



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFICIENCIA  
ENERGÉTICA EN LOS EQUIPOS Y LA LUMINARIA DEL RESTAURANTE BURGER KING  
UBICADO EN LA ZONA 9 DE LA CAPITAL DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2013 A 2014**

**Jaime Fernando Trinidad**

Asesorado por el Ing. MSc. Edgar Estuardo Pérez Barrios

Guatemala, septiembre de 2014



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EQUIPOS Y LA LUMINARIA DEL RESTAURANTE BURGER KING UBICADO EN LA ZONA 9 DE LA CAPITAL DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2013 A 2014**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JAIME FERNANDO TRINIDAD**

ASESORADO POR EL ING. MSc. EDGAR ESTUARDO PÉREZ BARRIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 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. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruíz Hernandez
EXAMINADOR	Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres
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 INVESTIGACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EQUIPOS Y LA LUMINARIA DEL RESTAURANTE BURGER KING UBICADO EN LA ZONA 9 DE LA CAPITAL DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2013 A 2014**

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



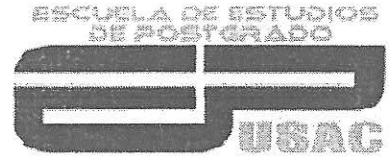
**Jaime Fernando Trinidad**







**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala



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

**MOD-MEAPP-0004-2014**

0 0 0 3 8 5

Guatemala, 10 de mayo de 2013.

Director  
 Julio César Campos Paiz  
 Escuela de Ingeniería Mecánica  
 Presente.


Estimado Director:

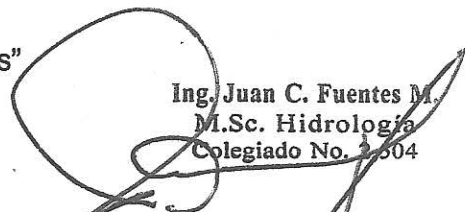
Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Jaime Fernando Trinidad** con carné número **90-12742**, quien opto la modalidad 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. 3504  
 Msc. Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque  
 Coordinador de Área  
 Desarrollo social y energético

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



Cc: archivo





**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.247.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, del trabajo de graduación **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EQUIPOS Y LA LUMINARIA DEL RESTAURANTE BURGER KING UBICADO EN LA ZONA 9 DE LA CAPITAL DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2013 A 2014**, del estudiante **Jaime Fernando Trinidad**, procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

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

Guatemala, Septiembre de 2014.







DTG. 513.2014

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 INVESTIGACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EQUIPOS Y LA LUMINARIA DEL RESTAURANTE BURGER KING UBICADO EN LA ZONA 9 DE LA CAPITAL DE GUATEMALA EN EL PERÍODO 2013 A 2014**, presentado por el estudiante universitario **Jaime Fernando Trinidad**, 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 Récinos  
Decano

Guatemala, 29 de septiembre de 2014

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por haberme permitido culminar mi carrera y darme la oportunidad de seguir adelante.
<b>Mi madre</b>	Consuelo Trinidad, por darme la motivación para alcanzar todas mis metas y su amor incondicional en todo momento.
<b>Mi esposa</b>	Adelina Méndez, por estar siempre a mi lado y apoyarme en todos los pasos de mi vida.
<b>Mis hijas</b>	Allison y Fernanda, porque son la inspiración que me motiva todos los días a alcanzar todas las metas propuestas.
<b>Mis hermanos</b>	Yolanda, Amelita, Germán y José Trinidad, por toda su ayuda a lo largo de toda mi vida.
<b>Mis sobrinos</b>	Beatriz y Rodrigo, porque para mí son mis hermanos.





## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de  
San Carlos de  
Guatemala**

Por permitirme alcanzar la terminación de mis estudios.

**Facultad de Ingeniería**

Por todas las experiencias vividas.

**Mi amigo de la Facultad**

Jose Antonio Robles Guzmán, por su compañerismo y afecto a lo largo de toda la carrera.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. ANTECEDENTES.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	21
5. ALCANCES.....	23
6. MARCO TEÓRICO.....	27
7. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	37
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 consumo eléctrico de los equipos en KWH .....45
2. Gráfica de horas de uso de los equipos ..... 46

### TABLAS

- I. Personal necesario para el proyecto ..... 49
- II. Recursos físicos necesarios para el proyecto ..... 49
- III. Recursos tecnológicos necesarios para el proyecto ..... 50
- IV. Recursos materiales para el proyecto ..... 50
- V. Balance general de los costos necesarios para el proyecto ..... 51



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>A / C</b>	Aire Acondicionado ( <i>Air Conditioning</i> ).
<b>BTU</b>	Cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit, Unidad térmica británica ( <i>British Thermal Unit</i> ).
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono.
<b>EE</b>	Eficiencia Energética.
<b>FAEE</b>	Fondo argentino de eficiencia energética.
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero.
<b>HP</b>	Horsepower o caballo de potencia, 1 HP = 745.7 Watts.
<b>Kg</b>	Kilogramo, 1 Kg = 1,000 g.
<b>KVA</b>	Kilovoltios amperios.
<b>KWH</b>	Kilovatio hora, 1 Kwh = 1,000 wh.
<b>M<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados.
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada ( <i>Pounds-force per Square Inch</i> ).
<b>Ton</b>	Tonelada de refrigeración = 12,000 BTU/H
<b>W</b>	Vatio, unidad de potencia del sistema internacional, 1 watt = Joule / segundo.





## GLOSARIO

<b>Analizador de energía</b>	Equipo de medición eléctrica que mide los diferentes parámetros eléctricos en un sistema o equipo.
<b>Auditoria energética</b>	Inspección para encontrar oportunidades de reducción de la cantidad de energía de entrada en un sistema sin afectar negativamente la salida.
<b>Balastro electrónico</b>	Equipo que sirve para mantener estable y limitar un flujo de corriente para las lámparas que tiene alta eficiencia.
<b>Cambio climático</b>	Modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional.
<b>Combustible fósil</b>	Material orgánico que se encuentra enterrados y se formó 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 millones de años.
<b>Corriente eléctrica</b>	Cantidad de flujo de carga que pasa por alguna región de espacio.

**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.

**Lámpara led**

Lámpara de estado sólido que uso diodos emisores de luz ( light-Emitting-Diode ) como fuente luminosa.

**Voltaje**

Presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica sobre las cargas eléctricas en un circuito eléctrico cerrado.

## RESUMEN

La investigación se fundamenta en la realización de un modelo de consumo energético eficiente como vía para bajar los costos operativos y contribuir con el cuidado del medio ambiente, detallando cuales son las acciones para lograrlo.

Se hicieron mediciones de los diferentes parámetros eléctricos del restaurante, para conocer su consumo real y al compararlo con el consumo eléctrico teórico tanto en los equipos como en la luminaria se determinó donde existía más consumo para poder profundizar en las posibles soluciones.

Se instalaron temporizadores para el uso de los equipos y luminaria, se cambió parte de la luminaria fluorescente a tecnología led y se sustituyeron algunos equipos de aire acondicionado a equipos de alta eficiencia, lo que contribuyó al ahorro energético del restaurante reduciendo los costos operativos.

Se concientizó al personal para la buena operación de los equipos y se creó una guía práctica para el buen uso de los mismos, todo esto para aprovechar el uso de la energía de forma inteligente, siempre tomando en cuenta los factores operativos, técnicos y económicos.



# OBJETIVOS

## General

Implementar un sistema de eficiencia energética en los equipos y luminarias del restaurante Burger King, Guatemala de la zona 9 de la capital de Guatemala, para contribuir a aumentar las oportunidades de ahorro energético, ahorro económico y promover el uso de la energía de forma eficiente.

## Específicos

1. Realizar un diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la empresa.
2. Determinar el consumo eléctrico real del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, con el fin de tener una base comparativa para poder cuantificar los logros que se pueden obtener en cuanto a la eficiencia energética.
3. Evaluar las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, con el uso de nuevas tecnologías ahorradoras de energía.
4. Establecer horarios definidos para el uso de equipos y luminaria del restaurante Burger King Guatemala de la zona 9 de la capital de Guatemala, para poder disminuir el consumo de energía, manteniendo

siempre el confort y la calidad de la iluminación del edificio, a través del uso de temporizadores automáticos.

5. Elaborar una guía práctica del uso adecuado de los equipos y la luminaria del restaurante Burger King de la zona 9 de la capital de Guatemala, que sirva como referencia para los usuarios finales y pueda servir para su mejor utilización.

