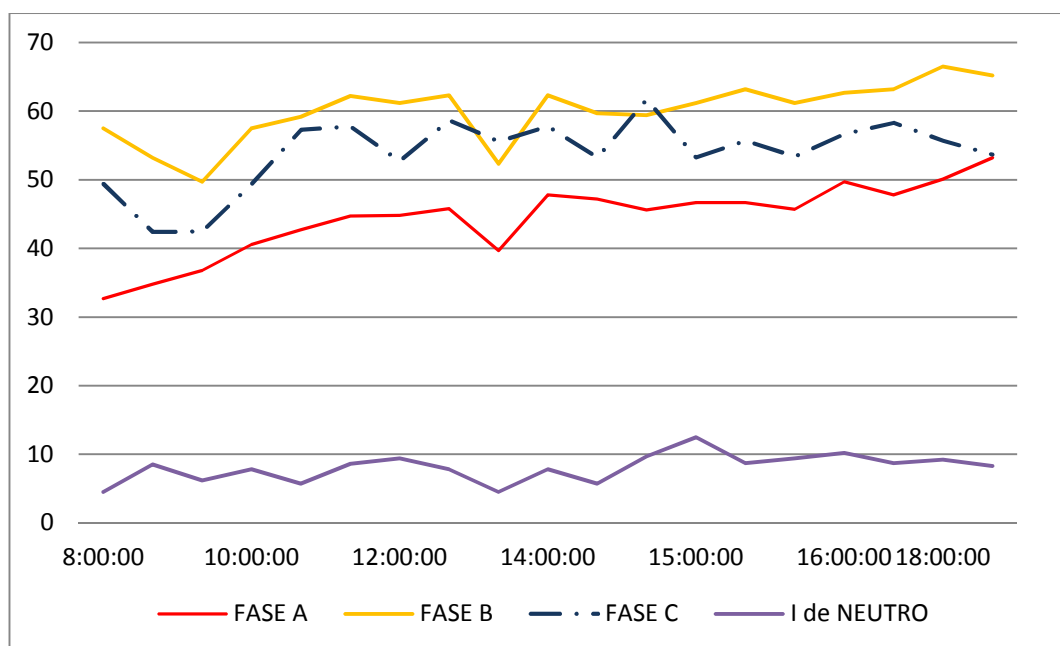


Figura 16. Variación corriente en un día de trabajo

Como se muestra en la figura 17 aproximadamente se mantiene el mismo consumo de corriente todos los días a la misma hora y en la hora del almuerzo de 12 pm a 1 pm hay una baja de consumo eléctrico y quedan maquinas en funcionamiento e iluminación.

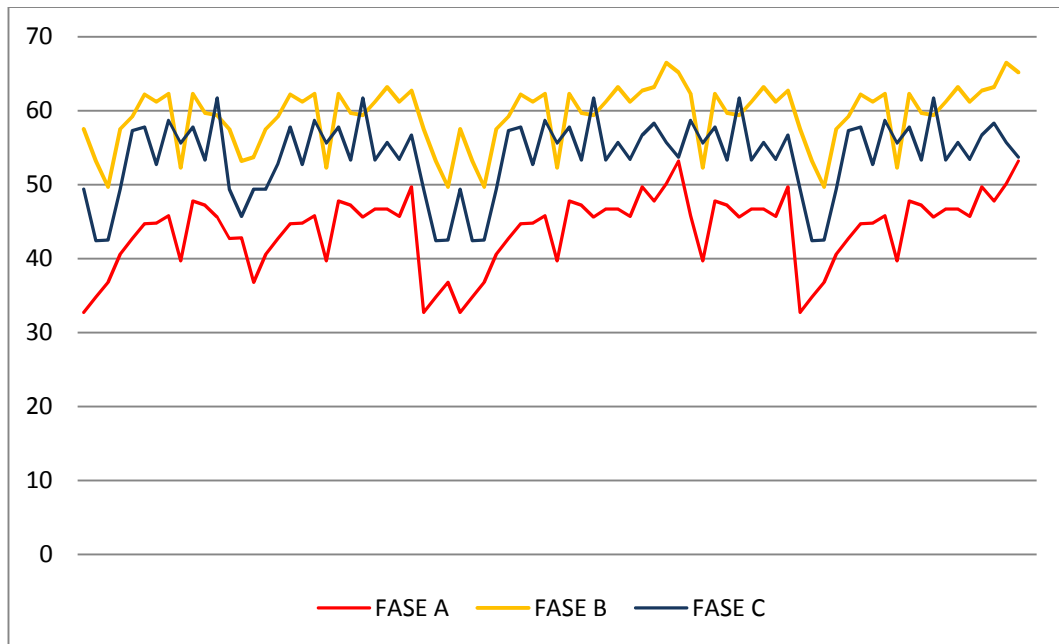


Figura 17. Variación corriente en un día de trabajo promedio en 7 días

Análisis con respecto a la carga por fase

De acuerdo a los datos recolectados considerados en la figura 17 existe una sobrecarga continua en la fase B mientras que la fase A posee poca carga lo que es necesario hacer un balance de carga ya que por la puesta a tierra existe una circulación de corriente. En el voltaje no existe mayor problema ya que se mantiene constante con una variación entre fases inferior al 5% en un promedio general.

3.5 Levantamiento de Cargas

Se debe iniciar con una recolección de datos partiendo de las maquinas más relevantes y de consumo continuo, ya que de acuerdo al levantamiento de información inicial existen centros de carga que no tienen un consumo seguido sino de manera esporádica y en cortos espacios de tiempo de acuerdo a la información recopilada. En soldas o moladoras por efectos de mantenimiento se usan de 15 a 30 minutos diarios, entre los principales datos están la ubicación,

horas al día de funcionamiento, y el tiempo de antigüedad para determinar algún consumo excesivo.

Para el levantamiento de información fue necesario dividir a la empresa en zonas de acuerdo a la distribución de carga, el inconveniente que se encontró es que en determinadas maquinas no era legible la placa técnica por lo que fue necesario hacer tomas continuas de consumo eléctrico y determinar tiempos de funcionamiento y consumo.

Tabla 6. Resumen de la carga actual instalada

ITEM	DISTRIB.	MAQUINA	POTENCIA (kW)	VOLTAJE	CORRIENTE	PORCENTAJE DE CONSUMO	Hrs DIA
1	Tablero # 1	Prensa Hidraulica (PAB 8)	15.921,25	227	46,6	60,6%	6 H
2	Tablero # 2	CNC1 (HPU)	4.496,22	227	13,16	17,1%	5 H
3	Tablero # 3	CLC 1 (HPU	4.851,54	227	14,2	18,5%	4 H
4	Tablero # 3	CZ1	990,81	227	2,9	3,8%	5 H

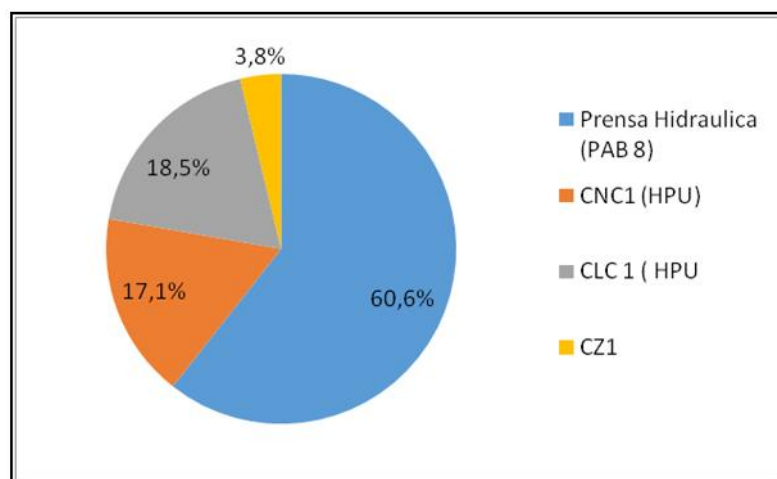


Figura 18. Distribución porcentual de la potencia instalada

Fuente: Realizado por el postulante.

3.5.1 Facturación a la Empresa Hornipan

Para tener una idea clara del consumo eléctrico es necesario realizar un estudio de por lo menos un año, por lo que se tomó en consideración desde mayo del 2016 hasta mayo del 2017. En la tabla 7 se resume los valores significativos.

Tabla 7.Resumen del consumo mensual de la empresa

Mes de Consumo	Fecha de emisión		Demanda (kW)		Energía Reactiva (kVAR)	Factor de Potencia	Total de Consumo (kW)	Total a pagar
	Desde	Hasta	Normal	Pico				
may-16	30/04/2016	31/05/2016	44	5	1,891	0,909	4,12	\$ 558,62
jun-16	31/05/2016	30/06/2016	48	10	1,547	0,931	3,943	\$ 545,01
jul-16	30/06/2016	31/07/2016	48	6	1,092	0,953	3,444	\$ 491,91
ago-16	31/07/2016	31/08/2016	41	6	1,446	0,945	4,164	\$ 542,00
sep-16	31/08/2016	30/09/2016	40	4	1,214	0,948	3,627	\$ 486,87
oct-16	30/09/2016	01/11/2016	41	19	1,147	0,952	3,555	\$ 482,33
nov-16	01/11/2016	01/12/2016	41	13	1,539	0,931	3,93	\$ 522,59
dic-16	01/12/2016	30/12/2017	41	16	1,055	0,96	3,592	\$ 486,96
ene-17	01/01/2017	01/02/2017	41	12	1,136	0,952	3,518	\$ 477,67
feb-17	01/02/2017	28/02/2017	42	5	1,186	0,948	3,533	\$ 484,09
mar-17	01/03/2017	31/03/2017	33	4	1,118	0,958	3,734	\$ 480,38
abr-17	01/04/2017	30/04/2017	42	5	1,266	0,922	3,011	\$ 429,80
may-17	01/05/2017	31/05/2017	41	5	1,922	0,903	4,037	\$ 545,60
jun-17	01/06/2017	30/06/2017	49	7	1,398	0,925	3,409	\$ 493,79

Fuente: Realizado por el postulante considerando planillas de ELEPCO.

3.5.2 Análisis de demanda

De acuerdo a la condiciones de la empresa, existen fechas en las cuales se elevan los consumos eléctricos ya sea por producción o por necesidades urgentes como se observa en la figura 19, en la misma se aprecia que la demanda en horas pico siempre es menor a la normal.

