



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN GRUPO FREYDELL PARA REGULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO**

José Antonio Robles Guzmán

Asesorado por el MSc. Ing. Edgar Estuardo Pérez Barrios

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN GRUPO FREYDELL PARA REGULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ ANTONIO ROBLES GUZMÁN

ASESORADO POR EL MSc. ING. EDGAR ESTUARDO PÉREZ BARRIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

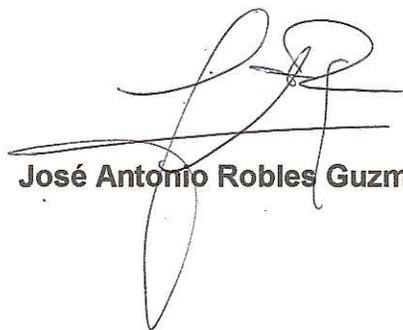
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GRUPO FREYDELL PARA REGULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado, con fecha 07 de mayo de 2014.

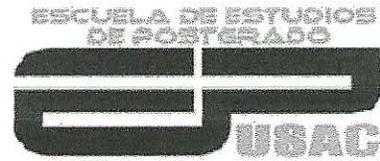


José Antonio Robles Guzmán



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226



000379

ADSE-MEAPP-0003-2014

Guatemala, 07 de mayo de 2014.

Director:
 Ing. Julio César Campos Paiz
 Escuela de Ingeniería Mecánica
 Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación de la estudiante **José Antonio Robles Guzmán** con carné número **90-13409**, quien opto la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría en Energía y Ambiente**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y enseñad a todos"

Edgar Estuardo Pérez Barrios
 Ingeniero Mecánico Electricista
 Colegiado 2930
 MSc. Formulación y Evaluación
 de Proyectos

MSc. Ing. Edgar Estuardo Pérez Barrios.
 Asesor (a)

Ing. Juan C. Fuentes M.
 M.Sc. Hidrología
 Colegiado No. 2,504

MSc. Ing. Juan Carlos Fuentes M.
 Coordinador de Área
 Desarrollo social y energético

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
 Directora
 Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
 /la



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería, Mecánica

Ref.El.Mecánica 184.2014
Guatemala 12 de agosto de 2014

Ingeniero
Hugo Humberto Rivera Pérez
Secretario Académico
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Rivera:

De manera atenta le informo que el estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica, **José Antonio Robles Guzmán**, carnet No. **9013409**, ha cumplido con el proceso de graduación de Licenciatura, mediante la modalidad de "Estudio de Postgrado", presentando a esta dirección su trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GRUPO FREYDELL PARA REGULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO**, asesorado por el Msc. Ing. Edgar Estuardo Pérez Barrios y aprobado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado.


MA. Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica

MA Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR
Esc. Ingeniería Mecánica

c.c Archivo
JC/mjm

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 396.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GRUPO FREYDELL PARA REGULAR EL CONSUMO ELÉCTRICO**, presentado por el estudiante universitario José Antonio Robles Guzmán, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 6 de agosto de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme dado la vida y el conocimiento para obtener mí meta.
Mis padres	José Antonio Robles Flores (Q.E.P.D), por ser mi fuente de inspiración en la vida y Emma Guzmán de Robles, por su apoyo incondicional.
Mi novia	Carmen Lilian Campos, por estar siempre a mi lado.
Mi tía	Rosa Guzmán, por estar constantemente preocupada por mi bienestar.
Mis madrinas	Ingrid Rivera y Carmen Campos por su apoyo.
Mis primas	Liseth Rivera y Nineth López por ser personas muy importantes en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios que me abrió sus
puertas para lograr mí objetivo.

Facultad de Ingeniería

Por ser la que me dio tantos momentos de
satisfacción.

Mi amigo de la Facultad

Jaime Fernando Trinidad, que me apoyo en mi
carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	21
5. ALCANCES.....	23
6. MARCO TEÓRICO.....	25
7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	35
8. METODOLOGÍA.....	39
9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	43

10. CRONOGRAMA	47
11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	49
BIBLIOGRAFÍA.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Gráfica de la cantidad de cable que existe por calibre	43
2.	Gráfica de periodo laboral del equipo por semana.....	46

TABLAS

I.	Proyectos pilotos de eficiencia energética por CNEE	3
II.	Medidas de baja o nula inversión para un ahorro energético.....	6
III.	Sustitución de lámparas en un taller automotriz por Instituto Politécnico Nacional de México.....	8
IV.	Beneficios obtenidos por cambio de luminarias en el taller automotriz	10
V.	Acciones de la Comisión Nacional de Energía de Chile en edificios públicos y privados.....	11
VI.	Logros energéticos en los edificios de Santiago de Chile, región metropolitana entre 1997 al 2000.....	12
VII.	Clasificación del cable eléctrico según su calibre en las instalaciones	44
VIII.	Calibre de cables recomendado para cada dispositivo	45
IX.	Cronograma de actividades	48
X.	Personal necesario para el proyecto	49
XI.	Recursos físicos necesarios para el proyecto	50
XII.	Recursos tecnológicos necesarios para el proyecto	50
XIII.	Recursos materiales necesarios para el proyecto.....	50

XIV.	Resumen financiero	51
XV.	Balance general de los costos necesarios del proyecto	52

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A / C	Aire Acondicionado (<i>Air Conditioning</i>).
Bar	Bar, 1 bar = 1×10^5 N/m ² .
CV	Caballo de vapor, 1 CV = 736 watts.
AWG	Calibre de alambre estadounidense (<i>American Wire Gauge</i>).
CO ₂	Dióxido de carbono.
Gwh	Gigavatio hora, 1 Gwh = 1×10^9 Wh.
J	Joule o Julio, 1 J = $9,5 \times 10^{-4}$ BTU.
Kg	Kilogramo, 1 Kg = $1, \times 10^3$ g.
KVA	Kilovoltios amperios.
Kwh	Kilovatio hora, 1 Kwh = 1×10^3 wh.
M ²	Metros cuadrados.
PSRI	Periodo Simple de la Recuperación de la Inversión.
Tn	Tonelada, 1Tn = 1×10^3 kilogramos.
W	Watt, 1 watt = Joule / segundo.

GLOSARIO

Auditoria energética	Inspección para encontrar oportunidades de reducción de la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.
Balastro	Equipo que sirve para mantener estable y limitar un flujo de corriente para las lámparas.
Biomasa	Materia orgánica originada en un proceso biológico y es utilizada como fuente de energía.
Cambio climático	Modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional.
Combustible fósil	Material orgánico que se encuentra enterrados y se formo por la descomposición de plantas y animales que fueron convertidos en petróleo crudo, gas natural al estar sometidos al calor y presión de la corteza terrestre durante cientos de millones de años.
Compresor alternativo de pistón	Compresor de gases que funciona por el de desplazamiento de un émbolo dentro de un cilindro.
Corriente eléctrica	Cantidad de flujo de carga que pasa por alguna región de espacio.

Energía renovable	Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.
FODA	Herramienta de análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, que esté actuando como objeto de estudio en su momento determinado del tiempo.
Gas natural	Formado por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo.
Hidráulica	Estudia las propiedades mecánicas de los fluidos en movimiento.
Hidroeléctrica	Aprovechan la energía potencial que posee la masa de agua de un cauce natural para producir energía eléctrica.
ISO 50001	Normativa estándar donde se establecen los requisitos para el implementar un sistema de gestión de energía.
Lámpara fluorescente	Consiste de tubos de vidrio con 2 electrodos en sus extremos, en el interior tiene argón y vapor de mercurio con un revestimiento de sustancias fluorescentes, existen diversos tipos como T5, T8, T12 y compacta.

Lámpara incandescente	Dispositivo que produce luz mediante el calentamiento de un filamento metálico.
Matriz energética	Representación cuantitativa de toda la energía disponible de un determinado territorio.
Multímetro	Instrumento eléctrico para medir magnitudes eléctricas.
Neumática	Se dedica al estudio y aplicación del aire comprimido.
Panel solar fotovoltaico	Formado por un conjunto de celdas fotovoltaicas que producen electricidad.
Soldadura oxiacetilénica	Se usa un soplete que utiliza oxígeno como comburente y acetileno como combustible.
Soldadura MIG	Proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible.
UNE EN 16247	Norma europea sobre Auditoría Energética.
Voltaje	Presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica sobre las cargas eléctricas en un circuito eléctrico cerrado.
VOSO	Técnica utilizando la vista, olfato, tacto y olfato para determinar una potencial falla en el equipo.

RESUMEN

El estudio está basado en la necesidad de instituir un instrumento que abarcara el descontrol del consumo eléctrico en Grupo Freydell, detallando cuáles son las acciones a seguir para la solución del problema.

Al analizar diversos proyectos energéticos de organizaciones internacionales, se puede determinar que tienen en común crear mecanismo para el control en el consumo, realizar investigaciones para dimensionar el problema, evaluaron las posibles soluciones e implementar la más adecuada, obteniendo beneficios en la reducción energética y emisiones de CO₂.

En la empresa se detectaron aspectos perjudiciales al consumo energético como: malas prácticas laborales, balance de cargas inadecuado, mal estudio de lúmenes por sección, variedad de tecnología en iluminarias y bajo nivel de iluminación natural, por lo que surgen las dudas de ¿por qué surgieron? y ¿qué se está haciendo?

Como empresa para poder ser competitiva se debe hacer lineamientos que lleven a mejorar día a día; con el estudio energético se logro armonizar la relación de costos energéticos *versus* beneficios económicos, ayudando a la reducción de emisiones toxicas al ambiente.