## INTRODUCCIÓN

La realización de un modelo de consumo energético eficiente constituye una interesante vía para bajar los costos operativos en las empresas, de forma que el conocimiento del consumo energético en éstas permita detectar qué factores están afectando a su consumo de energía, identificando las posibilidades potenciales de ahorro que tienen a su alcance y analizando la viabilidad técnica y económica de implantación de tales medidas.

La aplicación de la eficiencia energética en cualquier organización desarrollará mejores modelos de consumo energético para lograr mejoras en cuanto a ahorros energéticos, bajar costos de operación, aumentar la vida útil de los equipos y por ende también contribuir con el medio ambiente al utilizar menores cantidades de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

La eficiencia energética aumenta cuando evitamos consumir más energía de la necesaria, así de simple, haciendo que las instalaciones sean más eficientes al obtener los mismos resultados en el uso de equipos o de la iluminación de una manera más económica y ecológica, al consumir una menor cantidad de energía.

Se debe tener en cuenta que, además de bajar los costos de operación al utilizar la menor cantidad de energía posible, también estamos contribuyendo a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y, con ello, el impacto de la reducción de la capa de ozono.

El restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, contará, a partir de la redacción de un modelo de Eficiencia Energética, con una herramienta práctica y potente que oriente para alcanzar sus objetivos en materia de ahorro y eficiencia energética.

La planificación de la eficiencia energética es una herramienta muy útil para cualquier organización que quiera mejorar su consumo energético y que desee hacerlo conforme a un modelo bien elaborado.

La eficiencia energética comprende actividades de concientización por parte de las personas en el uso de la energía, es decir concentra actividades que no tienen inversión económica directa, sino únicamente el tiempo utilizado en dicha concientización.

Es decir que aunque la eficiencia energética tiene el condicionante de la rentabilidad económica y muchas de las medidas que propone una auditoría energética pueden suponer un gasto mínimo o nulo se pueden obtener ahorros económicos y energéticos muy importantes para la empresa que la utiliza.

La mejora de la eficiencia energética en un restaurante de comida rápida pretende mantener los niveles de comodidad, estándares y confort necesarios, tanto para los clientes que visitan el restaurante como para el personal operativo que labora en dichas instalaciones al utilizar la menor cantidad de energía posible y de forma inteligente por medio de un modelo del uso de la energía.

En el desarrollo del presente diseño de investigación de la implementación de un sistema de eficiencia energética se utilizan una serie de ideas y



consideraciones con el propósito de reducir de manera sustancial el gasto energético en el restaurante, optimizando el funcionamiento de los mismos, por lo que se revisarán los datos generales del restaurante, actividad, área, proceso de trabajo y horarios actuales.

El ámbito de aplicación de este diseño será tanto para la zona de uso público del restaurante, como para la cocina y el resto de instalaciones.

Partiendo de esta diferenciación entre las distintas zonas presentes en el restaurante, el análisis conlleva la conveniencia de realizar un estudio individualizado de cada área.

De este modo, por un lado, se estudia la zona de comedor utilizada por los clientes del local, mientras que, por otro, se realizará el análisis de la cocina que, dada su importancia en este tipo de instalaciones, merecen un trabajo más profundo.

Para tener un amplio conocimiento del tema se detallará aspectos generales de la iluminación y el sistema eléctrico, equipos del restaurante, conceptos de energía y eficiencia energética, así como los parámetros eléctricos que se estudian. También temas sobre la venta de la energía eléctrica en nuestro país, los aparatos de medición eléctrica que se utilizarán y las propuestas de mejoras en la luminaria y equipos existentes.

Asimismo, serán objeto de estudio zonas comunes, pasillos y el resto de áreas de usos múltiples.

De esta manera, todos los diferentes estudios individualizados deberán ser reunidos para que la auditoría del restaurante pueda ser global,

considerando el mismo como un único gran sistema consumidor de energía sobre el que se actuará de manera integral, ya que es la única forma de conseguir unas acciones de ahorro y eficiencia energética óptimas.

El principio de la investigación son las mediciones que deben realizarse en los equipos tomando parámetros como voltaje real, voltaje nominal, consumo eléctrico real, consumo eléctrico nominal, horas de uso, cantidad de iluminación, horarios establecidos en el uso de equipos, que nos servirán para poder realizar comparaciones con las facturas procedentes de la Empresa Eléctrica.

Estos datos permitirán establecer o cuantificar los ahorros energéticos potenciales así como también poder decidir sobre inversiones a realizar, para mejorar tanto el impacto ambiental como la rentabilidad de la empresa.

En el capítulo I se desarrollarán los antecedentes generales del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, sus datos generales, actividades, procesos de trabajo, horarios y construcción.

En el capítulo II se estudiarán los diferentes conceptos involucrados con la eficiencia energética, energía, iluminación, tipos de equipos que usa el restaurante, es decir la descripción general de la luminaria y equipos en general, para conocer la tecnología actual de los mismos así como su funcionamiento.

En el capítulo III se desarrollará el sistema eléctrico del restaurante, los diferentes tipos de luminaria que utiliza, y los datos de la venta de energía en Guatemala, que nos dará el costo directo del uso de la energía utilizada en el

restaurante la cual puede ser comparada con el costo teórico y ver la diferencia que existe entre estos costos.

En el capítulo IV se realizarán las comparaciones de las mediciones realizadas con el analizador de la calidad de energía y los datos teóricos de los equipos y luminaria, con el cual se pueden obtener los porcentajes o rangos en que están operando los equipos y tener el dato exacto de una buena operación o mala operación de los mismos.

En el capítulo V se propondrán las mejoras en el sistema eléctrico, el cambio de luminarias por otras más eficientes y el cambio de equipos si fuera necesario, esto siempre tomando en cuenta si tienen algún costo, o si se requiere de una inversión y determinar cuál es el tiempo de recuperación de la inversión para ver si es posible realizarla.



## 1. ANTECEDENTES

Por la utilización de la energía eléctrica, que es generada a través de combustibles fósiles y el uso ineficiente de la misma, ha contribuido al calentamiento global, lo cual ha traído como consecuencia el cambio climático que afecta y afectará de diferente manera a todos los habitantes del planeta.

En muchos países se consideran varios aspectos de política energética, entre los cuales se puede mencionar ambiciosos programas de medidas de eficiencia energética a nivel comunitario, nacional, local e internacional, en edificios, la industria y el transporte.

Durante los años 2010 a 2012 se realizó el estudio por parte del Grupo TRAGSA, en España, sobre mejora de la eficiencia energética, con el fin de que las entidades locales tuvieran datos fiables de mejora de eficiencia energética en el alumbrado público, los edificios e instalaciones deportivas. Los resultados de este trabajo son los siguientes:

### Alumbrado público

Partiendo de la hipótesis de un municipio con un alumbrado público de 4,000 horas nocturnas de luz, el estudio contempla la sustitución de 120 lámparas de vapor mercurio de 125W por otras de vapor sodio de 70 W, así como la instalación de un equipo estabilizador y reductor de tensión.

La introducción de ambas mejoras supondría un ahorro económico de 4,200 euros, para una inversión total de 13,658 euros, amortizable en 3 años.

El ahorro energético sería de 26,400 KWH anual, casi un 44 % menos, con una reducción de 24 t de CO<sub>2</sub> al año.

Unos resultados igualmente destacables pueden obtenerse si se actúa en la refrigeración o la iluminación interior de los edificios públicos; de hasta un 58 % de ahorro energético, en el primer caso, y de un 60 % en el segundo, con la consiguiente reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Como es obvio, el periodo de amortización de la inversión se acorta sensiblemente en las actuaciones que se limitan a la calefacción, la refrigeración o la iluminación interior de edificios, inferiores en todos los casos a los 6 años.

#### Instalaciones deportivas

La mejora de la eficiencia energética de las instalaciones deportivas puede realizarse, en lo que respecta al alumbrado interior, instalando detectores de presencia en pasillos y vestuarios o sensores de luminosidad para aprovechar la luz natural, con un ahorro de energía superior al 50 %.

En este estudio realizado en España sobre el cambio de luminaria pública, podemos observar que se obtiene un alto ahorro de energía (44 %) con una inversión que tiene un período de retorno de 3 años, lo que conlleva a concientizar a las organizaciones involucradas a realizar esta inversión.

ASPRIMA, una entidad Española realizó en el año 2008 el estudio sobre Eficiencia Energética de Edificios realizado por el Departamento de Construcción y Vías Rurales de la Universidad Politécnica de Madrid.