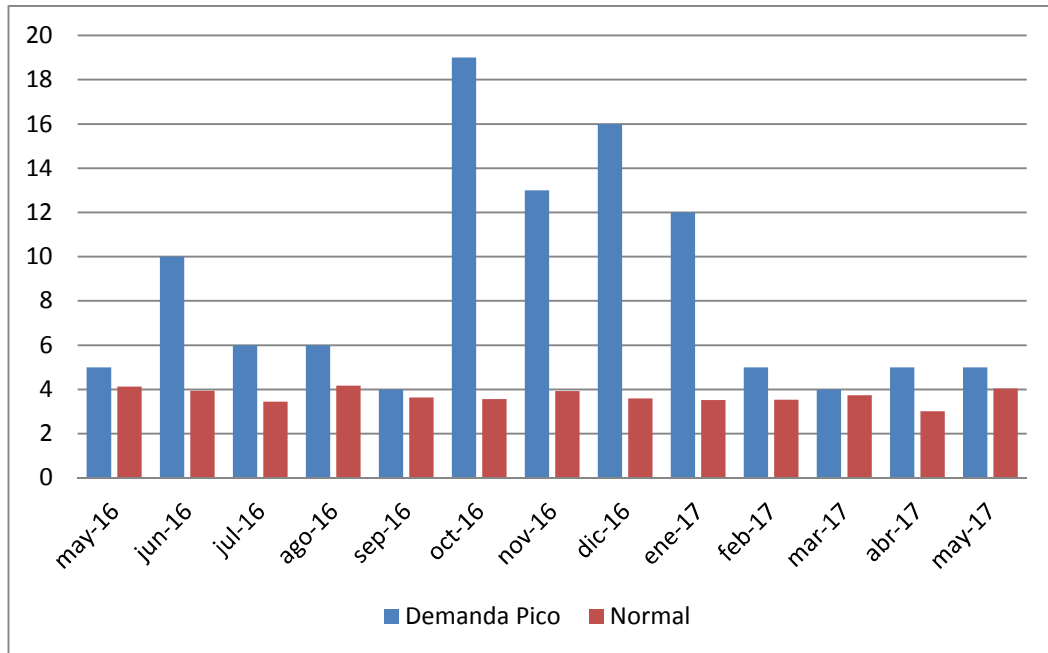


Figura 19.Demanda Requerida y Normal

3.5.3 Curvas de Carga de Hornipán

A continuación se presenta las curvas de carga semanal y diaria, en la figura 20 se puede apreciar que existen picos de carga de manera esporádica lo que provoca que en determinadas horas exista un exceso de consumo de corriente principalmente provocado por el arranque de motores o por cargas esporádicas, que se usan en determinadas horas por corta duración de tiempo como por ejemplo sueldas, moladoras, etc.

Como se observa en la figura 20 la demanda semanal varía y los días 17, 18 de junio baja el consumo en vista que los días sábados se trabaja medio día y domingos no se trabaja.

Los consumos continuos son provocados por las luminarias y equipos de oficina, dentro de la producción estos no exceden el 5 % del consumo general, ya que el transformador tiene una potencia instalada de 100 kVA.

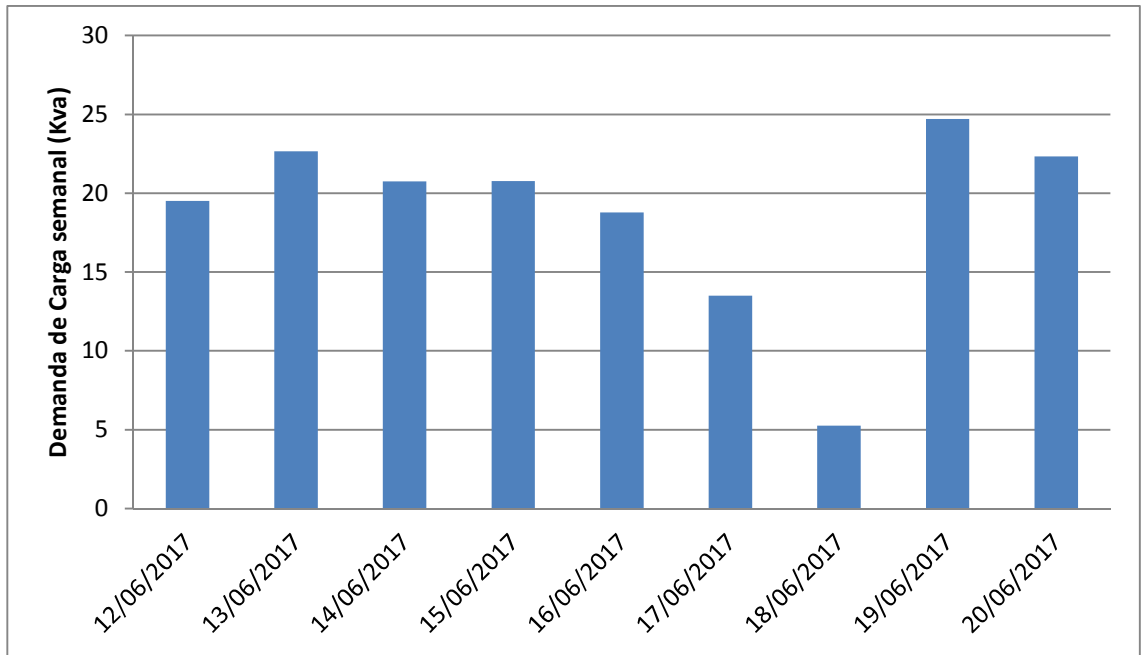


Figura 20. Curva de Demanda de Carga Semanal

Fuente: Realizado por el postulante.

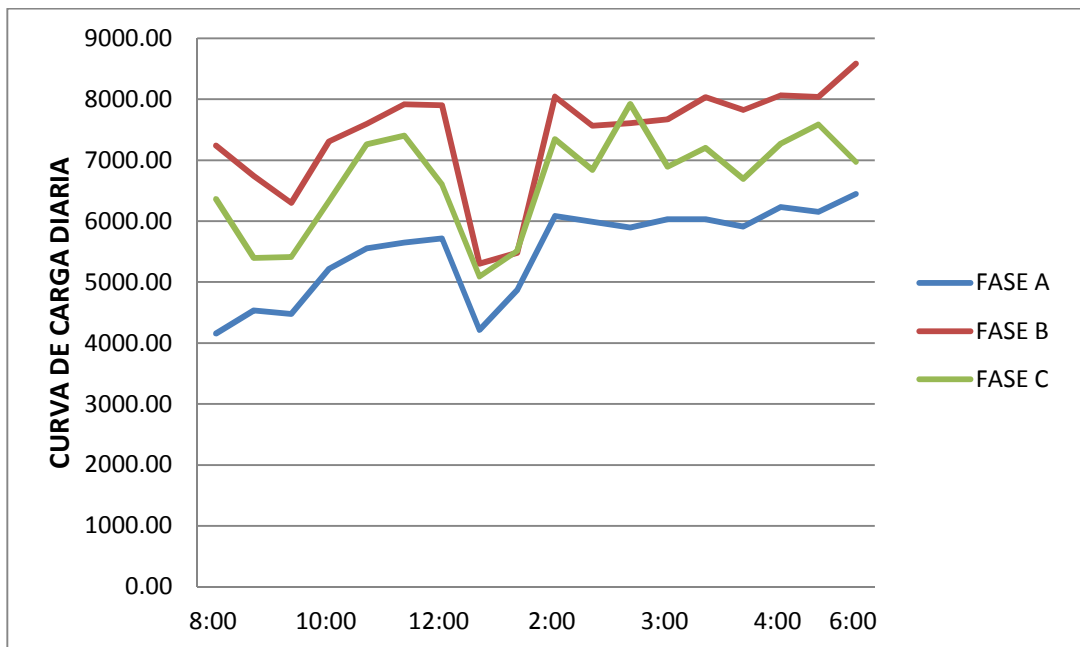


Figura 21. Curva de carga Diaria

Fuente: Realizado por el postulante.

De acuerdo a la figura 21 el consumo diario de la empresa Hornipan es de 20 kVA siendo el transformador de 100 kVA lo que determina que está perfectamente funcionando sin condiciones de sobrecarga. Pero existe un desbalance de carga por fase siendo sobrecargadas la fase B y C. En la Grafica se observa además una baja de consumo eléctrico de 12:00 a 13:00 esto es porque son las horas de almuerzo turnándose el personal para laborar con poca productividad a esta hora.

3.5.4 Valores de Carga por Fase

En la tabla 8 se muestra los valores de consumo por fase y de acuerdo a un valor promedio diario se puede apreciar que la fase A se encuentra con un consumo de 5,50 kVA y la fase B con un consumo de 7,4 kVA existiendo una variación de consumo por fase el 25,5 %, de esta forma se observa que existe un desfasamiento de carga exagerado.

TABLA 8. Resumen de Carga Diaria de la Empresa

Hora	Consumo Fase A	Consumo Fase B	Consumo Fase C
8:00 AM	4156,17	7239,25	6362,72
	4534,44	6740,44	5397,52
	4478,56	6296,99	5410,25
10:00 AM	5217,30	7308,25	6328,14
	5555,27	7595,36	7259,91
	5650,08	7918,06	7404,18
12:00 PM	5716,48	7900,92	6598,04
	4215,03	5298,79	5093,51
	4871,19	5478,41	5512,57
2:00 PM	6084,94	8042,93	7346,38
	5989,68	7563,99	6838,39
	5896,08	7609,14	7922,28
3:00 PM	6033,64	7668,36	6891,69
	6028,97	8032,72	7202,01

	5909,01	7821,36	6691,02
4:00 PM	6232,38	8063,22	7268,94
	6151,86	8039,04	7584,83
6:00 PM	6447,87	8585,15	6973,64
Valores Promedio (kVA)	5,50	7,40	6,67

Como se mencionó el consumo de carga por día es variado, dependiendo de la productividad y horas de trabajo pero lo que se conserva en el día es la sobre carga en las fases B y C, siendo necesario realizar un balance de cargas.

3.6. Medición De Puesta A Tierra

No se observa un pozo de puesta a tierra con mallado, existe únicamente un recorrido de cable de tierra conectado a una varilla coperwell.

De acuerdo a la medición de tierra con el equipo CEM DT 5300 da una resistividad del piso de 128 ohm, en otro punto de tierra se apreció una lectura de 78 ohm. En cualquiera de los dos casos no está dentro de la norma IEEE 80 la misma que establece que para este tipo de instalaciones debe considerar voltajes de toque y choque una resistividad de puesta a tierra menor a 10 ohm para evitar descargas ante un contacto indirecto.

En la figura 22 se muestra una fotografía del tablero principal de distribución de energía en la misma se destaca una pésima conexión a tierra.



Figura 22. Tablero principal

Fuente: Fotografía tomada en Hornipán.

3.7. Análisis Técnico de las Mediciones de las Variables Eléctricas

El análisis técnico corresponde a un veredicto del estado actual del sistema eléctrico, tanto desde un punto de vista de instalación como de consumo y el monitoreo continuo del estado de variables eléctricas como es voltaje, corriente, potencia, armónicos (TDH).

3.7.1 Análisis de mediciones de voltaje del transformador.- En la tabla 9 se observa que el promedio del voltaje nominal del transformador discrepa, es por ello que los parámetros establecidos no cumplen con la regulación de calidad de servicio eléctrico de distribución que establece la Regulación 004/01 -CONELEC

(ARCONEL). Los valores críticos de discrepancia se dan en las horas pico de máxima producción.

TABLA 9. Porcentajes de Variación de Voltaje

Parámetro analizado	Voltaje promedio	Voltaje máximo	Voltaje mínimo	Cumple con la regulación del conelec	Observaciones
FASE A	131,19	133,7	128,1	SI	El 4% de los registros esta fuera de los límites.
FASE B	127,1	137,6	126,1	NO	El 52,3% de los registros están fuera de los limites
FASE C	129,1	134,14	126,7	NO	El 16,7% está fuera de los límites

Análisis del estado actual del voltaje.-De acuerdo a los datos obtenidos existe un inconveniente con el suministro de energía eléctrica cuando más del 5% de las medidas tomadas en 7 días no están dentro de los valores establecidos, en la tabla 10 se muestra la Regulación establecida por el CONELEC.