El presupuesto del estudio se basó en la factibilidad operativa, técnica y económica.

OBJETIVOS

General

Identificar cuáles son las causas principales que afectan negativamente al costo en el importe eléctrico mensual en las instalaciones de Grupo Freydell, a través de una investigación de campo.

Específicos

1. Evaluar la situación actual de las instalaciones de la empresa para saber el uso, rendimiento y calidad de los dispositivos eléctricos a través de una auditoría energética.
2. Realizar un diagnóstico cuantitativo que permita identificar todas sus fortalezas y debilidades.
3. Determinar las estrategias de mitigación que permitan solucionar el consumo inadecuado, tanto en el área de taller como en las oficinas y formular normativas de conducta sobre la correcta forma de utilizar los dispositivos eléctricos.

INTRODUCCIÓN

En la matriz energética de Guatemala, el 24.47 % de la generación eléctrica es a través de combustibles de origen fósil y 51.4 % es procedente de hidroeléctricas.

La generación eléctrica a través de combustibles fósiles es más estable que la generación a través de la fuerza hidráulica, ya que depende de los niveles de sus embalses y las otras fuentes de generación a través de energías renovables solo cubren el 24.13 % de la demanda.

En la actualidad el país compra combustibles fósiles a otros países productores, pues la producción nacional no cubre la demanda y la mayoría es importada.

Cuando se eleva el precio del barril de petróleo, los costos de operación, generación y distribución eléctrica nacional tienden al alza. Dando la opción a que las empresas comercializadoras eléctricas traten de incrementar el valor del kilowatt-hora en la factura.

Los motores de combustión interna que son utilizados para la producción de generación eléctrica, consumirán más combustible al ir aumentando la demanda eléctrica y aumentaran las emisiones de CO₂, incidiendo directamente en el cambio climático.

Para mitigar el efecto que se está produciendo al ambiente las empresas guatemaltecas deben incorporarse en una época de manufacturación verde, lo que indica que hay que hacer cambios para que exista una producción más limpia.

Grupo Freydell es una industria que se dedica al remozamiento de vehículos colisionados y reparaciones mecánicas.

Tiene un alto consumo eléctrico mensual, lo que le representa un costo elevado en la factura.

Consiente que hay que buscar nuevas alternativas o modificaciones para producir sin afectar más el medio ambiente, busca la(s) solución(es) para reducir su consumo eléctrico.

En la actualidad no cuenta con un estudio que este enfocado en proponer soluciones al gasto inadecuado; no se ha analizado el consumo innecesario y la posibilidad de implementar sistemas de energías renovables.

Por lo que el fin de presentar una eficiencia energética es que el consumo de energía eléctrica sea el adecuado, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin afectar el confort de los trabajadores y la calidad de los servicios dentro de la compañía.

Para realizar cualquier acción que lleve a la eficiencia energética es necesario conocer el proceso paso a paso que la empresa aplica, para la entrega de los vehículos terminados, siendo estos en términos generales:

- Ingreso y registro del estado actual del vehículo
- Inspección técnica de los trabajos a realizar
- Preparación del presupuesto
- Reparaciones mecánicas y de enderezado
- Pintado
- Inspección final y entrega

Antes de empezar la investigación se debe tener claro que la eficiencia energética es una optimización de los recursos, es decir la correcta utilización de los dispositivos energéticos y aplicación de nuevos sistemas de generación eléctrica.

Para implementar un programa de ahorro energético es necesario realizar una auditoría energética, la cual es una evaluación del estado, uso y rendimiento de los dispositivos eléctricos, esto determinara los puntos que están generando costos eléctricos innecesarios.

Dado a que debe existir un orden en cualquier proceso de investigación el estudio se basa en normativas como ISO 50001, la cual da los requerimientos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de administración de energía y UNE EN 16247 (norma europea) la cual define los atributos de una auditoría energética de calidad.

La idea de encontrar una forma de cómo se puede reducir la intensidad energética es el objetivo principal de este plan, para apoyar la economía de la empresa, no poniendo en riesgo la eficiencia de la misma.

La implementación de este proceso de eficiencia energética está compuesto por gestiones como:

- Investigación de campo
- Investigación en el mercado sobre dispositivos ahorradores
- Análisis de propuesta de mitigación
- Propuestas
- Implementación de propuestas

Pudiendo mencionar las acciones de la investigación de campo a:

- Auditoria energética en la cual se obtendrá un panorama amplio de la utilización del flujo eléctrico dentro de las instalaciones, abarcando a:
 - La iluminación, donde se analiza la calidad de las luminarias y el cableado de alimentación.
 - El rendimiento de los equipos para que no sobrepasen su esfuerzo permisible.
- El análisis VOSO, en el cual se utilizan partes del cuerpo humano como instrumentos de inspección.
- Mediciones eléctricas con aparatos que determinen los diversos parámetros eléctricos en los circuitos.

- Inspección en la seguridad industrial.
- Análisis FODA donde podemos hacer un balance de los aspectos positivos y negativos que pueden fortalecer o debilitar a la empresa.

Con la información que se obtiene de los análisis se proponen medidas de mitigación que no generen costos y las que si generan.

Al conocer la situación de la empresa y los diversos productos que ayuden a optimizar el servicio eléctrico, se presentan las soluciones que sirvan a eliminar el problema por el cual están pasando actualmente la empresa.

1. ANTECEDENTES

Basado en que hay que consumir la energía responsablemente en nuestra vida, se planteó este estudio, se verificó proyectos con metas similares al de este estudio de organizaciones naciones e internacionales donde los hayan realizado con éxito, utilizándose como apoyo, de las cuales mencionamos las siguientes:

- Proyectos pilotos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala.
- Proyecto transferencia tecnológica y Producción más Limpia en general de los talleres Casa Pellas, Nicaragua.
- Análisis del potencial de ahorro de energía eléctrica sin inversión, Ministerio de Economía de Panamá.
- Proyectos de Producción más Limpia dentro del sector de talleres automotrices en México. Instituto Politécnico Nacional de México.
- Eficiencia energética en edificios públicos y privados en Santiago de Chile, región metropolitana, por la Comisión Nacional de Energía de Chile.
- Plan de Eficiencia Energética del Hospital San Pedro, España.

Los pasos que se necesitaron para obtener beneficios de cada proyecto de ahorro energético se detallan en los párrafos siguientes por institución.

Proyectos pilotos de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala a entidades tanto del sector público como privadas dentro de los segmentos de industria, comercio y servicio.

Los planes se basaron básicamente en cambio de iluminarias de tecnología que necesitan menos amperaje, equipos que desplacen la cantidad correcta de Btu del ambiente de trabajo, así no dimensionarlos y estufas que consumen menos biomasa.

Para la selección de equipos y tecnologías, la Comisión tomó en consideración todas las tecnologías disponibles en el mercado nacional siempre y cuando se cumpliera con las características y especificaciones técnicas requeridas para el desarrollo de cada uno de los proyectos a realizar, y para la decisión final se toma en consideración que cumpliera con estos requisitos y que resultare la alternativa de menor costo.

Los nueve proyectos pilotos que fueron implementados, debido al cambio de iluminarias se obtuvo un ahorro bastante representativo en el consumo de kw-hrs; debido al cambio de equipos de A/C se obtuvo un ahorro de consumo de kw-hrs al año de 73 818 que represento Q 100 459,00, y un ahorro de 1 588 toneladas de biomasa al año, representando un ahorro de Q 67 686,00, significando una reducción del CO₂. Esto indica que en varios casos hay que hacer una inversión inicial, pero al transcurrir de los años se ven los beneficios, los cuales se describen en la siguiente tabla I.

Tabla I. **Proyectos pilotos de eficiencia energética por CNEE**

Beneficiario	Descripción	Ahorro Kwh al año	Ahorro Q al año
McDonald's Calle Martí	Suministro e instalación de 2 equipos de A/C tipo paquete	73 818	100 459
Taco Bell zona 4	Instalación de 6 lámparas de 400 w haluro metálico	14 434	36 018
Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala	Instalación de 125 lámparas de 2 x 32 y 192 lámparas de 4 x 32 W (tecnología T8)	62 211	203 416
Organismo Judicial Edificio Jade	Instalación de 94 lámparas de 2 x 32 W (tecnología T8) y cambio de tarifa.	20 033	35 429
Camara de Industria de Guatemala	Instalación de 245 lámparas de 2 x 32 W, 53 lámparas de 4 x 32 W (tecnología T8), 121 lámparas fluorescentes compactas autoblastradas de 8 W, 78 lámparas contra polvo y humedad 2 x 32 W tecnología T8.	38 665	67 686
Fundación Solar	Instalación de 245 estufas ahorradoras de leña, 233 tipo plancha y 12 tipo nixtamalera	1 588 Tn/año	499 800
Universidad de San Carlos de Guatemala	Instalación de 887 balastos para 2 x 32 W, 604 balastos para 4 x 32 W y 4190 lámparas fluorescentes de 32 W tecnología T8.	70 910 al mes	103 968
Universidad del Valle de Guatemala	Instalación de 28 paneles solares fotovoltaicos de 245 W.	11 802	14 290
Ministerio de Energía y Minas	Instalación de 204 lámparas de 2 x 32 W, 179 lámparas de 4 x 32 W, 2 lámparas de 1 x 32 W tecnología T8 y 45 lámparas fluorescentes compactas autoblastradas ahorradoras	48 171	185 682
Dirección General de Energía	Instalación de 3 lámparas de 2 x 32 W, 39 lámparas de 4 x 32 W, 2 lámparas de 1 x 32 W tecnología T8 y 8 lámparas fluorescentes compactas autoblastradas ahorradoras.		