“El estudio supone la primera visión sobre una construcción existente de las diferencias en costos y en ahorro energético que supone el cambio de calificación energética del edificio y en él se concluye que el cambio en la calificación energética de un edificio puede generar, con leves aumentos del costo, unos ahorros en el consumo de hasta el 76 %”. ( Tragsa. 2012, p.4 )

### Objetivo del estudio

El estudio evaluó, para un edificio ya construido, es decir, en un caso real, los costos constructivos y consumos energéticos derivados de una calificación energética de viviendas.

Esta investigación, pionera en España, ha estudiado todos los materiales presentes en el edificio, estructuras y componentes, tanto de construcción, como de aislamiento, de consumo energético o de confort y ha evaluado cómo se podría modificar dicho edificio para que obtuviese una calificación energética mejor.

Además, se calculó cuánto cuesta esa modificación y, lo que es más importante, cuánto ahorro en términos energéticos y económicos supone esa mejor calificación.

### Ahorro energético y costos

“Y los resultados son contundentes: si se utiliza la combinación de elementos adecuada que consiga que un edificio mucho más eficiente con la energía, se genera un ahorro anual en el coste del consumo energético de la vivienda de hasta el 76 %”. ( Tragsa. 2012, p.8 )

En términos de sostenibilidad ambiental este dato es fundamental, ya que el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> es de casi 30 kg por metro cuadrado anual, es decir que en un piso de 90 m<sup>2</sup>, el ahorro de una vivienda sería de 2700 kg de CO<sub>2</sub>/año.

La comparación más clara se obtiene en función de la cantidad de árboles que serían necesarios para compensar este aumento de emisiones de la vivienda: 10 árboles sería necesario plantar cada año para compensar el exceso de emisiones de una sola vivienda. Cada árbol de tamaño y tipo medio absorbe anualmente 3 kg de CO<sub>2</sub>.

Este estudio nos permite conocer que al realizar inversiones en el aislamiento de edificios ya existentes mejora la eficiencia de la utilización de la energía por lo que también se obtienen grandes ahorros de energía de hasta un 76 %.

#### Proyecto de eficiencia energética en Argentina

La Secretaría de Energía de Argentina se encuentra desarrollando el "Proyecto de Eficiencia Energética en la República Argentina", para lo cual cuenta con el apoyo de recursos de una donación del Fondo para el Medioambiente Mundial (FMAM) por un monto de US\$ 15,155 millones, otorgados a través del Banco Mundial en su rol de agencia de implementación del FMAM. Esto desde al año 2009 al 2015.

El objetivo de desarrollo del proyecto es incrementar la eficiencia en el uso de la energía en la República Argentina, mediante el fomento de un mercado creciente y sustentable de servicios de eficiencia energética, contribuyendo a



reducir los costos de la energía de los consumidores y a la sustentabilidad en el largo plazo del sector energético argentino.

El objetivo global del proyecto es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero eliminando las barreras regulatorias, de financiamiento e informativas que impiden actividades e inversiones en eficiencia energética y conservación de energía.

El periodo de ejecución del Proyecto será de 6 años.

El Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina, comprende tres componentes básicas, y prevé un amplio espectro de estudios, consultorías, equipamiento y/o implementaciones, programas de capacitación y promoción, en las siguientes áreas:

#### Componente I: Desarrollo del Fondo de Eficiencia Energética

Desarrollo de diagnósticos energéticos y ejecución de estudios de factibilidad para inversiones de Eficiencia Energética (EE)

Desarrollo del Fondo Argentino de Eficiencia Energética (FAEE)

Componente II: Desarrollo de un Programa de EE en empresas distribuidoras de energía eléctrica:

Sustitución de lámparas incandescentes por lámparas compactas fluorescentes, diseminación y capacitación

Componente III: Fortalecimiento de Capacidades en EE y gestión del Proyecto

Elaboración de propuestas de políticas y regulaciones impositivas y financieras para la promoción de actividades de EE en el sector energético

Programa de Normalización, Etiquetado, Certificación y Ensayos

Desarrollo de capacidades de ESES (empresas proveedoras de servicios energéticos)

Programas de capacitación, información y difusión

Los principales indicadores de desempeño relativos al objetivo del proyecto son:

- La reducción en la emisión de gases de efecto invernadero
- El número de propuestas de proyectos de EE financiados por los bancos comerciales que fueron desarrollados.
- El número de normas y etiquetas de EE emitidas
- El número de lámparas fluorescentes compactas utilizadas por los clientes residenciales.
- La mayor concientización y conocimiento de eficiencia energética entre los consumidores de energía.
- Con la implementación de este proyecto se estima un ahorro energético del 30 %.

En este proyecto se realizan las siguientes fases: diagnósticos energéticos, estudios de factibilidad de inversión en sistemas de eficiencia energética, sustitución de lámparas incandescentes por lámparas más eficientes las fluorescentes y por último la realización de programas de difusión, información y capacitación, que nos muestra un buen esquema de seguimiento para llevar a cabo una implementación de un sistema de eficiencia energética en luminarias.

## Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal Año 2013 en México:

El objetivo de este proyecto fue Impulsar la eficiencia energética a través de la sustitución de sistemas de alumbrado público municipal ineficientes por eficientes, lo cual contribuye a obtener los siguientes beneficios:

- Reducción en el consumo de energía eléctrica
- Fortalecimiento de las finanzas públicas municipales al generarse ahorros en el consumo de energía eléctrica.
- Mejoramiento de la imagen urbana y la seguridad de los habitantes
- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes locales.

Se realizó el proyecto de sustitución en apego a la opinión técnica inicial y en cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Con base en el ahorro energético y en la mejora de la percepción visual por la emisión de luz blanca, se sugirió utilizar los siguientes sistemas de iluminación:

Aditivos metálicos cerámicos

LED (Diodo emisor de luz)

Vapor de sodio de alta presión cerámicos

Con la implementación de este proyecto de ahorro energético se obtuvieron los siguientes ahorros:

Municipio de Xochitepec, Morelos.

Ahorro en el consumo de energía eléctrica derivado por la conclusión de su proyecto: 158,004 kWh/mes.

Ahorro promedio estimado por su facturación: 43.3 %.

Estado de Chihuahua:

- Municipio Delicias
- 278,548 kWh/mes
- Ahorro promedio estimado por su facturación: 66.7%
- Estado de Durango, Durango:
- 851,224 kWh/mes
- Ahorro promedio estimado por su facturación: 42.5 %

Este proyecto nos muestra los datos de ahorro obtenidos por el cambio de luminarias públicas de diferente tecnología, desde LED hasta lámparas de vapor de sodio de alta presión con lo cual obtuvieron ahorros desde un 42.5 % hasta un 66.7 %.

Cervecería Cuáuhtemoc planta Toluca en México: ( año 2006 )

Es una planta con una demanda de 4,880 KW, consumo de 30.33 MWH/año

Las acciones correctivas que se utilizaron son:

Optimización del sistema de refrigeración, iluminación y control de demanda.

El sistema original estaba compuesto se sistemas de iluminación y de refrigeración ineficientes y deteriorados.

El sistema propuesto fue de iluminación de alta eficiencia, control de demanda y el uso de aceite sintético para los sistemas de refrigeración y el almacenamiento de hielo.

Los beneficios de la implementación de la medida fueron los siguientes:

- Reducción de 855 KW
- Reducción de 4,369 MWH en energía anual
- Ahorro anual de \$108,397.00
- El costo de inversión del proyecto fue de \$123,923 con una tasa de retorno de la inversión de 1.14 años.

En la planta de la cervecería se modificó el sistema de refrigeración y la luminaria para lograr una mejor eficiencia energética y aunque la inversión fue bastante alta se tuvo un período de retorno de la inversión de 1.14 años.



## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El uso de la energía eléctrica en el restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, tiene grandes deficiencias, tales como uso sin control de la energía, no hay horarios establecidos y muchas veces al mal estado de los equipos que se utilizan, el tipo de operación y a la concientización del personal operativo que los utiliza, lo que repercute en un alto costo de la energía eléctrica.

Al implementar un sistema de eficiencia energética en el restaurante se busca utilizar la energía de forma inteligente con lo cual se pueda controlar el consumo eléctrico, establecer horarios definidos para el uso de iluminación y equipos, así como también capacitar al personal para el uso adecuado de las instalaciones a fin de crear una concientización en el uso de la energía.