Tabla 10. Porcentajes de variación de voltaje

Voltaje	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto voltaje	+ / - 7,0 %	+ / - 5 %
Medio voltaje	+ / - 10 %	+ / - 8 %
Bajo voltaje, urbanas	+ / - 10 %	+ / - 8 %
Bajo voltaje, rurales	+ / - 10 %	+ / - 10 %

Fuente: Regulación 004/01-CONELEC.

3.7.2 Análisis de mediciones de parpadeo (FLICKER).

Técnicamente cuando existe cuando existe una elevada variación de corriente y una combinación con la impedancia de la red, provoca perturbaciones en el sistema eléctrico interno generando variaciones excesivas de tensión que se repiten en cortos espacios de tiempo y producen parpadeos en la iluminación, muy notorias en iluminación del tipo incandescente.

Los límites y el procedimiento de medir se encuentra en la regulación del CONELEC 004/01 Literal 2.2.1 (ANEXO).

En la figura 23 se observa las perturbaciones (FLICKER) de voltaje medidos en los 7 días de análisis con intervalos de 10 minutos, aquí se puede determinar que existen perturbaciones pero se encuentran muy debajo del límite que establece la Regulación 004/01.

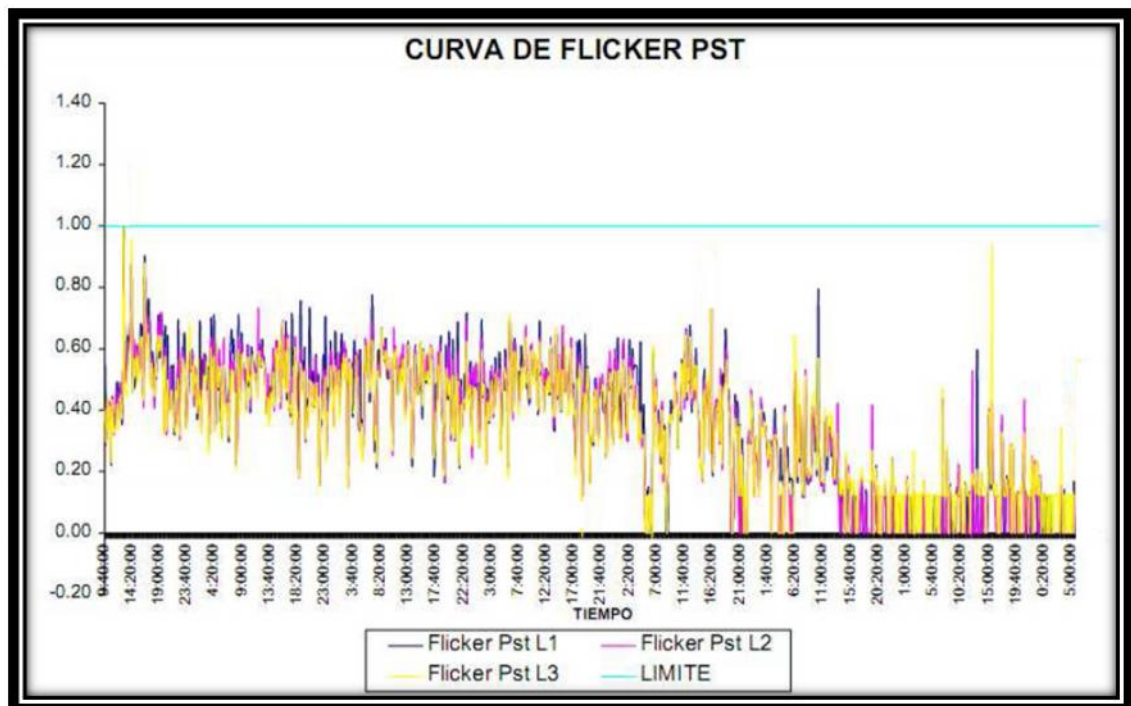


Figura 23.Curvas de FLICKER Generado en el Sistema

Fuente: Datos tomados del analizador de red.

Para analizar la severidad de la perturbación del sistema ocasionado por FLICKER de corta duración (Pst) en intervalos de medición de 10 min, definido en las normas IEC los mismos que son determinados mediante la expresión.

$$P_{st} = \sqrt{0.0314(P_{0.1}) + 0.0525(P_1) + 0.0625(P_3) + 0.28(P_{10}) + 0.08(P_{50})}$$

Ec.1

Donde:

Pst: Índice de severidad del FLIKER

P0.1, P1, P3, P10, P50 : Niveles de Efecto FLICKER que sobrepasan durante 0.1 % , 1 % , 3 % , 10 % , 50 % , del tiempo total de observación.

En la tabla 11 se muestra los valores registrados por el analizador de red durante los 7 días de instalación.

Tabla 11. Registro de calidad FLUKE

Periodo de observación	Niveles de efecto FLICKER
84	P50 = 0,46
17	P10 = 0,46
5	P3 = 1,36
2	P1 = 0
1	P0.1 = 0

Fuente: Realizado por postulante de acuerdo a datos del analizador.

$$x = \sqrt{0.0314(0) + 0.0525(0) + 0.0625(1,36) + 0.28(0,46) + 0.08(0,46)}$$

Pst = 0,504 Este valor se encuentra dentro de los límites establecidos por el CONELEC que son menores a 1.

3.7.3 Análisis de distorsión armónica

En la figura 24 se muestra la gráfica de contenido de armónicos en la red eléctrica de alimentación donde se puede observar que existe un incremento de porcentajes de armónicos en el 5to y 7mo, que de acuerdo a la Regulación del CONELEC 004/01 literal 2.2.2.3 establece que para el 5to y 7mo armónico que puede existir una distorsión armónica de voltaje máxima del 2 %. Cuando la distorsión armónica supera los valores indicados en la regulación, esto provoca pérdidas en las cargas de inducción y disminución de la eficiencia, recalentamientos y pérdida de torque.

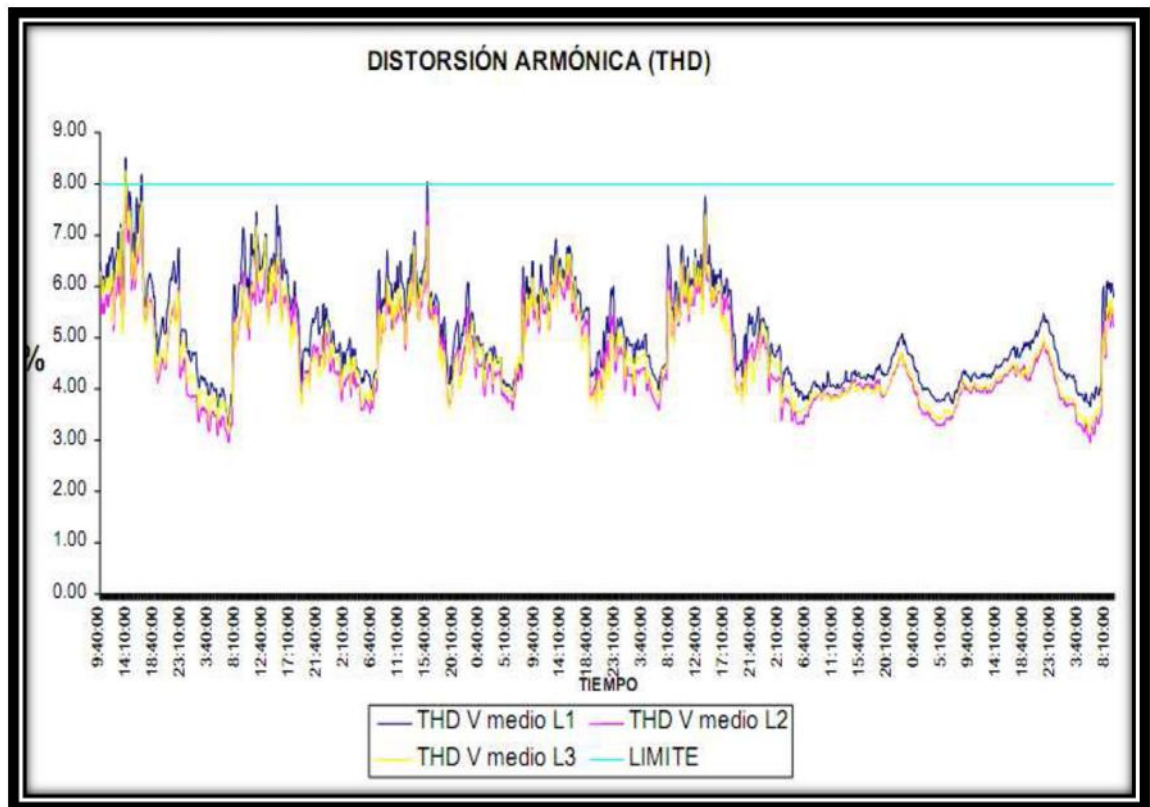


Figura 24.Distorsión armónica (TDH)

Fuente: Datos tomados del analizador de red.

3.7.4 Análisis de la variación del factor de potencia en la jornada laboral (f.p.)

En la figura 25 se muestra la variación del f.p. que en un gran porcentaje supera el 0.92 pero en condiciones momentáneas es inferior a 0,90 esto debido al funcionamiento de motores sin embargo el promedio del día es superior a 0,92.

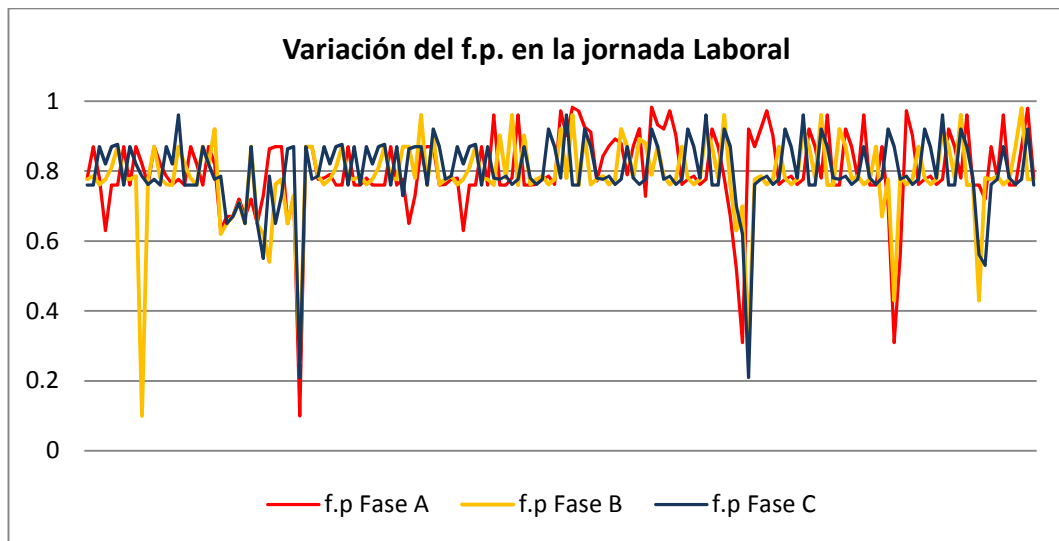


Figura 25. Variación del f.p. en la jornada Laboral

Fuente: Datos tomados del analizador de red.