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE de Guatemala. *Proyectos piloto de eficiencia energética*. www.cnee.gob.gt. Consulta: 30 de junio 2013.

Proyecto transferencia tecnológica y Producción más Limpia en general de los talleres Casa Pellas, en Nicaragua. En el año 2006, construyeron su nuevo taller y considero aspectos de una Producción más Limpia, para prevenir la contaminación, entre las acciones que se tomaron en cuenta fueron la optimización y uso eficiente de la energía, mejorando condiciones de operación tanto para el proceso productivo como para el confort de los colaboradores, iluminación natural e iluminación artificial de bajo consumo energético en los lugares necesarios, edificio aislado térmicamente para reducir la ganancias de calor por radiación y la adquisición de equipos con tecnologías sostenibles que ayudarían a mejorar el desempeño del negocio e incrementar la competitividad.

Los cambios que se realizaron y logros que se obtuvieron en la empresa fueron:

- Sustitución de soldadura de oxiacetilénica por soldadura mig y de puntos, se logró eliminar gases producto del proceso de soldadura oxiacetilénica y reducción en quemaduras.
- Implementación de equipos de lijado neumáticos, se redujo el 80 % de material que se quedaba en el ambiente y se disminuyó la fatiga del operador.
- Sustitución de horno de pintura con quemador a base de diesel por hornos de pintura con quemadores de gas natural de flama directa para tener menos emisiones e incrementar la eficiencia, se dejó de generar 7 000 kg de CO₂.

- Compra de un compresor de arranque variable, el cual posee una eficiencia del 94 % y maneja una presión de trabajo de 8,62 bar, con un tanque de almacenamiento de 2 271,25 litros con su respectiva unidad de mantenimiento, por lo que se obtiene aire seco con una calidad del 99,99 %, evitándose arranques continuos, con el arranque variable se evitó los picos de energía.
- Cambio de tarifa eléctrica, dado que se identificaron las potencias máximas en el edificio que iban de 31 kW hasta 200 kW logrando optimización de costos de producción.
- Se monitoreó los distintos parámetros de facturación e identificaron que algunos equipos estaban afectando el factor de potencia. Instalaron un banco de compensación de 500 kVA, corrigieron el factor de potencia a 0,98.
- Cambios en el edificio para ingreso de iluminación natural.

Con los cambios hechos se logró incrementar en un 24 % la productividad y la disminución de los costos de hasta un 28 %, para el logro de estos beneficios fue necesario realizar una inversión de Q 1 565 730,00.

El Ministerio de Economía de Panamá en el 2002 analizó el potencial de ahorro de energía eléctrica sin inversión, en los diagnósticos energéticos realizados en cinco inmuebles de Panamá, en los cuales se consideraron dos universidades, un banco, un hotel y una planta industrial, se detectaron importantes áreas de oportunidad y potenciales de ahorro de energía eléctrica.

Las medidas evaluadas se pueden dividir en medidas de baja o nula inversión y medidas con inversión. Revisando los diagnósticos y analizando los potenciales de ahorro de energía eléctrica de las medidas de baja o nula inversión, como se presentan en la tabla II.

Tabla II. **Medidas de baja o nula inversión para un ahorro energético**

No.	Actividad
1	Ajuste de termostatos a los sistemas de aire acondicionado.
2	Eliminación de alumbrado ocioso, ya que aunque la lámpara esté apagada el balastro sigue consumiendo energía eléctrica.
3	Desconexión de lámparas en áreas con alta densidad de niveles de iluminación.
4	Seccionar circuitos de alumbrado e instalar apagadores.
5	Aplicar pintura de colores claros a techos y paredes para disminuir equipos de alumbrado y utilizar la luz natural.
6	Control de la demanda manual en equipos de sistemas de aire acondicionado, agua helada, bombeo, aire comprimido, refrigeración.
7	Corrección de fugas de aire comprimido.
8	En el caso particular del hotel, utilizar cargas completas en las lavadoras, eliminar aire acondicionado y alumbrado encendido en habitaciones desocupadas.
9	Eliminar infiltraciones de aire a mayor temperatura cerrando puertas en áreas de acceso.
10	Intercambio de motores eléctricos para incrementar factores de carga.
11	Control en el apagado de equipos de oficinas como ventiladores, cafeteras, máquinas copiadoras y otros equipos de oficina cuando no están en uso, operando el sistema de ahorro de energía de los equipos de cómputo.
12	Operación de equipos auxiliares en periodos fuera del pico de demanda máxima de la instalación.
13	Mantenimiento permanente a diferentes sistemas y equipos.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá. *Estrategia para la promoción de la eficiencia energética y Plan de acción*. www.energia.gob.pa. Consulta: 24 de julio de 2013.

Calculando los ahorros arrojados por las medidas anteriores en cada uno de los inmuebles diagnosticados y comparándolos con el consumo total de cada inmueble, se obtiene que en promedio hubo un ahorro del 6 % sin inversión o baja inversión, que prácticamente pueden ser cubiertas dentro de los gastos normales de mantenimiento de los equipos, además del tiempo del personal para que lleve las acciones correctivas.

El Instituto Politécnico Nacional de México en el 2006, implementó proyectos de Producción más Limpia dentro del sector de talleres automotrices en México. En el cual incluyo la eficiencia energética para mejorar la productividad de los mismos.

En la mayoría de los talleres automotrices se tenían instaladas luminarias de diferentes tipos, ya que su colocación no se realizaba con un plan que incluya el concepto de eficiencia energética; por lo que algunas áreas de los talleres contaban con poca iluminación y otras con un nivel demasiado alto, lo cual afecta el ambiente laboral y generaban gasto innecesarios de energía eléctrica que se traducen en elevados costos para la empresa.

Se sustituyeron las lámparas comunes por lámparas ahorradoras que proporcionan la misma cantidad de lúmenes y demandan menor cantidad de energía, repercutiendo en beneficios ambiental, económicos y confort como se muestra en la tabla III.

Tabla III. **Sustitución de lámparas en un taller automotriz por Instituto Politécnico Nacional de México**

Lámpara remplazada		Lámpara instalada
Flourescente T-12	⇒	Flourescente T-8
Incandescente	⇒	Flourescente compacta
Dicroica	⇒	Dicroica master line
De vapor de mercurio	⇒	De vapor de sodio de alta presión

Fuente: Romero, César. *Producción más Limpia en talleres automotrices*.
www.repostorioidigital.ipn.mx. Consulta: 30 de julio de 2013.

Los cambios fueron fundamentados por el resultado de ahorro-beneficio, como se puede observar en los cálculos que se realizaron en el área de recepción de vehículos.

En esta área se tenían 10 luminarias con 4 lámparas fluorescentes T-12 de 39 watts cada una. El tiempo que permanecen encendidas las lámparas son alrededor de 2 304 horas al año.

Por lo que la demanda en ese momento era:

$$\begin{aligned} \text{Consumo kWh-año} &= \text{no. de luminarias} \times \text{potencia de luminaria (kW)} \times \text{hrs-año} \\ &= 10 * 4 * 39 \times 10^{-3} \text{ kW} * 2\,304 \text{ hrs} \end{aligned}$$

$$\text{Consumo kWh al año} = 3\,594,24 \text{ kWh / año}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{consumo kW al año} * \text{valor del kW} \\ &= 3\,594,24 \text{ kWh / año} * Q\,6,65 / \text{kWh} \end{aligned}$$

Costo total = Q 23 890,91 / año

Con las nuevas lámparas fluorescentes T-8 de 32 watts se obtiene:

Consumo kWh-año = No. de luminarias * potencia de luminaria (kW) * hrs-año

$$= 10 * 4 * 32 * 10^{-3} \text{ kW} * 2\,304 \text{ hrs}$$

Consumo kWh al año = 2 949,12 kWh / año

Costo total = consumo kW al año * valor del kW

$$= 2\,949,12 \text{ kWh / año} * \text{Q } 6,65 / \text{kWh}$$

Costo total = Q 19 611,65 / año

Los beneficios obtenidos fueron:

Ahorro en consumo = 3 594, 24 – 2 949,12

$$= 645,12 \text{ kWh / año}$$

Ahorro económico = Q 23 890,91 – Q 19 611,65

$$= \text{Q } 4\,279,26 \text{ al año}$$

Por cada kWh ahorrado se evita la generación de $75 * 10^{-5}$ toneladas de emisiones de CO₂.

Reducción de emisiones = ahorro en consumo * $75 * 10^{-5}$ Tn CO₂/ kWh
de CO₂

$$= 645.12 \text{ kWh / año} * 75 * 10^{-5} \text{ Tn CO}_2 / \text{kWh}$$

$$= 48 * 10^{-2} \text{ Tn CO}_2 / \text{año}$$

Periodo simple de recuperación de la inversión (PSRI)

PSRI = inversión / ahorro económico

= Q 31 467,68 / Q 4 279,26 al año

= 7 años

Tabla IV. **Logros obtenidos por cambio de luminarias en el taller automotriz**

Beneficio	
Ahorro de consumo	645,12 kWh / año
Ahorro económico	Q 4 279,26 al año
Reducción de Toneladas de CO ₂ al año	48 X 10 ⁻² Tn CO ₂ / año
Retorno del capital invertido	7 años

Fuente: Romero, César. *Producción más Limpia en talleres automotrices*.

www.repositoriodigital.ipn.mx. Consulta: 30 de julio de 2013.