La implementación del sistema de eficiencia energética obedece a lo que se puede llamar una falta de orden en el uso de la energía, pues en muchos casos se trata de una inexistencia total de confort térmico en las diferentes áreas del restaurante y horarios establecidos en el uso de la iluminación.

Problema

Costo elevado de la energía eléctrica por el uso de los equipos y la luminaria del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital

de Guatemala en el periodo 2013 a 2014, en comparación con los otros restaurantes de la cadena.

### Pregunta

¿Con la implementación de un sistema de eficiencia energética en los equipos y luminarias del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, se podrá lograr el buen uso de los equipos, la mejora de la conciencia del personal en el uso de los mismos y disminuir el consumo eléctrico del restaurante?

Además para poder tener en cuenta todos los posibles factores que intervienen en el uso de la energía se hacen las siguientes preguntas:

¿Es necesario revisar los parámetros eléctricos del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, para conocer la situación de las instalaciones eléctricas y de los equipos del restaurante?

¿Cuál es el consumo eléctrico real del restaurante Burger King y como ayuda este dato para aumentar la eficiencia en el uso de la energía eléctrica?

¿En qué porcentaje el uso de luminarias ahorradoras o de tecnología LED así como el uso de equipos con tecnología más eficiente, ayudan a disminuir el consumo eléctrico del restaurante?

¿El uso de temporizadores en los equipos y luminarias del restaurante en horarios definidos ayudará a hacer su uso más eficiente?



¿El uso de una guía práctica para la operación de los equipos y las luminarias ayudará con la eficiencia energética del restaurante?

Descripción del área de trabajo: el restaurante Burger King ubicado sobre el Boulevard Liberación, en la zona 9 de la capital de Guatemala, es un restaurante de comida rápida donde se venden diferentes tipos de menús, ya sea en el desayuno, almuerzo o cena, postres, helados y también productos de temporada.

Cuenta con un horario con apertura a las 05:00 horas hasta las 02:00 horas. Cuenta con 5 equipos de aire acondicionado con un total de 30 toneladas de refrigeración, ubicados 2 equipos de aire acondicionado para el área de la cocina, 2 equipos de aire acondicionado para el área del comedor y un equipo de aire acondicionado para el área de eventos o de juegos de niños, también tiene 1 cuarto frío de 2 HP y un cuarto congelado de 3 HP que son los equipos que mayor consumo de energía eléctrica poseen.

Tiene diferentes tipos de equipos de cocina, como freidoras a base de gas, la parrilla de la carne a base de gas, microondas, cafetera, chocolatera, máquina de bebidas, gabinetes retenedores de calor, congeladores portátiles, refrigeradores portátiles, horno de galletas, horno para rollos de canela, bombas de agua, reguladores de voltaje, unidades UPS, pantallas para el área de despacho, equipo de sonido, amplificador de sonido, ipod, televisiones, calentador de agua a base de gas, etc.

Cuenta también con lámparas que usan tubos fluorescentes en la cocina y área de empleados, la iluminación en el área de parqueo son 10

postes con lámparas de 1000W, 9 lámparas de 175W en el área del autoservicio y 4 lámparas de 400W en el área infantil o área de juegos.

En el exterior del restaurante tiene un rotulo gigante iluminado, rótulos direccionales iluminados para guiar a los pilotos de los autos a estacionarse o dirigirse hacia el área de autoservicio a la salida.

También posee vallas publicitarias que utilizan reflectores para iluminarse, localizadas en el área del parqueo.

El consumo eléctrico mensual del restaurante es bastante elevado, teniendo valores cercanos a los 25,000 KWH/mes y tiene alrededor de 30 empleados que trabajan en diferentes horarios.

En el uso de la energía eléctrica en el restaurante Burger King de la zona 9 no se tienen precedentes de estudios realizados para poder controlar su uso, solo se ha manejado un cuadro comparativo de los pagos realizados cada mes a la empresa proveedora del servicio pero no se ha profundizado en el porqué del consumo eléctrico.

El restaurante Burger King es un negocio que se dedica a la venta de comida, por lo que utiliza una gran cantidad de equipos que usan energía eléctrica, como por ejemplo los cuartos frio y congelado donde se mantienen los alimentos a baja temperatura para evitar su descomposición, también los equipos de aire acondicionado que tienen capacidad para mantener el confort del área del comedor con unas 200 personas y el área de la cocina con unos 20 empleados, por esta razón su consumo eléctrico es elevado.

Antes de proponer cualquier cambio dentro de los equipos o de las instalaciones hay que hacer un análisis profundo de la situación actual, con respecto al consumo y manipulación de la energía eléctrica en todas las áreas de trabajo y de las áreas de estadía de los clientes.

Con la información actual con que se cuenta observamos que las instalaciones actuales no cuentan con un método sistemático para detección de oportunidades de mejora, ni con procedimientos o sistemas que permitan administrar la energía.

Tampoco existen programas de mantenimiento orientados a corregir pérdidas de energía en los sistemas o equipos.

Existe un total desconocimiento sobre los programas de ahorro de energía y los beneficios que puedan proporcionar, lo que provoca desperdicios y hábitos inadecuados en el uso de la energía.

Existen diseños inadecuados para la operación y control de sistemas y equipos eléctricos en las instalaciones.

Al no existir actividades de capacitación sobre programas de mantenimiento, el personal técnico de los inmuebles no cuenta con elementos para proponer mejoras en el uso de sistemas y equipos que consumen energía.

Por tal razón es muy importante realizar mediciones para establecer controles de uso de la energía para poder utilizarla con eficiencia y obtener ahorro energético, disminución del deterioro de los equipos, mejora en la conciencia del uso de la energía eléctrica, disminución de

los costos de operación y disminución en la contaminación ambiental por producción de gases de efecto invernadero.

### **3. JUSTIFICACION**

La implementación de un sistema de eficiencia de energética en los equipos y la luminaria del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala pretende formar las bases para la mejor utilización de la energía, formando nuevos retos y oportunidades de ahorro en dicho restaurante.

El estudio propuesto se enmarca en una línea de investigación descriptiva ya que evaluará información detallada respecto al consumo energético del restaurante para describir su uso con la mayor precisión posible.

Las bases y oportunidades para la mejor utilización de la energía deben de ser promovidas entre todos los involucrados del uso de la energía, para lograr el objetivo de mejoras energéticas.

También se concientiza e informa al usuario final de la necesidad de incluirlo en el proceso constructivo de la implementación del sistema de eficiencia.

Por ello se hace necesario facilitar a los usuarios los fundamentos que les permitan satisfacer las exigencias de reducción de consumo en el edificio actuando de forma global en su envolvente térmica y sus instalaciones, como facilitarles las herramientas que les permitan obtener los mejores resultados.

La implementación de un sistema de eficiencia energética en los equipos y la luminaria del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, pretende ubicar los posibles ahorros energéticos que se puedan tener, llevando a cabo cambios sin que sea necesaria ninguna inversión, así como cuantificar los posibles ahorros energéticos al realizar cambios con inversiones y estimando su tiempo de recuperación para ver si es posible llevarlos a cabo.

Con el uso inteligente de la energía eléctrica en los equipos y la luminaria del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, aumentara la vida útil de los equipos y la luminaria, disminuirá los costos operacionales y también se contribuirá en la disminución de producción de gases de efecto invernadero por lo que es de vital importancia la implementación de un sistema de eficiencia energética para que puedan llevarse a cabo estos factores.

Para poder utilizar la energía de forma inteligente se realizarán mediciones de los parámetros eléctricos y hacer las comparaciones necesarias que nos darán los datos que permitirán establecer los potenciales ahorros energéticos.

El diseño de investigación de la implementación de un sistema de eficiencia energética en los equipos y la luminaria del restaurante Burger King pretende aplicar tecnologías y sistemas organizacionales para obtener el ahorro y el uso racional de la energía eléctrica así como cuantificar las consecuencias técnicas, económicas y los impactos ambientales generados por el uso deficiente de la misma.

También la utilización de tecnologías ahorradoras de energía eléctrica, el mejor uso en la generación, transmisión y el uso final de la electricidad y coadyuvar a implementar una cultura ambiental basada en los principios del desarrollo sostenible.

Esto se puede lograr con el cambio de la luminaria fluorescente por tecnología led, el cambio de equipos de aire acondicionado y refrigeración convencionales por equipos de alta eficiencia que utilizan motores magnéticos en vez de motores eléctricos normales.

La participación de la transmisión de la energía eléctrica es de encontrar el calibre adecuado de los cables de conducción para evitar pérdidas en el sistema tanto en la acometida principal del restaurante así como también en red interna de distribución.