3.8 Análisis de la Curva de Demanda Diaria

En la figura 26 se muestra el comportamiento de energía que tiene la Industria Metálica Cotopaxi con respecto al consumo de la demanda por día, teniendo una potencia casi inmediata de 2,6 kW a la hora del ingreso a la jornada laboral; obteniendo un incremento de consumo durante el día, hasta llegar a un aproximado de 7,0 kW.

Desde las 12H00 hasta las 13H00 existe una baja en el consumo de energía eléctrica por ser la hora del almuerzo ya que en ese momento permanece solo encendido lo que es luminaria, hornos de resistencias, y equipos de consumo menor.

Desde las 14H00 hasta las 18H00, el consumo se eleva hasta un pico máximo de 8 kW como se muestra en la gráfica.

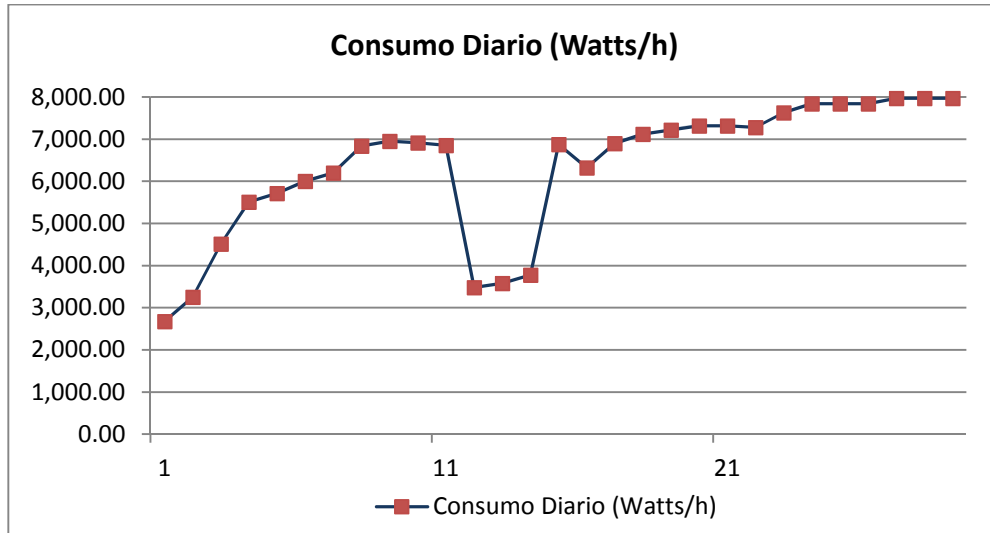


Figura 26. Curva de demanda diaria

Fuente: Datos tomados del analizador de red.

CAPÍTULO 4

4. PROPUESTA

4.1 Tema de la Propuesta

Plan de ahorro energético para la disminución del consumo eléctrico.

4.2 Justificación

La implantación de la matriz energética en el Ecuador obliga a las industrias, al sector productivo y de servicios a enfrentarse a nuevos cambios sobre el uso racional de la energía; a implementarse en cada una de ellas programas basados en normativas nacionales e internacionales.

El uso de la ISO 50001 especifica nuevos retos y oportunidades para minimizar el uso de derivados del petróleo para la generación eléctrica, especialmente en las horas pico de 18 a 22 pm generando políticas internas de eficiencia energética e incluso lograr modelos con certificación energética.

De acuerdo al Ministerio de Electricidad y Energías renovables dice: " La oferta de energía en el Ecuador y posee varias fuentes de generación, en el 2012 consumió 239.5 millones de barriles equivalentes de petróleo (BEP), se aprecia que el petróleo posee la mayor participación con el 76.9%; a continuación sus derivados 17.9%; generación hidroeléctrica con el 3.2%; gas natural 1.1%; y, otros con el 0.9%, como se muestra en el grafico 27.

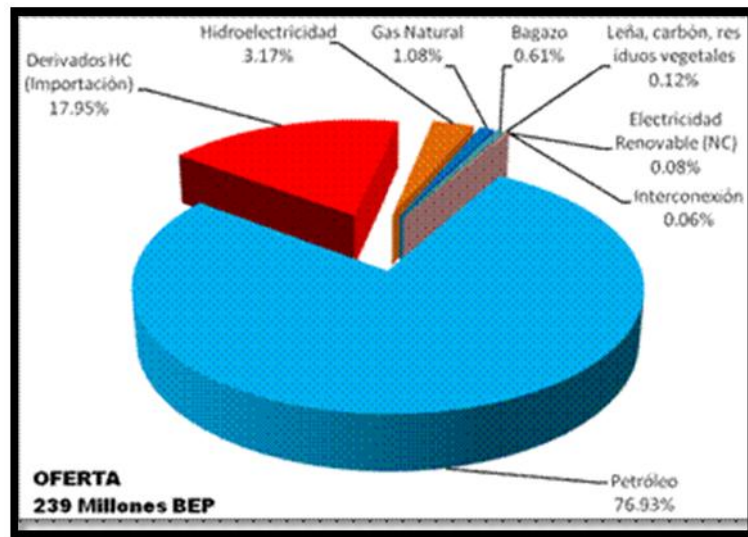


Figura 27. Consumo de energéticos en el Ecuador
Fuente: Ministerio de Electricidad y Energías renovables

La sociedad actual precisa de grandes cantidades de energía para el desarrollo de sus actividades, ya sean de producción de calor o transporte, esta energía generalmente viene suministrada por fuentes de combustible fósiles principalmente porque las fuentes hidráulicas eran la solución, en el país se mantienen las térmicas para conservar la estabilidad del sistema dentro de reactivos y en fechas como noviembre y diciembre aportan con generación al sistema de acuerdo a los datos del CENACE.

La utilización de combustibles de origen fósil tiene la desventaja que contamina el ambiente y contribuye a los efectos del cambio climático que está soportando todo el planeta.

La sociedad actual está obligada a cambiar su paradigma energético empleando fuentes alternativas no contaminantes que favorezcan el ahorro energético de los combustibles no renovables.

El Uso Racional y Eficiente de la Energía es un programa con orientación a una empresa y sus colaboradores tanto administrativos como trabajadores que llegan a tener un papel de gran importancia en la formación de especialistas, los mismos

será capaz de detectar áreas de oportunidad para realizar proyectos viables y rentables de ahorro de energía en sistemas mecánicos y eléctricos.

4.3 Objetivo General

Diseñar un plan energético mediante el uso de normas y reglamentos nacionales e internacionales que permitan establecer un ahorro en el consumo de energía eléctrica en la empresa Hornipan.

4.3.1 Objetivos Específicos

- Realizar el diseño de un plan energético correspondiente y especificar el rol importante de cada uno de los involucrados.
- Generar una estructura que permita establecer pasos y actividades que involucre a todos en la empresa Hornipan.
- Realizar un análisis económico que permita comprender la viabilidad de la implementación del plan de ahorro energético.

4.4 Estructura de la Propuesta

Según norma ISO 50001 publicada en junio de 2011, establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de la energía en una organización para ayudarla a mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir los impactos ambientales, así como a incrementar sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan, todo esto sin sacrificio de la productividad.

Esta norma fue publicada oficialmente el 15 de junio de 2011 por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

La ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua en sus procedimientos y procesos. Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGE, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

Basado en la norma ISO 50001 y considerando la problemática de la empresa se propone la siguiente consideración.

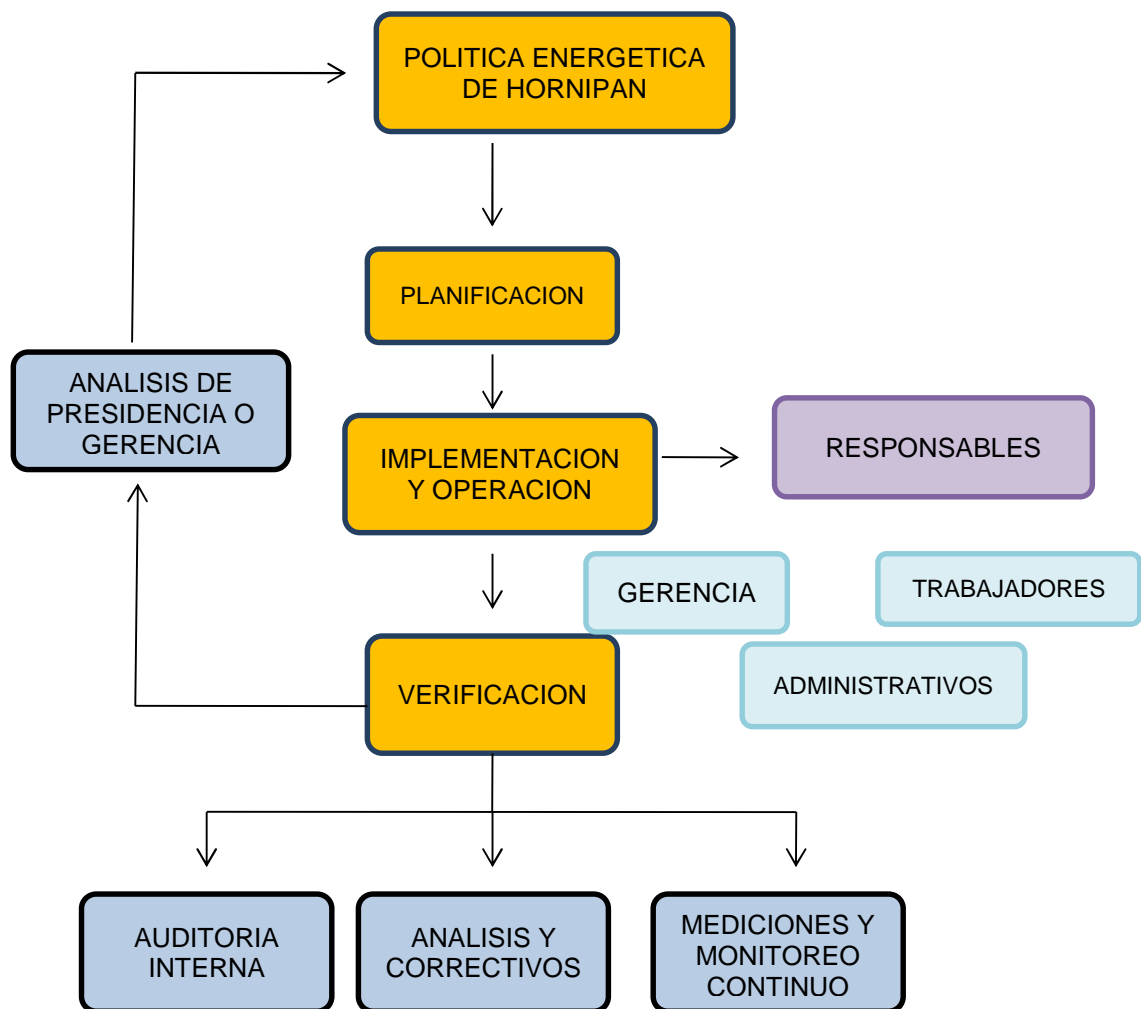


Figura 28. Estructura de un Modelo de Gestión
Fuente: Realizado por el postulante basado en ISO 50001

4.5 Desarrollo de la Propuesta

La presente propuesta consiste en minimizar los consumos excesivos y mejorar las condiciones del sistema eléctrico como es la consideración de políticas internas de reducción de energía, responsabilidades y el análisis económico.