Eficiencia energética en edificios públicos y privados en Santiago de Chile, región metropolitana, por la Comisión Nacional de Energía de Chile entre 1992 al 2000. El proyecto incluyó la realización de diagnósticos, auditorías e instalación de sistemas de control computarizado de consumo energético en edificios públicos y privados. El costo de las instalaciones equivale al consumo energético de un edificio de 5 000 m² aproximadamente, considerando equipamiento, ingeniería y mano de obra.

Las actividades que se realizaron en los edificios de la República de Chile para implementar cambios se detallan en la tabla V.

Tabla V. **Acciones de la Comisión Nacional de Energía de Chile en edificios públicos y privados**

Instalaciones de estudio	Periodo	Actividad
7 edificios públicos	1992-1994	Diagnóstico considerando las características constructivas de los edificios, los sistemas de climatización e iluminación
9 edificios públicos	1995	Auditorías energéticas a edificios pertenecientes a ministerios, que contaran con un mínimo de 5 000 m ² de superficie.
En todos los edificios	1997-1998	Instalación de sistemas de control inteligente de la energía y optimización de tarifas .
Un edificio	1997-2000	Instalación de sistemas de control computarizado que administrara todos los consumos de energía de un edificio, seleccionando la tarifa óptima para reducir los costos de la energía. Incluye en diseño de un sistema simple, que pudiera ser operado por el propio personal de mantenimiento del edificio.

Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile. *Acciones de eficiencia energética en edificios públicos y privados*. www.cne.cl. Consulta: 22 de julio de 2013.

Dado a que los edificios a los cuales se les aplico la eficiencia energética, superan los 10 años de antigüedad, se debería de hacer un cambio total de los dispositivos consumidores de corriente, pero con el análisis, solamente se reforzó lo existente, logrando obtener de un 10 % hasta un 56 % de ahorro de energía anual, los cuales se pueden apreciar en la tabla VI.

Tabla VI. **Logros energéticos en los edificios de Santiago de Chile, región metropolitana entre 1997 al 2000**

No.	Ubicación	Periodo	Logro en energía
1	Hospital Luís Calvo Mackenna	1997	25 % ahorro anual
2	Centro de Convenciones del Edificio Diego Portales	1998	56 % ahorro anual
3	Edificio Corporativo IBM	1998	30 % ahorro anual
4	Edificio Diario El Mercurio	1998	34 % ahorro anual
5	Edificio Corporativo de CODELCO	1998	15 % ahorro anual
6	Palacio de La Moneda	1998	10 % ahorro anual
7	Hospital del Trabajador de Santiago	2000	40 % ahorro anual

Fuente: Comisión Nacional de Energía de Chile. *Beneficios de eficiencia energética en edificios de Santiago de Chile, región metropolitana*. www.cne.cl. Consulta: 22 de julio de 2013.

En el 2010 el hospital San Pedro de España dispone de un Plan de Eficiencia Energética en el que se plantea un balance energético de las instalaciones y se realizan mejoras encaminadas al ahorro energético y a la reducción de emisiones de CO₂.

En el 2013 se obtuvo una reducción del 16.3 % de energía eléctrica, respecto al consumo del 2009. Esta reducción supone un ahorro equivalente a Q 4 825 400 (Q 1,18 / kWh). Reduciéndose el consumo de 25,1 GWh en el 2009 a 21 GWh en el 2013.

Los cambios propuestos fueron:

- Ajuste de potencias eléctricas
- Ajustes a las cargas eléctricas para optimizar el número de transformadores.

- Corrección de factor de potencia, eliminando la energía reactiva de todos los sanitarios, mediante la colocación de celdas de baterías de condensadores.
- Control de la iluminación de zonas comunes por medio de programación de horarios y la luz solar.
- Instalación de detectores de presencia y programación día / noche
- Cambio de luminarias a tecnologías más eficientes
- Instalación de reguladores de flujo para el encendido y apagado de los suministros de alumbrado exterior.
- Instalación de detectores de apertura y cierre de ventanas que paren los intercambiadores de frío y calor al estar abiertas, donde exista aire acondicionado.
- Programación de la temperatura del anillo de frío en función de la temperatura exterior y de la carga demandada.
- Programación de marcha-paro de las bombas hidráulicas del circuito primario.
- Mejoras del sistema de energía solar, para transferir la energía solar captada al precalentamiento del agua caliente sanitaria.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se observó en el taller de Grupo Freydell que los procedimientos de enderezado y pintura se realizaban sin ninguna novedad, sin embargo, al prestar atención no todos los trabajadores que hacen su labor sin ninguna novedad hacen un uso adecuado de los dispositivos eléctricos.

Al analizar a cinco trabajadores su forma de realizar sus labores diarias, se determinó que el 60 % de la muestra poblacional hacen su trabajo y utilizan adecuadamente todo elemento eléctrico, un 20 % hacen su trabajo y utilizan dispositivos eléctricos en un nivel intermedio (a veces bien a veces mal) y un 20 % hace su trabajo y utilizan inadecuadamente los dispositivos eléctricos. Esto permite deducir que si bien es cierto que se realizan los trabajos de remozamiento satisfactorios para el cliente, esto no va paralelamente con el correcto consumo eléctrico.

En la observación rápida que se hizo a la muestra de trabajadores se pudo ver que algunas de las causas que afectan desfavorablemente a la empresa son:

- Malas prácticas laborales
- Un mal balance de cargas eléctricas
- Ineficiente nivel de iluminación por sección
- Variedad de luminarias
- Instalaciones eléctricas deficientes
- Falta de iluminación natural

- Desconocimiento por parte de los trabajadores del costo eléctrico que debe cubrir la empresa para tener en funcionamiento la planta.

Lo que produce al final de mes un consumo energético y un costo inadecuados en la facturación eléctrica en Grupo Freydell, causando que las ganancias por producto terminado sean menores, impacto ambiental dañino dado a que se consume mucha energía eléctrica producida por el poder calorífico de los combustibles fósiles, efectos a la salud del trabajador, incremento en costos en compra de repuestos para las máquinas y utensilios eléctricos. Por lo que es necesario realizar un análisis a fondo para determinar los elementos principales que van causando efectos negativos hacia la empresa.

En la factura mensual que cobra actualmente la Empresa Eléctrica Guatemalteca tiene varios recargos de los cuales van variando según sea el consumo, es por ello que un consumo eléctrico mal aprovechado se refleja al final en quetzales y no se le obtiene ningún provecho. Pudiendo mencionar en los costos de facturación a:

Cobro mensual de consumo eléctrico	=	Cargo base + cuota por energía + cuota por potencia máxima del mes + cuota por potencia contratada + tasa municipal + IVA + bajo factor de potencia + exceso de demanda contratada.
------------------------------------	---	---

Es necesario determinar cuáles son los motivos principales que producen este fenómeno, por lo que se plantean las siguientes interrogantes:

¿Por qué surgen los componentes nocivos que descontrolan el consumo eléctrico mensual de las instalaciones de Grupo Freydell?

¿Cómo a través de un procedimiento de evaluación se puede determinar la eficiencia de los elementos eléctricos instalados en las áreas de taller y oficinas?

¿Cómo se puede conocer los aspectos que actúan favorable o desfavorable a la situación actual de la empresa?

¿Cuáles son las mejores medidas que ayuden a obtener un control adecuado del consumo eléctrico para mantener un balance entre costo y beneficio, dado a que se ya conoce las causas que generan el problema?

Al ir respondiendo cada una de estas preguntas se forma una base para realizar cualquier estudio que la empresa requiera.

3. JUSTIFICACIÓN

Dentro de las metas que tiene el Gobierno de Guatemala para desarrollar el país dentro de su política nacional de energía está: mejorar la optimización del recurso energético de las mypes, mediante la implantación de mejores prácticas y programas de eficiencia energética.

Además el Tratado de Libre Comercio DR-CAFTA, instituye la necesidad de que las empresas tengan acceso al desarrollo tecnológico y la capacitación, para promover el uso adecuado de la tecnología para la producción más limpia, como un instrumento para optimizar la eficiencia y eficacia y así ser más competitivos.

Por lo que Grupo Freydell dedicado al remozamiento de vehículos colisionados, quiere enfocarse a la producción más limpia, ya que como reza parte de su misión “aportar soluciones a los clientes”, debe ir innovando día a día, para prestar un servicio de calidad, debiendo mejorar todos los factores externos e internos que influyan en su producto final, sin afectar el precio del mismo y las ganancias. Siendo uno de estos factores el consumo eléctrico, que actualmente no cuenta con mecanismo de control.

Se ha visualizado una eficiencia energética que no solamente este enfocado en la regulación del consumo eléctrico, sino que detecte los factores que influyen negativamente y analizar la implementación de sistemas de generación eléctrica a través de energías renovables que puedan suministrar el mismo consumo energético.

A la vez al ahorrar un kWh se reducen toneladas de CO₂ (ayudando a detener el ataque químico que se le está haciendo a la capa de ozono).

La Empresa ha planteado la necesidad de obtener una renovación para que en un futuro puedan certificarse a través de normas internacionales.

Con estos estudios se rompe el mito de que al realizar auditorías energéticas, representa que hay que hacer cambios drásticos en las instalaciones, la finalidad de ellas es detectar los puntos críticos que afectan negativamente al consumo y los resultados obtenidos indicarán si hay que hacer inversión o no.