El uso final de la electricidad se refiere a que todo el personal que opera los equipos debe de estar consciente de realizarlo de manera eficiente para no malgastar la energía o utilizarla de forma indebida.





#### **4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Con la implementación de un sistema de eficiencia energética en el restaurante Burger King de la zona 9 de la capital de Guatemala, se pretende documentar como se utiliza la energía actualmente como paso inicial para obtener un modelo para el uso adecuado de la energía así como también proponer y realizar los cambios necesarios en la tecnología que se usa actualmente media vez se cumpla con un período de retorno de la inversión adecuada.

Se realizarán mediciones eléctricas reales y se tomaran datos teóricos de consumo eléctrico de los equipos y de la luminaria, para poder determinar las diferencias que existen.

Con estos datos se puede saber cuál es la mejor forma de utilizar la energía eléctrica, así como los beneficios que trae consigo, ya que actualmente no se cuenta con ninguna información de este tipo que se pueda tomar como referencia.

Esto se logrará al realizar las comparaciones de los datos reales del consumo eléctrico con lo que estipula el fabricante de los equipos, tomando en cuenta las horas de uso y si se utilizan de forma correcta y el tiempo necesario.



## 5. ALCANCES

Con esta investigación se pretende en primer término, analizar la información de mediciones eléctricas para poder llevar a cabo la implementación de un sistema de eficiencia energética en las instalaciones del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala.

Tiene un alcance descriptivo ya que evaluará información detallada respecto al consumo energético del restaurante para describir su uso con la mayor precisión posible.

Conocer los costos de inversión necesarios para mejorar la eficiencia energética y mejorar la rentabilidad de la empresa a través del uso de iluminación de menor consumo o de tecnología LED.

Determinar si los equipos que consumen energía eléctrica se encuentran en buen estado, si es necesario modificarlos, repararlos o cambiarlos con el fin único de utilizar la energía de forma eficiente.

Realizar un estudio térmico del cableado eléctrico exterior por parte de la Empresa Eléctrica de Guatemala para determinar si existen puntos donde exista cables en mal estado que necesitan ser cambiados y que contribuyen a un mayor consumo eléctrico en las instalaciones del restaurante.

También llevar a cabo la primera fase de la implementación de un sistema de eficiencia energética, la cual cubre las mejoras que no tienen inversión o con inversiones moderadas, como el mantenimiento preventivo de motores, equipos

de aire acondicionado, equipos de refrigeración, limpieza de lámparas y limpieza de difusores.

Revisar la climatización y el uso de los equipos de aire acondicionado, si cumplen con las temperaturas adecuadas, utilizar termostatos programables y con palabra clave de acceso para que únicamente el personal autorizado pueda modificar las temperaturas para evitar largos periodos de marcha de los compresores que son los grandes consumidores de la energía eléctrica.

Utilizar los equipos y la luminaria con horarios definidos para que estos sean utilizados únicamente cuando sea necesario para optimizar el uso de la energía, es decir que la luminaria que se utiliza en el día debe de estar temporizada en las diferentes áreas así como también las luces exteriores deben de operar en los horarios de atención del restaurante dependiendo de los diferentes horarios de operación durante los días de la semana.

También el uso de sensores de movimiento para la iluminación en las áreas donde se requiere su uso solo en algunos momentos del día. Esto es en pasillos donde el personal pasa solo en algunos momentos del día, por lo que no es necesario tener las luces encendidas todo el día.

Revisión del alumbrado exterior, la cantidad de lámparas y su cantidad de iluminación para poder saber con exactitud si corresponde a lo que realmente se necesita según las condiciones del lugar.

Esto utilizando una tabla de cantidad de iluminación necesaria dependiendo del área de trabajo, ya que es diferente la cantidad de iluminación que se necesita en el área de la cocina donde se preparan los alimentos y la iluminación exterior, en el área de parqueo.

Difundir los objetivos de la eficiencia energética así como el concepto de eficiencia energética, el uso racional de la energía y por tanto la concienciación del personal usuario de las instalaciones, para que actúen de acuerdo con las oportunidades de ahorro que se presentan en la actividad diaria.

Creación de una guía práctica del buen uso y manejo de los equipos y la luminaria del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, como apoyo a los usuarios finales para que puedan hacer el mejor uso posible de los equipos del restaurante.



## 6. MARCO TEÓRICO

La producción de energía a partir de combustibles fósiles tiene efectos nocivos sobre la biosfera a corto, mediano y largo plazo. Contaminan el suelo, el agua y la atmósfera, contribuyendo significativamente al cambio climático debido a la emisión de gases de efecto invernadero.

En la actualidad los países con bajo desarrollo industrial y tecnológico tienen altos consumos de energía y deben de adoptar medidas de eficiencia energética para mejorar los impactos ambientales sobre los recursos naturales y el medio ambiente.

“Con estos antecedentes, la Unión Europea centra sus esfuerzos en la eficiencia energética en el sector residencial, ya que es un nicho muy importante de emisiones de G.E.I. susceptible de ser reducidas con relativa facilidad. Para ello se han desarrollado diferentes directivas en relación al uso de la energía y más en concreto a las utilizadas en el sector de la edificación y se ha desarrollado la denominada etiqueta energética, que es un distintivo en el que se acredita la eficiencia energética de un inmueble atendiendo a su consumo energético y a sus emisiones de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado”. (Galindo, 2013, p.3).

También se debe incorporar nuevas tecnologías que permitan usar eficientemente la energía y el uso de fuentes de energéticas renovables, que tienen menores impactos sobre el medio ambiente y ayudan a mitigar el cambio climático.

## Uso eficiente de la Energía

La eficiencia energética se refiere a la minimización del insumo energético, manteniendo la misma calidad o mejorándola en cada área del restaurante. Se origina a partir de la disminución de las pérdidas de energía durante los procesos de conversión o transformación de un tipo de energía a otro.

“La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Es usar bien la energía, porque EE es ahorrar sin perder en calidad de vida o en calidad de producción, muestra de ello es la introducción de nueva tecnología o el cambio de conducta en las personas”. (Conafe, 2013, p.4).

Entonces es posible producir un mismo o mayor volumen de bienes o niveles de servicio, sin aumentar el consumo de energía. Con la eficiencia energética, en consecuencia, no existe una disminución o restricción para el desarrollo de alguna actividad específica, como sí ocurre con el ahorro energético.

## Acciones de eficiencia energética

“Entre otros recursos, algunos establecimientos como los hoteles y los restaurantes utilizan una notable cantidad de energía para suministrar los servicios y el confort que ofrece a sus clientes. Es por ello que los imperativos de control de la demanda y el ahorro de energía se convierten en compromisos que debe asumir este sector, donde existe todavía un gran potencial para el ahorro energético. Por lo general, estos establecimientos no realizan un control



riguroso del consumo energético, y en algunos casos no conocen al detalle las instalaciones energéticas”. (Plan de ahorro y eficiencia energética, (s.f.), p.8).

Algunas de las medidas para alcanzar la eficiencia energética en el restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala son las siguientes:

#### Medidas de eficiencia energética en los sistemas de iluminación

El mantenimiento de los sistemas de iluminación es indispensable para el buen funcionamiento ya que si las lámparas están sucias disminuyen la cantidad de luz y aumenta la temperatura de las lámparas, lo que repercute de manera negativa en el rendimiento luminoso y en la vida útil de las mismas.

Se busca la utilización de las lámparas de bajo consumo eléctrico y que tengan una adecuada luminosidad de acuerdo a las diferentes áreas donde se utilizan tomando factores como:

- Altura de la instalación
- Necesidades de iluminación del área
- Horas de uso
- Temperaturas del lugar
- Suciedad del lugar

Otros factores a tomar en cuenta son

- Aprovechar al máximo la luz natural

“El objetivo ha de ser aprovechar al máximo la luz solar para reducir el consumo eléctrico en la iluminación. Por esto, se deberían instalar elementos de captación de luz natural, como pueden ser: ventanas, patios interiores, claraboyas, entradas de luz en forma de dientes de sierra o tubos de captación de luz solar”. ( Eficiencia energética municipal, 2002, p. 8).

- Sustituir luminarias que estén en mal estado
- Ajustar los niveles de iluminación
- Sustituir lámparas de bajo rendimiento luminoso por otras de mayor eficiencia
- Utilización de un número de interruptores adecuado
- Apagar las luces que no se necesiten
- Utilizar colores claros en las paredes que absorben menos cantidad de luz.