4.5.1 Política Energética

La Empresa Hornipan, dedicada al diseño y construcción de hornos para pan, es una empresa manufacturera consciente de su responsable compromiso con la sociedad, comprometida con el medio ambiente y el uso racional de la energía está comprometida a:

- ❖ Reducir el consumo de energía eléctrica usado en la generación de nuestro producto manteniendo calidad y garantía.
- ❖ Mantenernos a la vanguardia dentro de los aspectos legales con respeto a la energía y medio ambiente.
- ❖ Tener la visión que en un futuro próximo ser una empresa industrial pionera en la utilización de fuentes de energía renovables.
- ❖ Mantenernos siempre en proceso de reingeniería por ende actualizar nuestra política energética y capacitar al personal de la empresa para la mejora del desempeño energético.

En la figura 29 se muestra un diagrama organizacional sobre los encargados del sistema de gestión energética (SGE) de acuerdo a las condiciones empresariales, el comité estará conformado por personal de jefe de producción y mantenimiento ya que son los principales personajes que están dentro de la producción y control.

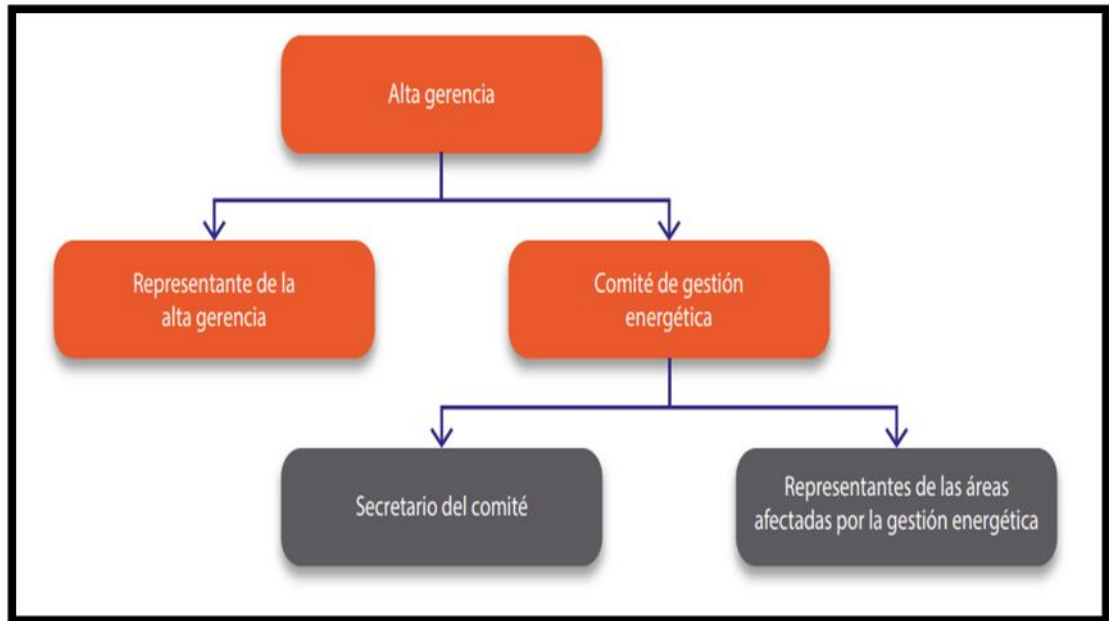


Figura 29.Diagrama organizacional (SGE)
Fuente: Realizado por el postulante basado en ISO 50001

4.5.2 Ciclo de mejora continúa

De acuerdo con las consideraciones empresariales es necesario implementar una mejora continua que permita planificar las acciones iniciales dentro de su plan de ahorro energético basado en los análisis eléctricos iniciales, los mismos que se decidirán qué acciones tomar, para posteriormente verificar el resultado de las acciones tomadas durante la planificación y por ultimo cómo actuar ante circunstancias fuera de control, en la figura 30 muestra el ciclo de mejora continua basado en las políticas empresariales y visiones.

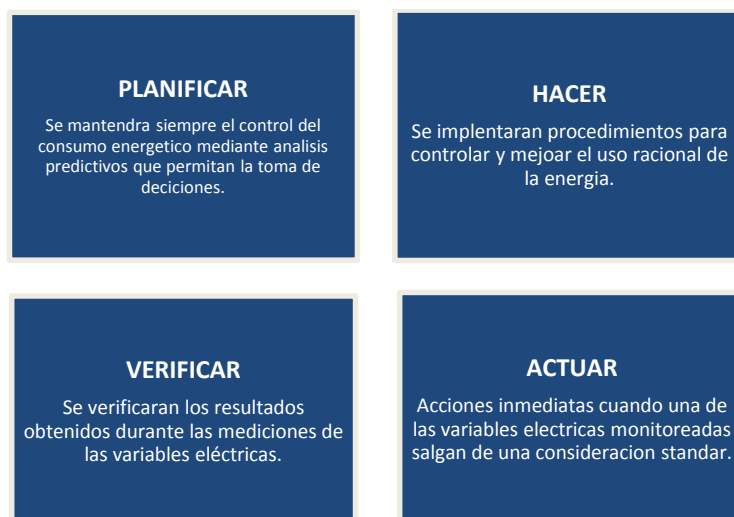


Figura 30. Ciclo de una mejora continua para Hornipán
Fuente: Realizado por el postulante

4.5.3 Compromiso de la Gerencia

Consciente de que la reducción en el consumo eléctrico va más allá de una reducción de la planilla eléctrica el Gerente General de Hornipán Sr. Aníbal Culqui se compromete con la sociedad, la empresa, el medio ambiente y consideraciones que con sigilo lleven a la gestión energética empresarial a aportar con todos los recursos técnicos y económicos para que la empresa sea líder a nivel local y a largo plazo nacional dentro de la eficiencia energética.

4.5.4 Consideraciones para la auditoría interna

Para el control de la auditoría interna, este estará conformado por personal de mantenimiento que puede estar ayudado por algún profesional externo experto en el área de control de consumo energético o auditor. Los mismos que deben actuar con imparcialidad y objetividad en los procesos de evaluación y control de datos informáticos del funcionamiento empresarial así como también guardar la información como secreto empresarial.

El proceso de auditoría debe trabajarse de manera muy estrecha con las condiciones y políticas gerenciales en materia de gestión en la figura 31 se muestra un esquema básico sobre el proceso de auditoría interna.

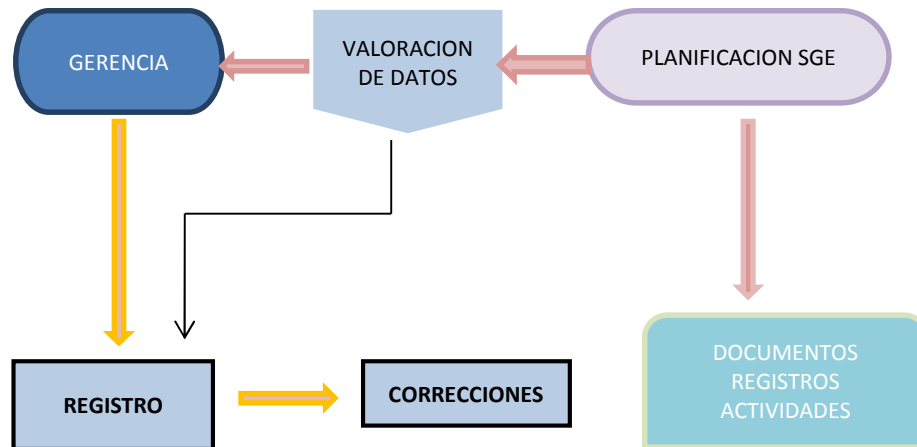


Figura 31. Condiciones de Auditoría Interna

4.5.5 Control de documentación.

La documentación es un papel muy importante para mantener la estadística interna de potenciales consumidores, históricos y pronósticos, para decidir el buen funcionamiento empresarial, en la figura 32 se muestra algunas consideraciones que debe mantener las documentaciones.

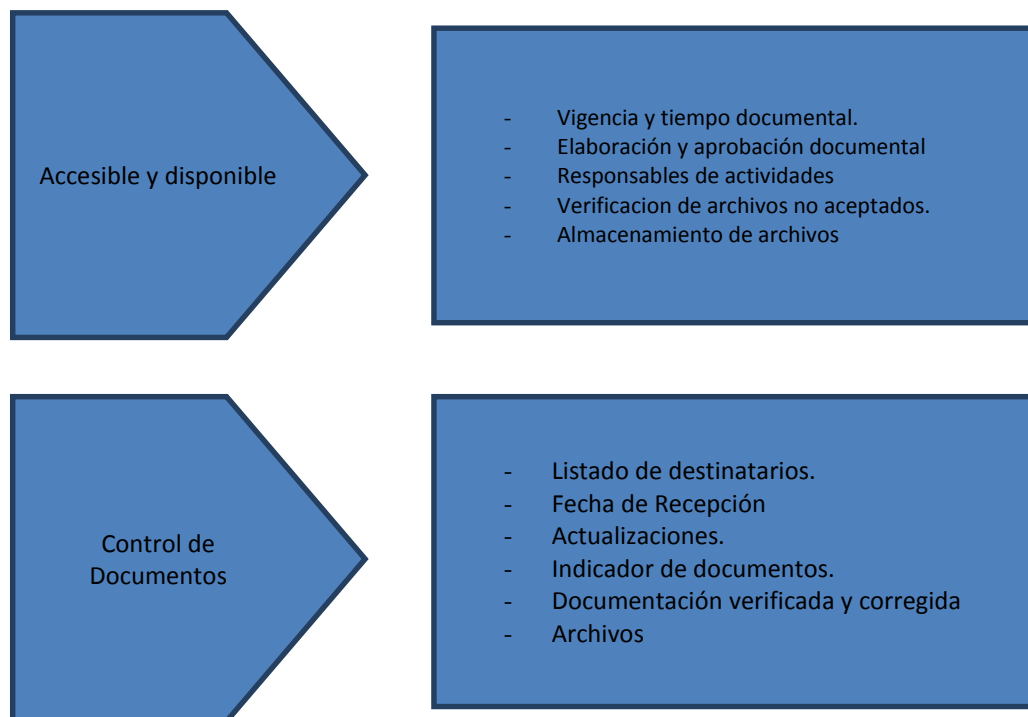


Figura 32. Características documentales

4.6 Implementaciones Tecnológicas para el Control de Consumo Eléctrico

Es necesario implementar equipos tecnológicos para monitorear las variables eléctricas de manera especial al factor de potencia y el equilibrio en el consumo de corriente.

4.6.1 Implementación de sistemas inteligentes para control de variables eléctricas.

De acuerdo al análisis del factor de potencia diario se aprecian horas en las cuales el factor de potencia cae hasta 0,30, esto es por arranques de motor oscilando la variación del factor de potencia inferiores a lo establecido por el CONELEC, es por ello que es necesario implementar un sistema automático que permita medir, controlar y guardar datos para ser analizados de manera diaria, semanal o mensual un equipo ideal para estas condiciones de trabajo puede ser el ION 7500 como

muestra la figura 33 que permite medir visualizar mediante un puerto Ethernet los valores de cada fase y tendría también las funciones de web y haría control.