4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Con el plan de eficiencia energética se pretende crear un documento de consulta, donde la empresa Grupo Freydell pueda verificar los puntos que necesita fortalecer con respecto al factor energético, lográndose con esto cubrir la falta de información de que existe actualmente.

Como se mencionó anteriormente para documentar la situación actual de la empresa primera se realizará diferentes métodos de análisis, para poder exponer los puntos que se necesitan reforzar o cambiar, si es necesario un cambio se analizará las diversas opciones que existen en el mercado con respecto a ahorro energético.

Al programar capacitaciones y hacer conciencia a las personas que laboran allí, se obtendrá cambios favorables a través de la eficiencia energética.

El esquema de la solución al problema que existe actualmente que es el consumo eléctrico descontrolado se puede determinar por los siguientes pasos:

- Investigar los factores que pueden generar el problema
- Medir y evaluar la magnitud del problema
- Encontrar las mejores alternativas para eliminar el problema

5. ALCANCES

Todas las actividades deben estar orientadas al cumplimiento del objetivo principal, por lo que se quiere conseguir los siguientes aspectos:

- Ante la posibilidad de que los controles energéticos que se aplican en Grupo Freydell sean deficientes o no existan, debido a que no hay una sección responsable que se encargue de aplicarlos, no se han hecho cambios para eliminar los factores que influyen negativamente al desarrollo de la misma; por lo que es indispensable antes de proponer cualquier solución, enfocar el estudio energético a la explicación de las funciones principales de las instalaciones y comparar con otras empresas que hayan pasado por las mismas circunstancias.
- Dado a que la empresa tiene un periodo laboral generalmente de ocho horas diarias, haciendo uso del servicio eléctrico durante todo el periodo, se pretende enfocar el estudio a la explicación de las actividades del personal con respecto a su conducta laboral, funcionamiento de los equipos y calidad de los diversos dispositivos eléctricos.
- Al conocer los sistemas que se interrelacionan en el ambiente laboral, el estudio debe poder explicar cualquier situación que ocurra positivamente o negativamente dentro de la empresa con respecto al ambiente energético.
- Al ir analizando los puntos críticos de consumo se puede ir paralelamente visualizando opciones se puedan definirse en soluciones al problema.

- Dicho estudio pueda servir como apoyo técnico para realizar cualquier ampliación en las instalaciones.

Dado a los argumentos anteriores los alcances deben estar proyectados a la explicación debido a que se debe detallar paso a paso todo avance que se obtenga en el estudio, para poder tener una visión amplia del ambiente de la empresa antes y durante la aplicación de la investigación.

6. MARCO TEÓRICO

En el pasado los trabajos de enderezado y pintura en los vehículos no era tan común y muchas veces se realizaban porque el vehículo estaba asegurado, debido a esto el consumo eléctrico fue moderado en las empresas que se dedicaban a esto; porque sus procesos incluían más herramienta mecánica y fuerza humana que herramientas eléctricas y/o neumáticas.

Al ir creciendo la demanda de reparaciones las empresas tuvieron que crecer en número de personal e ir tecnificándose, obteniendo que el valor de la factura eléctrica se incrementara, perdiendo el control del consumo.

Grupo Freydell con el pasar de los años fue innovando su tecnología, hasta llegar al punto que varias de sus herramientas son accionadas por un circuito neumático alimentado por un compresor alternativo de pistón de 302,83 litros con motor de 5 cv, siendo este el equipo que más energía eléctrica consume.

Lo que lleva a que la relación que existe entre el costo energético y la ganancia del producto terminado, se deben mejorar mediante la implementación de medidas a través de un consumo inteligente de la energía, ya que no solamente se pretende reducir el consumo energético, sino ordenar la manera de cómo la empresa trabaja actualmente, pudiendo mencionar:

- Estudiar qué elementos se pueden seguir utilizando y los que hay que desechar y a la vez están generando pérdidas de tiempo y/o dinero.

- Crear un mecanismo de protección al ambiente basados en los artículos 14 y 17, Decreto Ley No. 68-86 del Congreso de la República de Guatemala (Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente).
- Entre las medidas de mitigación se debe evaluar cuál será la inversión necesaria para obtener los beneficios esperados y cuál será el tiempo de retorno de capital.

Si se toma como línea de investigación la energía aplicada a través de la conservación y uso eficiente de la energía se puede obtener una buena relación entre la cantidad de energía consumida y el producto final obtenido.

Encontrando cualquier pérdida de energía en los circuitos eléctricos, es decir que para poder implementar una eficiencia energética se debe tener antes un plan de trabajo, una auditoria energética, balance de energía y establecer las medidas para reducir la utilización de energía.

Las principales razones de por qué se debe implementar una eficiencia energética son:

- Para reducir el costo en la factura eléctrica
- Reducir la dependencia de los combustibles fósiles
- Reducción de emisiones de gases tóxicos al ambiente

La finalidad de aplicar una auditoria energética es analizar no solamente el consumo en si del equipo, sino el tiempo que se está utilizando; como ejemplo se puede mencionar que un equipo consume más energía cuando más tiempo funciona; lo que ayudara a ir viendo las razones del incremento del consumo sin haberle obtenido un beneficio.

Al ir inspeccionando la empresa van surgiendo posibles soluciones, como la implementación de sistemas de generación eléctrica a través de energía renovable, la posibilidad de recalibrar los equipos, entradas de luz natural, etcétera. Por los alcances de la eficiencia energética se tiene que realizar sondeos y comparaciones que obtengan una perspectiva correcta de la situación actual y que soluciones se les puede ofrecer.

A nivel mundial existen diversas instituciones que han trabajado diversos proyectos sobre eficiencia energética de los cuales se consultaron: Comisión Nacional de Energía de Chile; Comisión de Política Energética de la República de Panamá; Consejería de Economía e Innovación Tecnológica Madrid, España; Telefónica Madrid, España; Universidad Juveriana de Cali, Colombia; Unilever Guatemala; Banco Popular de República Dominicana; Universidad Católica del Perú; WalMart de México y Centroamérica; Banco Santander y Kawarna Energía el cual mencionan lo siguiente:

La Comisión Nacional de Energía de Chile analiza que para implementar un plan de eficiencia energética es necesario primero organizar todo accionar que se pretenda aplicar de los cuales se menciona: Analizar la situación, crear una Comisión para el uso eficiente de la energía. Establecer prioridades y un plan de acción, Sobre esta base, es posible implementar un programa de ahorro con la participación de los diversos miembros de la empresa. La Comisión Nacional Eléctrica recomienda que cuando se pone en marcha los planes deben ser aplicados a largo plazo, dado que al dejar de aplicarse aparecen los malos hábitos, pérdida del esfuerzo aplicado anteriormente y consumo inadecuado de la energía eléctrica.

El Gobierno de Panamá, a través del Ministerio de Economía analizaron que los problemas en el consumo energético se deben a diferentes aspectos como:

- No se tiene claro que es y para qué sirve la eficiencia energética dado a que en el momento de tomar las decisiones de ingeniería en muchos casos de proyectos de expansión o remodelación, no se toma en cuenta los aspectos ambientales.
- No existe una cultura de conservación y uso eficiente de la energía dentro de las empresas panameñas por lo que muy pocas instalan equipos ahorradores de energía y muchas personas que los promocionan no cuentan con el conocimiento adecuado. Existe un desconocimiento a nivel empresarial sobre la implementación de programas de ahorro de energía y los beneficios que se pueden obtener.
- La capacitación sobre programas de mantenimiento, en relación de cómo optimizar todo elemento que consuma energía o dispositivos ahorradores hace deficiente el accionar del personal.

“Una auditoría energética es el vehículo más adecuado para conocer nuestras limitaciones, nuestras necesidades reales.” (Consejería de Economía e Innovación Tecnológica España, 2007, pág. 47)

Telefónica en Madrid en su complejo de de 370 000 m², logró:

- Reducir el consumo eléctrico en 2 200 MWh. lo que representa un ahorro del 4 % con respecto al 2008.

- Se dejó a la vez de producir 760 toneladas de CO₂ a la atmósfera, lo que equivale a tener plantado 38 000 árboles.
- Se logró debido a una serie de acciones de contingencia como: instalación de sensores presencia en las luminarias dentro de las oficinas, cambio de tecnología en la iluminación de los garajes, baños, y atrios de las entradas de los edificios y mejoras en los sistemas de gestión de instalaciones.

Telefónica a través de su política medioambiental ha obtenido la certificación de gestión ambiental según la Norma ISO 14001:2004. Cuando se le aplicó la auditoría energética a través de un análisis de sus puntos fuertes se destacó como buenas prácticas el uso eficiente de la energía, la recogida de residuos selectiva, la recogida del agua de lluvia para riego.

“El Distrito C de Telefónica cuenta con el certificado de gestión ambiental ISO 14001, que establece las directrices para gestionar de forma responsable y respetuosa aspectos ambientales del complejo, como el agua, los residuos o la energía.” (Europapress, 2010)

El análisis que hizo la Facultad de Ingeniería de la Universidad Javeriana de Cali, Colombia sobre el consumo eléctrico dentro del campus de la Universidad era de 720 449 KWh, se propuso acciones para reducirlo como: implementar programas de capacitación del buen uso eléctrico y normativa de conducta, colocación de sensores de movimiento que activen las lámparas ubicadas en los pasillos, estudio adecuado de la distribución de lámparas en los salones u oficinas y implementación de ventilación natural para mantener fresco los salones y oficinas.