Es muy recomendable la utilización de pinturas y materiales claros para el acabado de las paredes y los techos, ya que permite un ahorro importante de luz artificial. ( Eficiencia energética municipal, 2002, p. 12 ).

- Utilizar balastos electrónicos
- Utilización de sensores de movimiento en algunas áreas para el encendido de las lámparas.

En referencia al alumbrado interior, se recomienda utilizar equipos eficientes de iluminación, preferentemente fluorescentes con reactancia electrónica, fluorescentes compactos con reactancia electrónica y bombillas de vapor de sodio de alta presión. Se evitará el uso de bombillas convencionales, halógenas y de vapor de mercurio. (Eficiencia energética municipal, 2002, p.9).

Los factores a tomar en cuenta en cuanto a las instalaciones eléctricas son los siguientes:

- Evitar conductores eléctricos sobrecargados
- Revisión de la temperatura de operación de los conductores eléctricos
- Realizar ajuste en las conexiones para evitar que estén flojas
- Revisión y mantenimiento de los transformadores de energía
- Uso de motores eléctricos de alta eficiencia.

Con la mejora en estos puntos se consigue

Menor consumo de energía, mayor rendimiento de las instalaciones mediante un mejor aprovechamiento de las líneas de distribución y transformadores, reducción de pérdidas y calentamientos en líneas y equipos, reducción del número de averías, continuidad del servicio eléctrico y reducción de los costes económicos de explotación. (Qué es la eficiencia energética, (s.f.), p.12).

Diagnóstico energético eléctrico: el diagnóstico energético eléctrico constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y porqué se consume la energía dentro de la empresa, para establecer el grado de eficiencia en su utilización, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico, y para definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética.

Existen dos niveles de diagnóstico eléctrico, ya que pueden variar en función del tamaño, complejidad, enfoque, precisión, costos y energéticos considerados la información que se requiere para realizar el análisis: recibos por energía eléctrica del último año, inventario de equipos: motores, iluminación

y aire acondicionado, patrón de uso de equipos diario, semanal, mensual, estacional y anual, localización geográfica del inmueble, distribución de áreas, horarios de operación, turnos, sistemas, datos del área técnica y operativa. (Constructor Eléctrico, (s.f.), p.9).

En resumen, los objetivos del diagnóstico energético 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.

Actividades de un Diagnóstico Energético

En sentido general, un diagnóstico comprende las siguientes actividades:

Reconocimiento preliminar del sistema eléctrico

El objetivo fundamental del reconocimiento preliminar es lograr una primera aproximación al sistema en estudio, identificando el proceso productivo y/o áreas principales, las fuentes de energía, la capacidad instalada, horas de operación y los consumidores de energía. Así como conocer las facturas del suministrador de energía eléctrica.

Recopilación de la información: en esta fase, se procede a tomar los datos, realizar las mediciones y registros de las mismas, con el objetivo de conocer la distribución de energía en las diferentes áreas del proceso productivo.

Evaluación de la situación energética: consiste en determinar la incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

Formulación de indicadores energéticos: consiste en obtener índices de consumo de energía de los cuales pueden ser usados para determinar la eficiencia energética de las operaciones, y consecuentemente, el potencial de ahorro de energía eléctrica.

Determinación de oportunidades de ahorro de energía: significa determinar los potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los sistemas eléctricos. A su vez se identifica las medidas apropiadas de ahorro de energía, previa evaluación de los ahorros en términos de costos.

Reporte de las áreas de oportunidad para el ahorro: este ejercicio se denomina reporte ejecutivo, ya que por sí solo, debe dejar en evidencia que el estudio se efectuó de acuerdo con las revisiones y análisis de todo el sistema eléctrico. Habrá ocasiones que, para detallar con más exactitud el ahorro obtenido, se requiera hacer un diagnóstico de segundo nivel -enfocado al equipo o proceso- que amerite efectuar mediciones puntuales para determinar el beneficio técnico. Es importante conocer la tarifa eléctrica que se aplica con el fin de determinar el costo medio del kilowatt/hora que se está facturando,

para que con ese mismo se considere el beneficio económico. (Constructor Eléctrico, (s.f.), p.10 ).

Métodos de evaluación económica:

Existen muchos métodos para la evaluación de proyectos, aunque los más difundidos en la actualidad, y los más confiables, son aquellos que toman en consideración el valor del dinero en el tiempo al analizar los beneficios y costos esperados durante la vida útil del proyecto. Es decir se evaluará la inversión que es necesaria realizar y el ahorro que se obtendrá con la implementación del sistema de eficiencia energética y cuál es la tasa de retorno de la inversión.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos-financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo. Las técnicas de evaluación económica son herramientas de uso general. Lo mismo puede aplicarse a inversiones industriales, de hotelería, de servicios, que a inversiones en informática. (Métodos de Evaluación Financiera en Evaluación de Proyectos, (s.f.), p.6).

La implementación de un sistema de eficiencia de energía en el restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital, consiste en la optimización del consumo energético, cuyo objeto es disminuir el uso de energía pero produciendo los mismos resultados finales.

La energía se utiliza en el restaurante Burger King para obtener diferentes resultados como por ejemplo la climatización del área de la cocina, del comedor

y del área de eventos, la iluminación de las diferentes áreas del restaurante, alimentación de los diferentes motores y equipos de la cocina.

Se pueden obtener los mismos resultados con diferentes usos energéticos. La eficiencia energética es más alta cuanto menos energía se pierda durante su extracción, transformación, distribución y uso.

Se puede también mejorar el ahorro energético haciendo uso de las bombillas de bajo consumo, bombillos de tecnología LED o con un buen aislamiento térmico en las paredes del restaurante. El 98 % de la energía que consume una bombilla LED se transforma en luz. En otras formas de iluminación se desperdicia gran parte de la electricidad utilizada en forma de calor. Las bombillas incandescentes, por ejemplo, sólo transforman en luz el 5 % de la energía, el 95 % restante se convierte en calor. En las fluorescentes el porcentaje de energía desperdiciada en forma de calor es del 71,5 %. (Finanzas personales, (s.f.), p.3).

Si se consume menos energía, disminuye la presión de aumentar el suministro, de construir centrales de energía nuevas, o de importar energía de otros países.

El gasto de energía del restaurante Burger King ocurre en todos los equipos de uso diario y generan un impacto energético, que se evidencia teniendo en cuenta la energía que gastan a lo largo de su ciclo vital: producción, utilización y término.





## **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. DATOS GENERALES DEL RESTAURANTE BURGER KING**

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Actividades de la empresa
- 1.3. Area construida, equipos y edificaciones
- 1.4. Proceso de trabajo
- 1.5. Horarios

### **2. ILUMINACIÓN**

- 2.1. Concepto de Iluminación, tipos.
- 2.2. Eficiencia energética en los sistemas organizacionales
- 2.3. Tecnologías ahorradoras de energía
- 2.4. Uso de la energía y el cuidado del medio ambiente
- 2.5. Impactos ambientales

3. SISTEMA ELÉCTRICO DEL RESTAURANTE
  - 3.1. Tipos de luminaria utilizados en Burger King
  - 3.2. Venta de energía eléctrica en Guatemala
  - 3.3. Precio de la energía eléctrica en Guatemala
  
4. DATOS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS
  - 4.1. Analizador de la calidad de energía
  - 4.2. Tablas de parámetros eléctricos
  
5. PROPUESTAS DE RESULTADOS
  - 1.1. Propuestas de mejoras en el sistema eléctrico
  - 1.2. Propuesta de luminaria
  - 1.3. Propuesta de equipos
  
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

## 8. METODOLOGÍA

El diseño de investigación a utilizarse será el no experimental ya que se tomarán datos de los diferentes parámetros eléctricos en puntos específicos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

El estudio tiene un alcance descriptivo con mediciones de tipo cuantitativo continuo (como lo son los diferentes parámetros eléctricos, voltaje, amperaje, consumo eléctrico, presiones, etc.)

En el restaurante Burger King se evaluarán las variables independientes como la temperatura del ambiente, el nivel de luminosidad interior e incluso las condiciones ambientales que también afectan el nivel de consumo energético así como las variables dependientes como lo es el consumo eléctrico total del restaurante.

También se utilizarán indicadores objetivos para poder medir las diferentes variables que intervienen en el estudio como lo es el consumo eléctrico medido en kilovatios por hora.