Figura 33. Medidor de energía ION 7500
Fuente: schneider-electric

a) Aplicaciones:

- Permite realizar análisis de uso eficiente de la energía.
- Permite realizar análisis de la calidad de la energía.
- Verificar costos en la Facturación.
- Permite en tiempo real hacer estudios de carga y pérdidas.
- Permite pronosticar el uso de la carga.
- Evaluación comparativa con respecto al consumo energético.
- Interfaces web y conexión internet.
- Graficas de información de consumo energético.
- Acceso a la red de información local y mundial.

En la figura 34 muestra algunas de las pantallas que ofrece ION 7300 como es análisis de armónicos y calidad de energía. Mediante el software



Figura 34. Medición de armónicos y FLICKERS ION 7300
Fuente: schneider-electric

4.6.2 Implementación de una puesta a tierra

En la condición actual no posee una puesta a tierra es por ello que se ve la necesidad de implementar una malla a tierra que este dentro de las condiciones de diseño técnico con una resistividad inferior a los 10 ohm de acuerdo a la norma IEEE 80. En vista que el galpón es de material de acero galvanizado es necesario que se incorpore un pararrayos de tipo ionizante con un área de cobertura de 50 m de diámetro.

4.6.3 Distribución o balance de carga

De acuerdo al análisis de corriente que se puede apreciar en la figura 15 se mantiene una variación que supera el 5% de desbalance por lo que es necesario realizar un balance de carga teniendo la mayor carga en la fase B y C y el menor consumo en la fase A es por ello que se nota un desbalance en el voltaje ya que tampoco posee una puesta a tierra normalizada para que permita el equilibrio. Por lo que es necesario realizar un balance de carga distribuyendo de manera equitativa a cada fase.

4.6.4 Implementación de un sistema automático para control del factor de potencia (f.p.)

En la jornada laboral el factor de potencia sufre caídas por los arranques de motores por lo que en espacios de tiempo trabaja a condiciones inferiores a lo establecido en la Regulación CONELEC 004/01 que establece que el f.p. debe ser superior a 0,92, por lo que es necesario implementar un sistema automático que permita la corrección del factor de potencia y compense las caídas temporales, en determinadas horas funciona luminarias y cargas resistivas y es por ello que los valores oscilan de 0,9 a 0,94.

a) Corrección del factor de potencia diario

P. promedio = 20,56 kW

Factor de potencia promedio diario = 0,85 $\text{Co} = 64,67^\circ$

Factor de potencia mejorado = 0,95 $\varphi_0 = 18,19^\circ$

Entonces obtener la potencia reactiva proyectada y actual se calcula a continuación:

$$Q = P \times \tan (\varphi)$$

$$Q_1 = P \times \tan (\varphi)$$

$$Q_1 = 20,56 \times \tan (64,67) = 33,16 \text{ kVAR}$$

$$Q_2 = P \times \tan (\varphi)$$

$$Q_2 = 20,56 \times \tan (18,19) = 6,03 \text{ kVAR}$$

El banco de capacitores necesario para corregir el f.p. diariamente está dado por la diferencia de reactivos.

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 33,16 \text{ kVAR} - 6,03 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = 27,13$$

A continuación el valor de la potencia aparente que se tiene con la potencia reactiva actual y con la potencia reactiva proyectada se aprecia una potencia ahorrada.

$$S1 = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S1 = \sqrt{(20,563)^2 + (33,16)^2}$$

$$S1 = 39,01$$

$$S2 = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S2 = \sqrt{(20,53)^2 + (6,03)^2}$$

$$S2 = 21,50$$

$$S \text{ ahorrada} = (39,01 - 21,50) \text{ kVA}$$

$$S \text{ ahorrada} = 17,51 \text{ kVA}$$

Ahorro por corrección de factor de potencia de acuerdo a la normativa de ELEPCO S.A. y la penalización por bajo f.p. se ocupa la siguiente ecuación que corresponde al consumo eléctrico, demanda y comercialización, multiplicada por el factor:

$$Bfp = (0,92 / Fpr - 1)$$

Bfp = Factor de penalización

Fpr = Factor de potencia registrado

Se requiere un banco automático de acuerdo a la carga:

- 3 capacitores de 6 kVAR a 220 vca.
- 3 Contactores tipo C3 de 10Amp.
- 1 Breaker tripolar 3p-10 A.
- Conductores.

4.7. Análisis económico

Es necesario realizar una corrección de manera especial los principales variables eléctricas como se muestra a continuación con sus respectivos valores económicos de acuerdo a la evaluación económica se estima lo siguiente:

Calculo del tiempo de retorno de la Inversión (TIR)

Costo aproximado de implementación tecnológica = 2.484,91\$

Mano de obra e implementaciones internas = 1.350 \$

a) El periodo de recuperación indica el tiempo en el cual después de la inversión iniciada durante la implementación se recuperara. Este indicador es muy importante ya que desde el punto de vista de inversión cuando son períodos largos (tres años) no se considera atractivos de inversión.

Donde

I = Inversión (USD)

AEA = Ahorro económico anual (USD)

$$Ri = \frac{1.350}{2.484,91} = 0,54 \text{ años}$$

b) Calculo Beneficio costo (B / C)

Al aplicar B/C es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos y beneficios a obtener después de la inversión. Tomando a consideración el siguiente criterio.

- $B/C > 1$ Esto quiere decir que los ingresos son mayores que los egresos.
- $B/C = 1$ Ingresos es igual a egreso.
- $B/C < 1$ Esto quiere decir que los ingresos son menores que los egresos.

Se procede a hacer el costo anual, dividiendo la inversión para una serie infinita de pagos.

$$\text{Anualidad} = R / i$$

R = Costo anual.

i = Interés.

Anualidad = Inversión

$$R = I \cdot i$$

$$R = 1350 \cdot 0,04$$

$$R = 54$$

$$B/C = AEA / R$$

$$B/C = 2484,91 / 54$$

B/C = 46,02 (es mayor a 1 es aconsejable la inversión)

c) Cálculo del valor actual neto (VAN)

Consiste en obtener una referencia del valor en condiciones actuales mediante el uso de la tasa de descuento. Mediante el procedimiento se obtiene la pérdida de valor que tienen los flujos por participar en economías inflacionarias es decir se determina como se pierde el flujo en el tiempo para el cual se toma la siguiente consideración.

VAN = Inversión Inicial - d del VA de los flujos existentes.

Cuando un VAN se obtiene un valor positivo se entiende que existe rentabilidad es decir positivamente viable para lo cual se usan las tasa de inflación, las tasas de interés, etc.

$$VA = 1350 / (1 + 0,07)^1$$

$$VA = 1261,68$$

$$\text{VAN} = 1350 - 1261,68$$

$$\text{VAN} = 88,32$$

De acuerdo al cálculo económico se obtiene los siguientes valores que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Resumen de análisis económico

	INVERSION (USD)	AEA (USD/AÑO)	RI (años)	B/C	VAN
Inversión inicial	1350	2484,91	1,2	26,02	88,32

De acuerdo a las condiciones económicas costo beneficio se estima un gasto inicial ya sea por implementación de correctivos e iniciar con un plan interno de ahorro de energía de \$ 3.834,91 se estima un tiempo de recuperación 1,2 años lo cual dentro del punto de vista técnico es viable a mas de ello el VAN que se obtiene es un valor de 88,32 que determina que es técnicamente confiable el proyecto.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al estudio de campo realizado a los tableros eléctricos para determinar la cargabilidad se aprecia que existe un desbalance en la corriente fuera de los rangos establecidos por el CONELEC que acepta un 5% estando el mismo con un desbalance de carga aproximado del 16%.
- Se realizaron mediciones de la puesta a tierra con un teluometro CEM DT 5300 el mismo que realizando cinco mediciones distintas da una resistencia aproximada de 78 ohm que de acuerdo a la norma IEEE 80 con respecto a las distancias de seguridad no podría el sistema de tierra servir como elemento de protección en vista que se debe tener una resistividad menor a 10 ohm.
- Se realizó la medición de variables eléctricas de corriente, voltaje, potencia etc. con el analizador de calidad de energía FLUKE 1735 durante 7 días como establece el procedimiento de análisis del CONEC 004-01 hoy ARCONEL los mismos que se aprecian datos entre los principales que contrasta con las mediciones de corriente y una variación de voltaje del 10% que no cumple con la calidad de suministro, dentro de la distorsión armónica no se tienen inconvenientes ya que se encuentran las mediciones inferiores al 1%.
- Se propone un plan de ahorro energético en vista que se observan lámparas que consumen energía eléctrica sin mayor relevancia. Equilibrar la carga en las fases y adicionalmente instalar un sistema de puesta a tierra que cumpla las normas y este en una resistividad inferior a 10 ohm esto con el objetivo de que no exista desequilibrio en el voltaje.
- El análisis económico propuesto en el plan cumple con la condición de proyecto factible y se establece que puede obtener una retribución positiva después de 1.2 años de la misma manera el VAN nos arroja un valor numérico que ratifica la viabilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los datos y análisis obtenidos es necesario que se tenga un plan interno a futuro de mantenimiento predictivo el mismo que conste análisis de vibraciones en el caso de elementos rotóricos al igual que ensayos de termografía esto con el objetivo de evitar pérdidas eléctricas a causa de temperatura.
- Es necesario ampliar el estudio hacia la coordinación de protecciones y reacondicionamiento de los cables, en vista que mediante la información levantada se observaron cables eléctricos que no estaban técnicamente seleccionados. Y adicionalmente realizar el estudio de modelación y simulación de las protecciones internas.
- Ampliar la investigación hacia el estudio de la influencia de las puestas a tierra antelas descargas eléctricas atmosféricas esto porque actualmente el galpón industrial es de acero galvanizado recubierto que posee una baja resistividad por ende de acuerdo al nivel Isoceraúnico del Latacunga existe una alta probabilidad de descargas eléctricas, y es necesario un sistema de Ionización para su respectiva descarga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (AChEE, 2013). <http://www.gestionaenergia.cl/pdf/ISO50001.pdf>
- (ARCONEL,2017).<http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Pliego-y-Cargos-Tarifarios-SPEE-2017.pdf>.
- Auditoria Energética, <http://www.corpoema.com/CDenergia/ E 01 audito. PDF>)
- Conafe. (2015). Uso eficiente de energía. Chile. Recuperado de <http://www.conafe.cl/clientehogar/Paginas/UsoEficientedelaEnergia.aspx>
- ENERGY EFFICIENCY, (2006-2020) http://awsassets.wwfar.panda.org/downloads/brochure_escenarios_energeticos_para_argentina.pdf
- Faral, A. y Morisio, L. (2011). La eficiencia energética, rentabilidad del negocio y el cuidado del medio ambiente a través del uso de vehículos eléctricos. Uruguay. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/463/1/MCD4230.pdf>
- <http://www.calvoselectronica.com/camaras-termograficas>
- <http://www.viaindustrial.com/producto.asp?codigo=192827>
- <http://www.viaindustrial.com/producto.asp?codigo=192827>
- KUEHL,R.(2001)Diseño de experimentos. Mexico: 2da Edicion, Thomson Learning.
- MACROCONSUL. 2001. Auditoría Energética. [En Línea] Lima Perú, [<http://www.corpoema.com/CDenergia/ E 01 audito. PDF>].
- Mario A. Renzetti, 2008 artículo sobre FACTOR DE POTENCIA.
- (Mediciones Eléctricas, 2016)<https://ingenieriaelectronica.org/medicion-de-potencia-y-energia-mediciones-electricas>
- (Mediciones Eléctricas, 2017), <https://ingenieriaelectronica.org/medicion-de-potencia-y-energia-mediciones-electricas>.