Banco Popular de la República Dominicana desarrolla una red de 15 agencias las cuales denominaron oficinas verdes. Las oficinas fueron alimentadas con un sistema fotovoltaico (alimentadas en su totalidad por energía solar).

Las oficinas centrales y 88 agencias del Banco Popular operan sistemas que permiten tener un uso más eficiente de los recursos, como sensores de movimiento para controlar la luz y reguladores del aire acondicionado o del agua en los baños.

Teniendo como meta en el 2014 que un total de 57 nuevas sucursales cambiarán sus sistemas de luces vigentes al de luces LED, de manera que ahorrarán el 53 % en el consumo de energía.

“El Banco Popular mide sus avances de eficiencia energética, bajo un sistema que calcula la cantidad de árboles que se han dejado de talar y el dióxido de carbono que se ha dejado de emitir a la atmósfera. Teniendo un balance del impacto de su huella ambiental y cómo contribuye con sus acciones a un ecosistema sostenible.” (Banco Popular de República Dominicana, 2011)

“La Universidad Católica del Perú analizó su huella ecológica y observó que la energía eléctrica representa el 13 % de ella. Por lo que se propuso: colocar medidores de flujo de eléctrico en los edificios y revisar los consumos para identificar los edificios críticos y efectuar medidas de eficiencia energética, darle el uso adecuado al aire acondicionado, crear una cultura de uso eficiente en la comunidad universitaria de los diversos elementos de consumo eléctrico, instalar dispositivos ahorradores y ver la posibilidad de implementar sistemas de generación eléctrica a través de energías renovables.” (Universidad católica del Perú, 2011)

Walmart ha ahorrado más de 19 millones de kilowatts/hora en este año, una cantidad que asegura equivale al consumo eléctrico mensual de 127 mil hogares.

“La utilización de sistemas de iluminación LED y T5, de control de energía para refrigeradores, aire acondicionado e iluminación, entre otras tecnologías, ha permitido a la compañía que, en comparación con 2005, alcance hasta un 25 % de eficiencia en su aprovechamiento de la energía eléctrica.” (Walmart de México y Centroamerica, 2011)

“El ser más eficientes en el consumo de energía eléctrica no solo disminuye nuestra huella ambiental directa; también permite la reducción de costos. Este ahorro se traslada al precio de los productos. De esta forma, se demuestra el compromiso con el planeta y las familias de México y Centroamérica.” (Argüelles, 2011).

El Plan de Eficiencia Energética 2011-2013 del Banco Santander, establece los siguientes objetivos principales:

- “Reducción de las emisiones de CO₂: un 4 % en 2011 y un 9 % acumulado en 2013. Objetivo con foco en los países con mayor impacto en emisión de CO₂: Brasil, Chile, España, México y UK, que representan el 76 % del total de emisiones del Grupo.
- Reducción del consumo de electricidad: un 3 % en 2011 en los 19 países donde el Grupo tiene mayor presencia. El consumo de electricidad de banco Santander supone el 86 % del consumo energético total del grupo.”

El Banco Santander desarrolla diversas actuaciones de acuerdo con este plan, entre las que destacan:

- “Banca sin papeles. se ha puesto en marcha un proyecto para la eliminación total del papel en la actividad de banca comercial España. Toda la documentación relativa a la prestación de productos y servicios será digital y sólo se generarán documentos en papel cuando el cliente lo solicite. En 2011, se ha eliminado toda la correspondencia en papel enviada a los empleados en España.
- Iluminación: detectores de presencia, aparatos de iluminación más eficientes, control de horarios de encendido, etc.
- Sensibilización: formación de buenas prácticas para la reducción de consumos, fijación de carteles informativos en los edificios y difusión de información ambiental en la intranet corporativa.
- Otros: apagado total de los equipos tras la jornada laboral, compensación de emisiones de CO₂, compra de energía verde, etc.
- Mantenimiento de sistemas de gestión ambiental en centros de trabajo que contribuyen de forma relevante a la reducción de los consumos y emisiones del banco: importantes centros del Grupo en Brasil, Chile, España, México y Reino Unido cuentan con la certificación ISO 14.001 y también otros con el sistema led.
- Formación y sensibilización a empleados y proveedores sobre las buenas prácticas de gestión ambiental con especial foco en la reducción de consumos y gestión de residuos.

- Incorporación de criterios ambientales en las compras de productos forestales (mobiliario, papel, etc.) y energía.
- Compensación de las emisiones derivadas de eventos corporativos como la convención anual de directivos y la junta de accionistas.” (Banco Santander, 2011)

Unilever es una multinacional anglo-holandesa productora de insumos de consumo masivo, implemento el plan de vida sostenible teniendo como meta el duplicar el tamaño de sus negocios y paralelamente reducir el impacto ambiental negativo, logrando reducir en el 2012, la emisión de CO₂, en 37.66 %, el 62 % de los residuos los cuales fueron separados como reciclables, el consumo eléctrico se redujo a 46 % y 23 % de ahorro en el consumo de agua a partir del 2010.

Unilever compra 36 % de sus insumos agrícolas de fuentes sostenibles, aceite de palma, azúcar, cacao, vegetales y aceite de girasol.

“Ha ayudado a entrenar a más de 450 000 sembradores de té en prácticas sostenibles, de los cuales 300 000 han alcanzado certificación de la Alianza Selva Tropical. Resultados obtenidos: reducción del impacto en el medio ambiente y Lograr que el 100 % de las materias primas provengan de agricultura sostenible.” (Unilever Guatemala, 2012)

“Las empresas no pueden seguir creciendo a cualquier costo. Tendrán que encontrar nuevos modelos de negocio que permitan lograr un equilibrio ambiental, económico y social. “ (Hojas, 2012)

“El mayor reto de las empresas es encontrar una forma de crecer sosteniblemente. En Unilever entienden la sostenibilidad como un todo, por eso ayuda a las personas a tener una mejor vida a través de sus productos. Llevan dos años de implementar esta visión, es el inicio y es vital sumar esfuerzos.” (Pérez, 2012).

En el 2013, Kawarna Energía empresa dedicada a implementar eficiencia energética en diversas empresas, alcanzado un acuerdo con el Hotel Vista Real de Guatemala para trabajar en la realización de un estudio energético y cálculo de la huella de carbono.

Se pretendía obtener datos fiables del consumo energético y su costo, identificar los factores que afectan al gasto de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, así como evaluar las distintas oportunidades de ahorro de energía y su repercusión en el costo energético y de mantenimiento.

7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. PROCESO DE REMOZAMIENTO DE LOS VEHÍCULOS COLISIONADOS
 - 1.1. Equipos que conforman el área de taller
 - 1.2. Dispositivos eléctricos en el área de oficinas

2. EFICIENCIA ENERGÉTICA
 - 2.1. Auditoria energética
 - 2.2. Generación de energía eléctrica a través de la potencia del poder calorífico de los combustibles fósiles
 - 2.3. Beneficios al generar energía eléctrica a través de energías renovables
 - 2.3.1. Energía solar fotovoltaica
 - 2.3.2. Energía eólica
 - 2.4. Normas que regulan el consumo energético
 - 2.4.1. Gestión de la Energía ISO 50001
 - 2.4.2. Auditorías Energéticas EN 16247

3. ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA

3.1. Aplicación de auditoría energética

3.1.1. Iluminación

3.1.1.1. Vida útil de los dispositivos luminosos y calidad del cableado

3.1.1.2. Calculo de niveles de iluminación por aéreas de trabajo

3.1.1.2.1. Índice de rendimiento del color

3.1.2. Verificación de las condiciones de los equipos

3.1.2.1. Análisis voso

3.1.2.1.1. Medición y límites permisibles de temperatura de los equipos

3.1.2.1.2. Medición y límites permisibles de niveles de ruido en el área de trabajo

3.1.2.2. Eficiencia energética en compresor

3.1.2.3. Inspección de la seguridad industrial

3.2. Análisis FODA

4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EL AHORRO ENERGÉTICO

4.1. Gestiones sin inversión

4.1.1. Calibración de equipos

4.1.2. Cambio de tarifa eléctrica

4.1.3. Normativa para el uso correcto de los dispositivos eléctricos

4.2. Gestiones con inversión

4.2.1. Implementación sistemas de alimentación eléctrica a través de energías renovables

- 4.2.2. Cambio parcial o total de los elementos del circuito neumático
- 4.2.3. Cambio parcial o total de los elementos del circuito eléctrico
- 4.2.4. Aplicación de pintura con colores que reflejen la luz natural y/o artificial

- 5. MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
- 6. RESULTADOS QUE SE PRETENDEN OBTENER AL IMPLEMENTAR UNA EFICIENCIA ENERGÉTICA
- 7. IMPORTANCIA DE IMPLEMENTAR LAS SOLUCIONES EXPUESTAS AL PROBLEMA PLANTEADO

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

8. METODOLOGÍA

En la actualidad la empresa no cuenta con un estudio propio que ayude a controlar el consumo de corriente, se utilizara como base de estudio proyectos de eficiencia energética implementados con éxito en Guatemala y otras partes del mundo.

Los alcances del estudio son explicativos porque se detallan situaciones y/o hechos sobre cómo se manifiestan los puntos que pueden ser los causantes del problema, ya que ayudará a relatar el comportamiento de las variables ante los fenómenos de investigación y un estudio explicativo porque se necesita responder a las preguntas que se proyectaron en el planteamiento del problema.