En cada caso, se evaluarán elementos que permitan rescatar de manera precisa los valores de cada etapa: sensores de temperatura, detectores de presencia, movimiento y luminosidad, medidores de cantidad y calidad de energía eléctrica, entre otros.

En todo sistema se genera información que permite conocer el estado de éste y el comportamiento actual de una operación.

Este es el primer paso hacia un ciclo de eficiencia energética, ya que la medición y adquisición de datos es el inicio de una solución tecnológica para un sistema eficiente, no sólo a nivel energético, sino también para llegar incluso a la eficiencia operativa.

Se incluyen las siguientes fases

Fase 1: el primer paso es conocer el funcionamiento del sistema eléctrico del restaurante, conocer los diferentes puntos de medición eléctrica, es decir realizar un diagnóstico eléctrico de la empresa a través de mediciones de tipo cuantitativo que involucra los diferentes tipos de parámetros eléctricos, con un alcance descriptivo.

En la primer fase para lograr la implementación de un sistema eficiente de energía en el restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, será realizar una investigación de campo cuantitativa, realizando mediciones en los equipos y luminarias del restaurante utilizando un analizador de la calidad de energía.

Dicho analizador toma registros periódicos de los diferentes parámetros eléctricos y los muestra en un archivo Excel, los datos de dichas mediciones proporcionarán información cuantitativa que ayudara a conocer el comportamiento del consumo eléctrico para poder determinar las acciones que debemos de tomar para utilizar la energía eléctrica de forma eficiente, esto al momento de comparar estas mediciones con consumos eléctricos nominales de los equipos que da el fabricante, horas de uso y forma de uso por parte de los operarios del restaurante.

Fase 2: Al llevar a cabo el diagnóstico eléctrico del restaurante, se revisarán los datos de los diferentes parámetros eléctricos, así como también los elementos de cantidad y calidad de energía para poder determinar el consumo eléctrico real de la empresa y poder cuantificar los logros que se pueden obtener en cuanto a la aplicación de la eficiencia energética.

Fase 3: El restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, se analizará como un sistema integrado, evaluando todas las áreas de oportunidad de ahorro energético así como para el uso eficiente de la energía.

Es decir en esta fase se determinará las áreas que deben mejorar en cuanto al uso adecuado de los equipos, si es necesario el cambio de luminaria y equipos o si debe de establecerse el uso de temporizadores para los mismos.

Fase 4: en esta fase según los datos obtenidos en las fases anteriores se establecerán horarios definidos para el uso de la luminaria en las diferentes áreas de operación así como para los diferentes equipos del restaurante.

Fase 5: en esta fase, se revisará nuevamente el sistema, para evaluar el impacto de las medidas tomadas anteriormente y poder elaborar una guía práctica del uso adecuado de los equipos y luminarias del restaurante.

Fase 6: consistirá en la presentación de la propuesta de la implementación del sistema de eficiencia energética del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala.

Al estructurar la metodología presentada, se podrá visualizar las diferentes fases para la implementación de la eficiencia energética.

Primero, la medición y diagnóstico como punto de partida para determinar los puntos de mejora; segundo, la determinación del consumo eléctrico real del restaurante; tercero, inclusión de tecnología para la eficiencia, como el cambio de lámparas más eficientes y de bajo consumo eléctrico e ir más allá del uso de equipos eficientes energéticamente; cuarto, la elaboración de horarios definidos para el uso de la iluminación y de los equipos; quinto, la elaboración de una guía práctica del uso adecuado de los equipos y por último la presentación de la propuesta de la implementación del sistema de eficiencia energética del restaurante.

Se utilizará como unidad de medida para el consumo eléctrico el KWH ya que es la unidad de medida de cobro que utiliza la Empresa Eléctrica de Guatemala y las diferentes mediciones de equipos y luminaria se darán en estas unidades.

## 9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se analizarán los diferentes datos como los diferentes parámetros eléctricos de los equipos que utilizan energía eléctrica en el restaurante, el tiempo que trabajan por día, la cantidad de energía eléctrica que consumen y el factor de potencia que utilizan, información que puede mostrarse a través de una gráfica que representará de una mejor manera la información.

Los datos recaudados de manera cuantitativa se expresarán a través de valores de manera numérica, la información se usará en una base de datos o matriz para su análisis.

Este tipo de análisis se realizará en una computadora, analizando estadísticamente los datos.

Se empleará estadística descriptiva como análisis de frecuencias en tablas, gráficos, o análisis a través de pruebas paramétricas, no paramétricas y análisis multivariados.

Los datos se exponen resumiendo los resultados. Los datos también serán expuestos a través de tablas, estas irán una por página con su respectiva descripción.

Para cruce de datos o su análisis multivariados y pruebas, se emplearán siempre tablas, de este modo el mismo programa de la computadora genera una tabla resumen de los resultados que es la que se colocará en el capítulo del análisis de los datos de la investigación.

Los análisis de los resultados se harán fundándose en las hipótesis que se expusieron en el trabajo, buscando variaciones entre los datos recaudados de la muestra y que tan significativas son esas variaciones según el grado de error que se haya escogido para la investigación.

El paquete estadístico utilizado y el tipo de análisis estadístico empleado determinarán esto, lo cual hará más fácil la aceptación o rechazo de las hipótesis de la investigación.

#### Datos cualitativos

El análisis de datos cualitativos se realizará por medio de los datos recolectados.

Dicho análisis debe ser sistemático, seguir una secuencia y un orden.

Este proceso puede resumirse en los siguientes pasos o fases:

Obtener la información: a través del registro sistemático de notas de campo, de la obtención de documentos de diversa índole, y de la realización de entrevistas, observaciones o grupos de discusión con el personal del restaurante.

Capturar, transcribir y ordenar la información: la captura de la información se hace a través de diversos medios. Específicamente, en el caso de entrevistas y grupos de discusión, a través de un registro electrónico en formato digital.

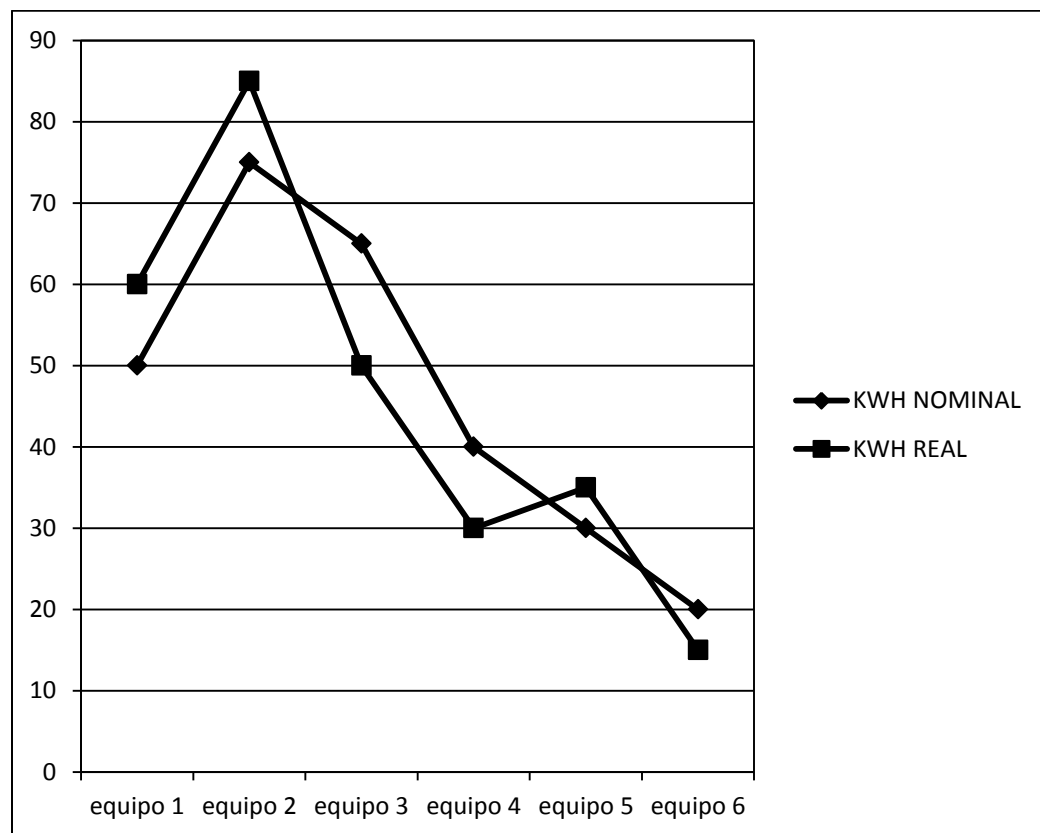


En el caso de las observaciones, a través de un registro electrónico o en papel (notas tomadas por el investigador). En el caso de documentos, a través de la recolección de material original como los manuales de los equipos, o de la realización de fotocopias o el escaneo de los originales.