- Ministerio de electricidad y energía renovable, (2012), Plan Maestro de electrificación 2012-2020. Ecuador. Recuperado de <http://www.energia.gob.ec/plan-maestro-de-electrificacion/> 90
- (Moran, 2010) <https://www.freelibros.org/metod-de-la-investigacion/metodos-de-investigacion-gabriela-moran-delgado-y-dario-gerardo-alvarado-cervantes.html>
- OECD/ International Energy Agency, “30 Key Energy Trends in the IEA & Worldwide. 30th anniversary of the International Energy Agency”, Paris, 2005.
- OECD/ International Energy Agency, “WEO 2009 Special Early Excerpt: How the Energy Sector Can Deliver on a Climate Agreement in Copenhagen”, Bangkok, 2009.
- República del Ecuador, (2008). Constitución de la República del Ecuador, Quito, Ecuador: Registro Oficial # 449.
- Twenergy. (2012), Que es la eficiencia energética. España. Recuperado de <http://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>

ANEXOS

REGULACIÓN

004-01 CONELEC

1.3 Responsabilidad y Alcance

Las Empresas Distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de Concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes.

1.4 Organismo Competente

El cumplimiento de los niveles de Calidad de Servicio será supervisado y controlado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, a través de los índices que se establecen en la presente Regulación.

1.5 Aspectos de Calidad

La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

Calidad del Producto:

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones de voltaje
- c) Factor de Potencia

Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones

Calidad del Servicio Comercial:

- a) Atención de Solicitudes
- b) Atención de Reclamos
- c) Errores en Medición y Facturación

1.6 Información

El Distribuidor debe implementar y mantener una base de datos con la información sobre los componentes de la red asociados a la alimentación eléctrica de cada Consumidor, esto es:

- Red de AV.
- Subestación de distribución AV/MV.
- Circuito de MV.
- Centros de transformación MV/BV
- Circuito de bajo voltaje y ramal al que está conectado.
- Identificación del cliente (número de suministro).

La tarea del levantamiento de la información necesaria para la determinación de los índices de calidad en las diversas etapas de control, será responsabilidad del Distribuidor. La información recopilada, deberá ser suficiente para permitir al CONELEC controlar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el

Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en la presente Regulación y en el Contrato de Concesión.

El levantamiento de la información, su procesamiento y análisis, comprenderá:

- a) Las mediciones y/o registros de cada uno de los aspectos identificados en 1.5, realizados en la forma señalada mas adelante en los numerales 2 a 4;
- b) La organización de una base de datos auditable que constituya el soporte de la información anterior;
- c) El cálculo de los índices de calidad para cada uno de los parámetros; y
- d) La información relacionada con los desvíos a los límites señalados en los numerales 2 a 4.

Toda la información sobre mediciones, pruebas y su procesamiento, deberá almacenar el Distribuidor por un período no inferior a tres años y estar a disposición del CONELEC.

La totalidad de la información levantada en las diversas etapas, referente a los controles de la calidad del servicio, deberá remitirse al CONELEC en forma impresa con su respectivo respaldo en medio magnético y en los formatos que éste determine.

1.7 Definición de las Etapas de Aplicación

A fin de permitir a los Distribuidores adecuarse a las exigencias de calidad del servicio, la aplicación de la presente Regulación se ajustará a lo previsto en la Segunda Disposición Transitoria del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad.

Para la Etapa Final, se definen las siguientes Subetapas:

Subetapa 1: de 24 meses de duración.

Subetapa 2: tendrá su inicio a la finalización de la Subetapa 1, con una duración indefinida.

Con anterioridad al inicio de la Etapa Final no se aplicarán penalizaciones por los incumplimientos a las exigencias establecidas en la presente Regulación. El detalle de los incumplimientos y las penalizaciones correspondientes se incorporarán en los respectivos contratos de concesión.

2 CALIDAD DEL PRODUCTO

Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.

2.1 Nivel de Voltaje

2.1.1 Índice de Calidad

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100$$

Donde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

2.1.2 Mediciones

La calidad de voltaje se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 minutos, con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles.

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro de voltaje en cada uno de los siguientes puntos de medición:
 - a) 20% de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3.
 - b) 0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5.
 - c) 0,01 % de los Consumidores de Bajo Voltaje del área de concesión, no menos de 10.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con el registro del voltaje se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

2.1.3 Límites

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

2.2 Perturbaciones

2.2.1 Parpadeo (Flicker)

2.2.1.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Donde:

P_{st} : Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$: Niveles de efecto "flicker" que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

2.2.1.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.

4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de efecto "Flicker" para intervalos de 10 minutos y de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 60868.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de flicker, se efectuarán mediciones de monitoreo de flicker, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.1.3 Límites

El índice de severidad del Flicker P_{st} en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite $P_{st} = 1$ como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano en una muestra específica de población.

Se considerará que el suministro de electricidad no cumple con el límite admisible arriba señalado, en cada punto de medición, si las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia establecido en este numeral, por un tiempo superior al 5 % del período de medición de 7 días continuos.

2.2.2 Armónicos

2.2.2.1 Índices de Calidad

$$V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n} \right) * 100$$

$$THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100$$

Donde:

V_i' : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

V_i : valor eficaz (rms) del voltaje armónico "i" (para $i = 2... 40$) expresado en voltios.

V_n : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

2.2.2.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de distorsiones armónicas de voltaje de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 61000-4-7.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de distorsiones armónicas, se efectuarán mediciones de monitoreo de armónicas, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.2.3 Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (V_i') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_i' y THD') señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive.

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6*25/n$	$0.2 + 1.3*25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

2.3 Factor de Potencia

2.3.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

2.3.2 Medición

Adicionalmente a las disposiciones que constan en el artículo 12 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, el Distribuidor efectuará registros del factor de potencia en cada mes, en el 2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Las mediciones se harán mediante

registros en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

2.3.3 Límite

El valor mínimo es de 0,92.

3 CALIDAD DEL SERVICIO TECNICO

3.1 Aspectos Generales

3.1.1 Control

La calidad del servicio técnico prestado se evaluará sobre la base de la frecuencia y la duración total de Interrupción.

Durante la Subetapa 1 se efectuarán controles en función a Índices Globales para el Distribuidor discriminando por empresa y por alimentador de MV. El levantamiento de información y cálculo se efectuará de forma tal que los indicadores determinados representen en la mejor forma posible la cantidad y el tiempo total de las interrupciones que afecten a los consumidores. Para los consumidores con suministros en MV o en AV, se determinarán índices individuales.

En la Subetapa 2 los indicadores se calcularán a nivel de consumidor, de forma tal de determinar la cantidad de interrupciones y la duración total de cada una de ellas que afecten a cada consumidor.

El período de control será anual, por tanto, los Distribuidores presentarán informes anuales al CONELEC, especificando las interrupciones y los índices de control resultantes.

Sin embargo de lo anterior, los cálculos de los índices de calidad se efectuarán para cada mes del año considerado y para el año completo.

3.1.2 Identificación de las Interrupciones

La información relacionada con cada una de las interrupciones que ocurran en la red eléctrica se identificará de la siguiente manera:

- Fecha y hora de inicio de cada interrupción.
- Identificación del origen de las interrupciones: internas o externas
- Ubicación e identificación de la parte del sistema eléctrico afectado por cada interrupción: circuito de bajo voltaje (BV), centro de transformación de medio voltaje a bajo voltaje (MV/BV), circuito de medio voltaje (MV), subestación de distribución (AV/MV), red de alto voltaje (AV).
- Identificación de la causa de cada interrupción.
- Relación de equipos que han quedado fuera de servicio por cada interrupción, señalando su respectiva potencia nominal.

MEDICIONES ELÉCTRICAS

GUIA DE INSPECCION HORNIPAN					BRANCH				
					Hoja 1	FRECUENCIA			
EQUIPO: MULTIMETRO FLUKE		EDO. DEL EQUIPO FUNCIONANDO		PERSONAL 1 TECNICO		FECHA EJEC.			
DESCRIPCION DE EQUIPO				PARAMETROS					
Item	Cant.	DESCRIPCION	VOLTAJE ENTRE FASES	VOLTAJE TIERRA - NEUTRO	VOLTAJE TIERRA - FASE	VOLTAJE FASE - NEUTRO			
TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL									
		MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	220		117.2			
			VOLTAJE S - T	220		118.8			
			VOLTAJE T - S	208		112			
		VOLTAJE MONOFASICO		VOLTAJE			3	117.2	118.8
		MEDICION DE CORRIENTE		CORRIENTE R		60,6			
				CORRIENTE T		54,2			
				CORRIENTE S		67,4			
		TABLERO DE DISTRIBUCION 2							
				MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	220		117.2	
					VOLTAJE S - T	220		118.8	
VOLTAJE T - S	220					112			
VOLTAJE MONOFASICO				VOLTAJE			1.8	117.2	118.8
MEDICION DE CORRIENTE				CORRIENTE R		44.5			
				CORRIENTE T		32.5			
				CORRIENTE S		50.1			
TABLERO DE DISTRIBUCION 3									
				MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	218		117.2	
					VOLTAJE S - T	218		118.8	
		VOLTAJE T - S	218			112			
		VOLTAJE MONOFASICO		VOLTAJE			1,3	117.2	118.8
		MEDICION DE CORRIENTE		CORRIENTE R		2.81			
				CORRIENTE T		2.75			
				CORRIENTE S		2.54			
		OBSERVACIONES							
		<p>En estos tableros no se puede hacer una medicion a plena carga de corriente debido a que las maquinas conectadas funcionan en forma variada dependiendo de la produccion</p>							

GUIA DE INSPECCION HORNIPAN				BRANCH		
				Hoja 1	FRECUENCIA	
EQUIPO: MULTIMETRO FLUKE		EDO. DEL EQUIPO FUNCIONANDO	PERSONAL 1 TECNICO		FECHA EJEC.	
DESCRIPCION DE EQUIPO				PARAMETROS		
Item	Cant.	DESCRIPCION		VOLTAJE TIERRA -	VOLTAJE TIERRA -	VOLTAJE FASE - NEUTRO

TABLERO 4							
	MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	218		117.2		
		VOLTAJE S - T	218		118.8		
		VOLTAJE T - S	219		112		
	VOLTAJE MONOFASICO	VOLTAJE		2,4	117.2	118.8	
	MEDICION DE CORRIENTE	CORRIENTE R	0.24				
		CORRIENTE T	0.24				
		CORRIENTE S	0.24				
	En este tablero se encuentran conectados tomas corrientes para sueldadoras, esmeriles, cortadoras y otras herramientas						

TABLERO 5						
	MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	220		117.2	
		VOLTAJE S - T	218		118.8	
		VOLTAJE T - S	218		112	
	VOLTAJE MONOFASICO	VOLTAJE		3,2	117,2	118.8
	MEDICION DE CORRIENTE	CORRIENTE R	9			
		CORRIENTE T	8.8			
		CORRIENTE S	9			