Basado en esto las variables que se utilizan son cuantitativas continuas (voltio, amperio, bar ó metro) ya que se tiene que realizar operaciones aritméticas para poder plantear las condiciones adecuadas en la empresa. El tiempo que se tarde de pasar de un paso del proceso a otro sirve de indicador para saber que tantos watts se consumieron en esa área.

La implementación de una eficiencia energética en Grupo Freydell se desarrollará por medio de una metodología que se dividirá en fases de trabajo de investigación tanto en el campo como en medios impresos, quedando divididas de esta manera:

Fase No. 1

Implementación de maniobras de sondeo en las instalaciones para establecer los puntos dañinos que presentan variaciones perjudiciales a la empresa en la factura eléctrica mensual, siendo estas maniobras: a) Medición a través del multímetro digital de gancho y/o normal para obtener el consumo eléctrico por sectores, b) Observar los programas de operación y mantenimiento, c) Fiscalización en el sistema de iluminación, d) Exploración de la eficiencia de los equipos.

Fase No. 2

Aplicar una auditoria energética para identificar los equipos y sistemas que más consumen kilovatios y que tan adecuado es su consumo. La conducta del personal al utilizar los diversos dispositivos energéticos. Al fiscalizar se hace una perspectiva del balance energético que debe existir por sección.

Fase No. 3

Se estudia por sección de trabajo el potencial que se ha dejado de aprovechar tanto humano como material y cuáles son las acciones o costumbres que van afectando el buen desarrollo laboral. A nivel general hay que examinar que se puede aprovechar para implementar controles del buen uso de todos los elementos enérgico en la empresa.

Un mal funcionamiento del equipo representa un bajo rendimiento del mismo ya que se debe forzar para que realice su trabajo, requiriendo más potencia, siendo esto una elevación del consumo eléctrico y no se obtiene beneficio.

Al investigar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa se recopilara la información y se analizará con la finalidad de identificar todo aquello que pueda ayudar y lo que puede perjudicar en el ahorro de energía.

Fase No. 4

El estudio está encauzado a encontrar soluciones al problema del consumo incorrecto de energía eléctrica. Por lo que se debe evaluar cuáles son las mejores opciones que auxilien al consumo apropiado de la energía eléctrica, indicando las medidas de mitigación que no involucren inversión y las que contienen costos.

Fase No. 5

Preparación y presentación de la eficiencia energética que es necesaria implementar en Grupo Freydell, detallando las soluciones que están enfocadas a mejorar los servicios que prestan y eliminar consumos innecesarios.

9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

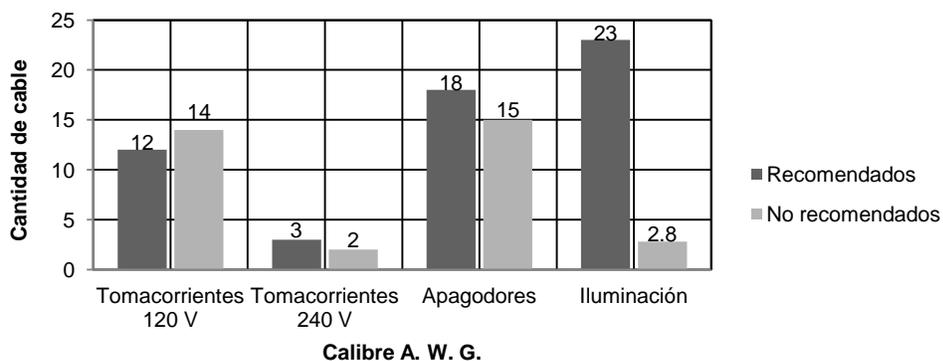
A través de los diversos análisis que se practicarán se obtendrán datos que se tabularán para proponer los cambios que sean necesarios.

Los elementos que consumen energía eléctrica, que se tomará en cuenta será todos los de las instalaciones de Grupo Freydell y se analizarán en un periodo de 6 meses, como:

Al tabular los diversos calibres de los cableados (conductos que ayudan a que llegue la alimentación eléctrica a los elementos) de las instalaciones se podrá tener un panorama de cuanto material se necesita cambiar dado que está en mal estado, como se muestra en la tabla VII.

Al obtener el total de los diversos calibres de los cables de las instalaciones se puede graficar, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. **Gráfica de la cantidad de cable que existe por calibre**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Calibre de cables recomendado para cada dispositivo**

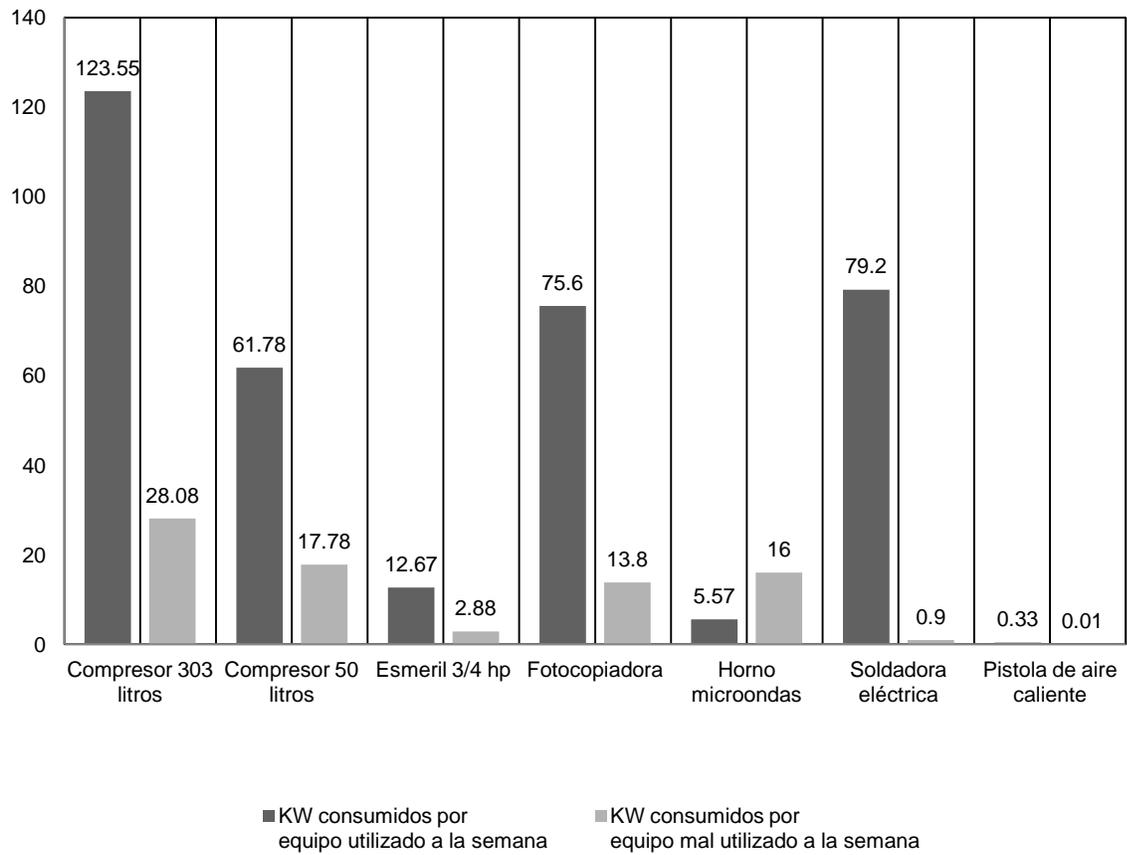
Calibre A.W.G.	Cantidad de cable recomendado	Calibre A.W.G.	Cantidad de cable recomendado
Tomacorrientes 120 V		Apagadores	
12	0	12	0
14	12	14	18
16	0	16	0
Moda en calibre A. W. G. 14		Moda en calibre A. W. G. 14	
Tomacorrientes 240 V		Iluminación	
12	3	12	0
14	0	14	23
16	0	16	0
Moda en calibre A. W. G. 12		Moda en calibre A. W. G. 14	

Fuente: elaboración propia.

Al revisar las horas de trabajo por equipo eléctrico, se verificará cuáles son los que a pesar de que no estén trabajando están consumiendo y el promedio del tiempo de consumo eléctrico; se tendrá el dato de qué elementos energéticos trabajan al mismo tiempo, esto ayudará para ver que dispositivo ahorrador se puede proponer a instalar. Graficando sus consumos, según la figura 2.

Muchos equipos tienen indicadores que están consumiendo electricidad aunque el mismo no esté utilizándose, como por ejemplo luces que indican que el equipo está energizado o pantallas electrónicas que dan información. Esto es un factor que en muchos casos no se toma en cuenta para saber cuántos watt por hora consume.

Figura 2. Gráfica de periodo laboral del equipo por semana



Fuente: elaboración propia.

10. CRONOGRAMA

Las actividades que se realizan en la eficiencia energética están encaminadas a poder cumplir los objetivos, por lo que se describen así:

En la fase no. 1, se revisarán en contabilidad las facturas eléctricas, del año anterior a la fecha, se tomarán mediciones del flujo eléctrico con un multímetro, se verificara la cantidad correcta de lúmenes por sección, teniendo un periodo de trabajo de 8 semanas.

En la fase no. 2, la investigación tendrá como fin analizar basado en la fase no. 1 en qué condiciones se encuentra las instalaciones, teniendo un periodo de trabajo de 4 semanas.

En la fase no.3, la investigación se enfocará a encontrar todos los puntos internos y externos que están afectando favorablemente o desfavorablemente el consumo eléctrico, pudiendo hacer un balance, teniendo un periodo de trabajo de 3 semanas.