TABLERO 6						
	MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	220		117.2	
		VOLTAJE S - T	118		118.8	
		VOLTAJE T - S	118		112	
	VOLTAJE MONOFASICO	VOLTAJE		2,4	117.2	118.8
	MEDICION DE CORRIENTE	CORRIENTE R				
		CORRIENTE T				
		CORRIENTE S				

OBSERVACIONES _____

En este tablero se encuentran conectados tomas para soldadoras, cortadoras, esmeriles y otras herramientas _____

GUIA DE INSPECCION				BRANCH		
HORNIPAN				Hoja 1	FRECUENCIA	
EQUIPO: MULTIMETRO FLUKE		EDO. DEL EQUIPO FUNCIONANDO		PERSONAL 1 TECNICO		
				FECHA EJEC.		
DESCRIPCION DE EQUIPO				PARAMETROS		
				VOLTAJE	VOLTAJE	VOLTAJE
				TIERRA -	TIERRA -	FASE - NEUTRO
Item	Cant.	DESCRIPCION				

TABLERO 7							
	MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S					
		VOLTAJE S - T					
		VOLTAJE T - S					
	VOLTAJE MONOFASICO		VOLTAJE				
	MEDICION DE CORRIENTE	CORRIENTE R					
		CORRIENTE T					
		CORRIENTE S					

TABLERO 8							
	MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	220				
		VOLTAJE S - T	118				
		VOLTAJE T - S	118				
	VOLTAJE MONOFASICO		VOLTAJE		2,4	117.2	118.8
	MEDICION DE CORRIENTE	CORRIENTE R					
		CORRIENTE T					
		CORRIENTE S					

TABLERO 9							
	MEDICION DE VOLTAJE TRIFASICO	VOLTAJE R - S	220				
		VOLTAJE S - T	118				
		VOLTAJE T - S	118				
	VOLTAJE MONOFASICO		VOLTAJE		3,2	117.2	118.8
	MEDICION DE CORRIENTE	CORRIENTE R					
		CORRIENTE T					
		CORRIENTE S					

OBSERVACIONES

**VALIDACIONES
DE PROPUESTA
E
INSTRUMENTOS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

ANEXO 2
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: "Análisis de CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Diseño de un plan de ahorro energético para reducir el consumo de energía."

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none">Identificación de la propuesta.Originalidad.Impacto.	✓			
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none">Determinación clara y concisa.Factibilidad.Utilidad.	✓			
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none">Contribuye a mejorar la organización.Contribuye un aporte para la institución o empresa.	✓			
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none">Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas.Los conceptos son de fácil comprensión.Utiliza terminología básica y específica.	✓			
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none">Presenta un orden lógico.Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta.Se ajusta a la realidad del contexto social.Es sugestivo e interesante.Es de fácil manejo.	✓			
TOTAL	15			

VALIDADO POR:	Nombre: <i>Hs.C. Alvaro Muñoz</i>		
Área de Trabajo.	Título Profesional.	Cargo u Ocupación.	Año de Experiencia.
<i>Energía</i>	<i>ING. ELECTROMECÁNICO</i>	<i>DOCENTE-INVESTIGADOR</i>	<i>8 AÑOS</i>
Observaciones:			
Fecha:	Telf.:	Dirección del Trabajo:	C.I.:
<i>17/JUL/2013</i>	<i>0998859012</i>	<i>Quinto y Ocaña</i>	<i>0502768592</i>

f. 
VALIDADOR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

ANEXO 2
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: "Análisis de CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Diseño de un plan de ahorro energético para reducir el consumo de energía."

3 = MUY SATISFACTORIO 2 = SATISFACTORIO 1 = POCO SATISFACTORIO

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none"> Identificación de la propuesta. Originalidad. Impacto. 	✓			
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Determinación clara y concisa. Factibilidad. Utilidad. 	✓			
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Contribuye a mejorar la organización. Contribuye un aporte para la institución o empresa. 	✓			
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none"> Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas. Los conceptos son de fácil comprensión. Utiliza terminología básica y específica. 	✓			
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none"> Presenta un orden lógico. Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta. Se ajusta a la realidad del contexto social. Es sugestivo e interesante. Es de fácil manejo. 	✓			
TOTAL	15			

VALIDADO POR:	Nombre: <i>LUIGI FREIRE MARTINEZ</i>		
Área de Trabajo:	Título Profesional:	Cargo u Ocupación:	Año de Experiencia:
<i>DOCENTE</i>	<i>ING. ELECTROMECÁNICO</i>	<i>DOCENTE</i>	<i>7</i>
Observaciones:			
Fecha:	Telf.:	Dirección del Trabajo:	C.I.:
<i>18/04/2014</i>	<i>2384420001</i>	<i>UTC</i>	<i>0502523589</i>

f.

LUIGI FREIRE
VALIDADOR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

ANEXO 2
INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

TÍTULO DE LA PROPUESTA: "Análisis de CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA en la INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi. Diseño de un plan de ahorro energético para reducir el consumo de energía."

3 = MUY SATISFACTORIO	2 = SATISFACTORIO	1 = POCO SATISFACTORIO
-----------------------	-------------------	------------------------

ASPECTOS	3	2	1	OBSERVACIONES
1. EL TEMA: <ul style="list-style-type: none"> Identificación de la propuesta. Originalidad. Impacto. 	✓			
2. OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Determinación clara y concisa. Factibilidad. Utilidad. 	✓			
3. JUSTIFICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Contribuye a mejorar la organización. Contribuye un aporte para la institución o empresa. 	✓			
4. FUNDAMENTACIÓN TEORICA: <ul style="list-style-type: none"> Se fundamenta en teorías científicas contemporáneas. Los conceptos son de fácil comprensión. Utiliza terminología básica y específica. 	✓			
5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA: <ul style="list-style-type: none"> Presenta un orden lógico. Tiene coherencia entre si los componentes de la propuesta. Se ajusta a la realidad del contexto social. Es sugestivo e interesante. Es de fácil manejo. 	✓			
TOTAL	15			

VALIDADO POR:	Nombre: <i>Cristian Fabian Calderon Melina</i>		
Área de Trabajo: <i>UTC</i>	Título Profesional: <i>Master Gestión Energética</i>	Cargo u Ocupación: <i>Docente</i>	Año de Experiencia: <i>5 años</i>
Observaciones:			
Fecha: <i>18-07-2017</i>	Telf.: <i>0984698851</i>	Dirección del Trabajo: <i>Au Oriente</i>	C.I.: <i>050884169-2</i>

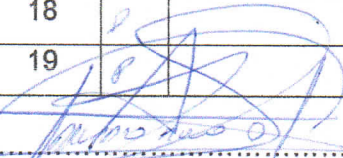
Cristian Fabian Calderon Melina
VALIDADOR.



ANEXO 5

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS		
P = PERTINENTE		NP = NO PERTINENTE
ÍTEMS	A	OBSERVACIONES
1	A	
2	P	
3	P	
4	P	
5	P	
6	P	
7	P	
8	P	
9	P	
10	P	
11	P	
12	P	
13	P	
14	P	
15	D	
16	P	
17	P	
18	P	
19	P	

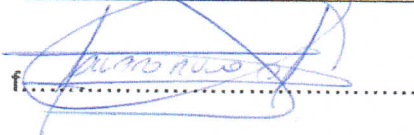
f. 
VALIDADOR
CC. 0507365147



ANEXO 6
CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD

(DEBE COSNTAR TODOS LOS ITEMS DE LA ENCUESTA)

CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD			
O= OPTIMA	B= BUENA	R= REGULAR	D= DEFICIENTE
ITEMS	B	OBSERVACIONES	
1	0		
2	0		
3	0		
4	0		
5	0		
6	0		
7	0		
8	0		
9	0		
10	0		
11	0		
12	0		
13	0		
14	0		
15	0		
16	0		
17	0		
18	0		
25	0		



VALIDADOR
CC 0502788142



ANEXO 7

LENGUAJE

LENGUAJE		
A= ADECUADO		I= INADECUADO
ITEMS	C	OBSERVACIONES
1	A	
2	A	
3	A	
4	A	
5	A	
6	A	
7	A	
8	A	
9	A	
10	A	
11	A	
12	A	
13	A	
14	A	
15	A	
16	A	
17	A	
18	A	

f. 

VALIDADOR

CC. 0502168192



ANEXO 5

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS		
P = PERTINENTE		NP = NO PERTINENTE
ÍTEMS	A	OBSERVACIONES
1	P	
2	P	
3	P	
4	P	
5	P	
6	P	
7	P	
8	P	
9	P	
10	P	
11	P	
12	P	
13	P	
14	P	
15	P	
16	P	
17	P	
18	P	
19	P	

f.
VALIDADOR
CC. 2522572528



ANEXO 6
CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD

(DEBE COSNTAR TODOS LOS ITEMS DE LA ENCUESTA)

CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD			
O= OPTIMA	B= BUENA	R= REGULAR	D= DEFICIENTE
ITEMS	B	OBSERVACIONES	
1	0		
2	0		
3	0		
4	0		
5	0		
6	0		
7	0		
8	0		
9	0		
10	0		
11	0		
12	0		
13	0		
14	0		
15	0		
16	0		
17	0		
18	0		
25	0		

f.

VALIDADOR
CC 0502523583



ANEXO 7

LENGUAJE

A= ADECUADO		LENGUAJE	I= INADECUADO
ITEMS	C	OBSERVACIONES	
1	A		
2	A		
3	A		
4	A		
5	A		
6	A		
7	A		
8	A		
9	A		
10	A		
11	A		
12	A		
13	A		
14	A		
15	A		
16	A		
17	A		
18	A		

f.

VALIDADOR

CC. 2502329589



ANEXO 5

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS

RELACIÓN ENTRE VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E ÍTEMS		
P = PERTINENTE		NP = NO PERTINENTE
ÍTEMS	A	OBSERVACIONES
1	P	
2	P	
3	P	
4	P	
5	P	
6	P	
7	P	
8	P	
9	P	
10	P	
11	P	
12	P	
13	P	
14	P	
15	P	
16	P	
17	P	
18	P	
19	P	

f.
VALIDADOR
CC. 050284769-2



ANEXO 6
CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD

(DEBE COSNTAR TODOS LOS ITEMS DE LA ENCUESTA)

CALIDAD TÉCNICA Y REPRESENTATIVIDAD		
O= OPTIMA	B= BUENA	R= REGULAR D= DEFICIENTE
ITEMS	B	OBSERVACIONES
1	0	
2	0	
3	0	
4	0	
5	0	
6	0	
7	0	
8	0	
9	0	
10	0	
11	0	
12	0	
13	0	
14	0	
15	0	
16	0	
17	0	
18	0	
25	0	

f.

VALIDADOR
CC 050284769-2



ANEXO 7

LENGUAJE

LENGUAJE		
A= ADECUADO		I= INADECUADO
ITEMS	C	OBSERVACIONES
1	A	
2	A	
3	A	
4	A	
5	A	
6	A	
7	A	
8	A	
9	A	
10	A	
11	A	
12	A	
13	A	
14	A	
15	A	
16	A	
17	A	
18	A	

f. 

VALIDADOR

CC. 050284969-2