En la fase no. 4, se analizará todas las medidas de mitigación que sea necesaria, las cuales incluyen las que no hay que invertir y las que si se invertirá, teniendo un periodo de trabajo de 5 semanas.

En la fase no. 5, se preparará el informe para poder presentarlo a la empresa, teniendo un periodo de trabajo de 4 semanas.

Tabla IX. **Cronograma de actividades**

Actividad	Responsable	Periodo de tiempo/semanas																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Revisión de toda documentación que pueda servir como fuente de información tanto interna como externa	Investigador	■																							
Inspección con equipos de medición de corriente eléctrica	Investigador	■	■	■																					
Calculo de niveles de iluminación y verificar la reflexión de las luz en paredes y techos.	Investigador				■	■	■	■																	
Aplicación de la auditoria energética									■	■	■														
Inspección del estado de los equipos y verificación de plan de mantenimiento	Investigador											■													
Implementación de FODA	Investigador												■	■	■										
Verificar cuales son las medidas de mitigación necesarias para implementar	Investigador																■	■	■	■	■				
Preparar y presentar la eficiencia energética necesaria en la empresa	Investigador																						■	■	■

Fuente: elaboración propia.

11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La determinación de los recursos para un estudio de factibilidad deberá revisarse y evaluarse, estos recursos se analizaron en función de tres aspectos:

- Factibilidad operativa: a través de tres tipos de análisis (VOSO, Mediciones eléctricas y auditoria energética), se obtendrá la información en la cual estará apoyada por un técnico electricista de la empresa, un investigador y un coordinador de la empresa, como se detalla en la tabla IX.

Tabla X. **Personal necesario para el proyecto**

Recurso humano	Cantidad	Experiencia
Coordinador	1	Profesional en las areas de mantenimiento industrial y/o producción
Investigador	1	Conocimientos en electricidad y normas internacionales
Técnico electricista	1	Instalaciones electricas industriales

Fuente: elaboración propia.

- Factibilidad técnica: desde el punto de vista técnico, se incluirán todo elemento material (recursos o instrumentos de medición) que sirva para el desarrollo de la investigación (en la auditoria energética y las mediciones eléctricas), divididos según sus recursos, como se muestra en las tablas X, XI y XII.

Tabla XI. **Recursos físicos necesarios para el proyecto**

Recurso físico	Cantidad
Oficina	2
Escritorios	3
Mesa de reuniones	1
Silla p/escritorio	3
Silla p/reuniones	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Recursos tecnológicos necesarios para el proyecto**

Recurso tecnológico	Cantidad
Computadoras	3
Tester multifuncional	2
Camara digital	2
Proyector	1
Memoria micro sd 8Gb	2
Memoria usd 8Gb	3
Impresora	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Recursos materiales necesarios para el proyecto**

Recurso material	Cantidad
Resma de hojas blancas 80 grs. tamaño carta	1
Lacipero color negro	12
Lapiz	12
Cartucho de tinta negra	2
Cartucho de tinta de color	1

Fuente: elaboración propia.

- Factibilidad económica: Grupo Freydell tiene el interés de reducir sus costos energéticos por lo que estaría dispuesto a invertir en cambios que sirvan para mejorar su situación actual.

El apoyo de la realización de la investigación la empresa presta las instalaciones y equipos para trabajar allí sin ningún contratiempo. Por lo que se cuenta con acceso a internet a través de las computadoras que existen allí.

Los gastos en los cuales habría que incurrir para realizar la investigación, se detallan en la tabla de la siguiente página, el presupuesto planteado asciende a un valor de Q 56 175,00 (cincuenta y seis mil ciento setenta y cinco quetzales con cero centavos).

Tabla XIV. **Resumen financiero**

Concepto	Valor	
Factor humano	Q35 500,00	
Factor fisico	Q14 170,00	
Factor tecnologico	Q3 040,00	
Factor material	Q790,00	
Subtotal	Q53 500,00	
5% imprevistos	Q2 675,00	
	Total	Q56 175,00
Cincuenta y seis mil ciento setenta y cinco quetzales exactos		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Balance general de los costos necesarios del proyecto**

Recurso humano	Cantidad	Tiempo (meses)	Costo p/ mes (Q)	Costo proyecto (Q)
Coordinador	1	5	Q2 000,00	Q10 000,00
Investigador	1	6	Q3 000,00	Q18 000,00
Técnico electricista	1	3	Q2 500,00	Q7 500,00
Sub-total				Q35 500,00
Recurso físico	Cantidad	Tiempo (meses)	Costo p/ mes (Q)	Costo proyecto (Q)
Renta oficinas	3	5	Q500,00	Q7 500,00
Renta de escritorios	3	5	Q150,00	Q2 250,00
Renta de mesa para reuniones	1	5	Q200,00	Q1 000,00
Renta de Sillas p/ escritorio	3	6	Q50,00	Q900,00
Renta de Sillas p/reuniones	6	6	Q70,00	Q2 520,00
Sub-total				Q14 170,00
Recurso tecnológico	Cantidad	Tiempo (meses)	Costo p/ mes (Q)	Costo proyecto (Q)
Renta de computadora	1	5	Q200,00	Q1 000,00
Renta de tester multifuncional	2	3	Q100,00	Q600,00
Renta de cámara digital	2	3	Q80,00	Q480,00
Memoria micro sd 8 Gb	2	5	Q84,00	Q168,00
Memoria usb 8 Gb	3	6	Q84,00	Q252,00
Renta de impresora multifuncional	1	6	Q90,00	Q540,00
Sub-total				Q3 040,00
Recurso material	Cantidad	Tiempo (meses)	Costo p/ mes (Q)	Costo proyecto (Q)
Resma de hojas blancas 80 grs. tamaño carta	1	6	Q51,00	Q51,00
Lapicero color negro	12	6	Q2,00	Q24,00
Lapiz	12	6	Q1,50	Q18,00
Cartucho de tinta negro	2	6	Q204,00	Q408,00
Cartucho de tinta de color	1	6	Q289,00	Q289,00
Sub-total				Q790,00

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Empresas de Eficiencia Energética. (s. f.). *Alcances de las Auditorías Energéticas*. <http://www.slide share.net/apere zayo/a3e-alcance -auditoras-energeticas>. Consulta 25 de julio de 2013.
2. Banco Popular de República Dominicana. (2011). *Empleados Banco Popular reducen consumo de papel*. <http://www.listindiario.com.do/economia-and-negocios/2014/1/7/305999/Empleados-Banco-Popular-reducen-consumo-de-papel>. Consulta 02 de abril de 2014.
3. Berthier, A. (2006). *Cómo construir un marco teórico*. http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/marco_teori-co.pdf. Consulta 25 de julio de 2013.
4. Bustamante, P. (2005). *Guía práctica para el uso eficiente de la energía*. http://www.archivochile.com/chile_actual/patag_sin_repre/06/chact_hidroa y-6%2000003.pdf. Consulta 25 de julio de 2013.
5. Comisión de Política Energética de la República de Panamá. (Agosto de 2002). http://www.energia.gob.pa/pdf_estrategia_dise%C3%B1o.pdf. Consulta 24 de julio de 2013.
6. Comisión Nacional de Energía de Chile. (1992). *CNEE CHILE*. http:// www.cne.cl/media_amb/f_medio_amb.html. Consulta 22 de julio de 2013.

7. Comisión Nacional de Energía El Salvador. (2011). *Metodología de Eficiencia Energética en la Industria*. http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload. Consulta 16 de agosto de 2013.
8. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica España. (2007). www.madrid.org. Consulta 27 de abril de 2014.
9. Cuenca, C. (2009). *Estudio de Factibilidad y Mercadeo*. http://www.slideshare.net/savedfiles?s_title=estudio-de-factibilidad-anteproyecto-2143828. Consulta 11 de agosto de 2013.
10. Di Rienzo, J., Casanoves, F., González, L., Tablada, E., Díaz, M., Robledo, C., & Balzarini, M. (2005). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. <http://vaca.agro.uncor.edu/~estad/EstadisticaPCA.pdf>. Consulta 25 de julio de 2013.
11. Gallardo, Y., & Moreno, A. (1999). *Análisis de la información*. <http://www.unilibrebaq.edu.co/urtilibregaq/images/Documentos/mod4analisisinform.pdf>. Consulta 26 de julio de 2013.
12. GE2CS. (2012). *Proyecto de Desarrollo Energético*. http://www.ge2cs.com/sites/default/files/Ejemplos%20proyectos%20Eficiencia%30Energ%C3%A9tica_0.pdf Consulta 25 de julio de 2013.
13. Ministerio de Industria y Energía de Uruguay. (2011). *¿Que es el proyecto de eficiencia energética?* <http://www.eficienciaenergetica.gob.uy/proyect.html>. Consulta 25 de julio de 2013.

14. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2007). *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012*. <http://www.magrama.gob.es/resumen-plan>. Consulta 25 de julio de 2013.
15. Piloña, G. (2012). *Guía práctica sobre Métodos y Técnicas de Investigación* (Octava ed.). (G. Editores, Ed.) Guatemala: CIMGRA.
16. Rodríguez, A. (2013). *El control de la eficiencia energética en climatización al alcance del usuario*. http://www.ifema.es/ferias/climatizacion/2013/pdf/foro/28n115/28N115la_eficiencia_al_alcance_usuario.pdf. Consulta 25 de julio de 2013.