Y en el caso de las notas de campo, a través de un registro en papel mediante notas manuscritas.

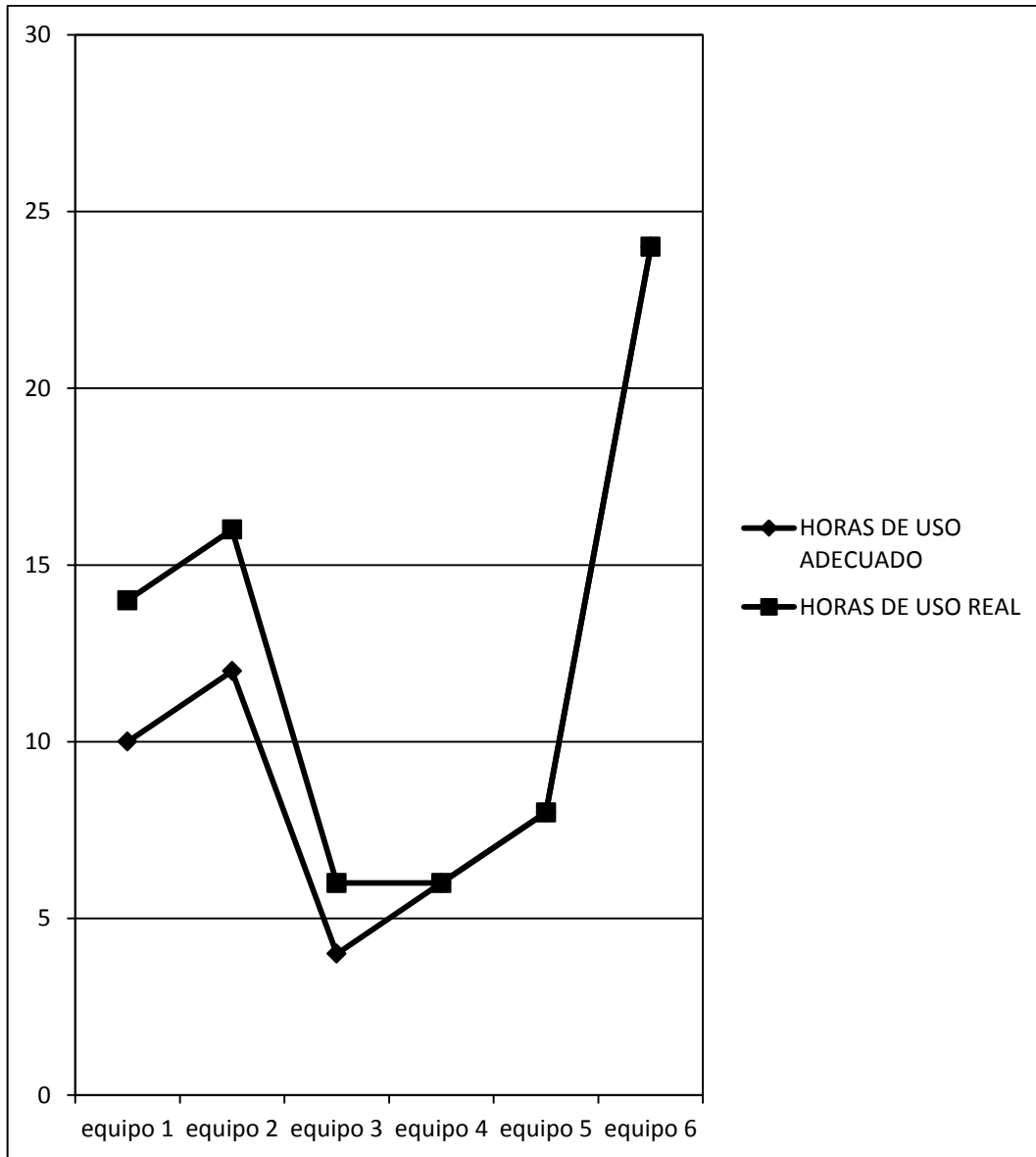
Análisis de la información:

Figura 1. **Gráfica de consumo eléctrico de los equipos en KWH**



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Gráfica de horas de uso de los equipos



Fuente: elaboración propia





## 11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para poder desarrollar la investigación se debe de contar con los siguientes recursos:

Recurso humano: que serán las personas que se encargaran de la toma de los parámetros eléctricos de los equipos y las instalaciones:

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

RECURSOS HUMANOS:		
descripcion	cantidad	experiencia
electricista	1	experiencia en uso de analizador de la calidad de la energia electrica y circuitos electricos de fuerza
investigador	1	conocimientos en electricidad industrial

Fuente: elaboración propia.

Recursos físicos: que comprenden las instalaciones y bienes muebles que ayudarán en la investigación:

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

RECURSOS FISICOS:	cantidad
oficina	1
escritorio	1
silla	2

Fuente: elaboración propia.

Recursos tecnológicos: son los instrumentos que se utilizaran en las diferentes fases de la investigación:

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

RECURSOS TECNOLOGICOS:	cantidad
computadora	1
impresora	1
camara	1
analizador de energia	1
amperimetro	1

Fuente: elaboración propia.

Recursos materiales: los insumos y útiles de oficina necesarios, como:

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

RECURSOS MATERIALES:	cantidad
resma de papel carta	1
tinta para impresora	2
boligrafos	4

Fuente: elaboración propia.

Recurso financiero: la empresa dueña del restaurante Burger King ubicado en la zona 9 de la capital de Guatemala, tiene un gran interés por lograr implementar un sistema de eficiencia energética que ayude a bajar los costos de operación y aumentar la rentabilidad, por lo que podría efectuar inversiones moderadas, siempre y cuando se establezca un periodo razonable de la recuperación de dicha inversión.

Además se tiene acceso a información de los equipos y de los costos actuales de la energía eléctrica.

El cuadro de los gastos calculados para realizar la investigación se detalla a continuación:

Tabla V. **Balance general de los costos necesarios para el proyecto**

RECURSOS HUMANOS:	cantidad	tiempo (meses)	costo (mes)	costo (total)	subtotales
electricista	1	3	Q 2,500.00	Q 7,500.00	
investigador	1	6	Q 3,000.00	Q 18,000.00	
RECURSOS FISICOS:			SUBTOTAL	Q 25,500.00	Q 25,500.00
renta de oficina	1	6	Q 600.00	Q 3,600.00	
renta de escritorio	1	6	Q 100.00	Q 600.00	
renta de silla	2	6	Q 50.00	Q 300.00	
RECURSOS TECNOLOGICOS:			SUBTOTAL	Q 4,500.00	Q 4,500.00
renta de computadora	1	6	Q 250.00	Q 1,500.00	
impresora	1	6	Q 85.00	Q 510.00	
camara	1	6	Q 200.00	Q 1,200.00	
renta de analizador energia	1	6	Q 100.00	Q 600.00	
amperimetro	1	6	Q 20.00	Q 120.00	
RECURSOS MATERIALES:			SUBTOTAL	Q 3,930.00	Q 3,930.00
resma de papel carta	1	6	Q 9.00	Q 54.00	
tinta para impresora	2	6	Q 55.00	Q 330.00	
boligrafos	4	6	Q 1.00	Q 6.00	
			SUBTOTAL	Q 390.00	Q 390.00
				TOTAL	Q 34,320.00
			TOTAL + 5% de imprevistos		Q 36,036.00

Fuente: elaboración propia.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Empresas de Eficiencia Energética. (s. f.). *Alcances de las Auditorías Energéticas*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de <http://www.slideshare.net/aperezayo/a3-e-alcance-auditoras-energéticas>.
2. Banco Popular de República Dominicana. (2011). *Empleados Banco Popular reducen consumo de papel*. Recuperado el 02 de abril de 2014, de <http://www.listindiario.com.do/economia-and-negocios/2014/1/7/305999/Empleados-Banco-Popular-reducen-consumo-de-papel>.
3. Berthier, A. (2006). *Como construir un marco teórico*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de [http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/marco\\_teorico.pdf](http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/marco_teorico.pdf).
4. Bustamante, P. (2005). *Guía práctica para el uso eficiente de la energía*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de [http://www.archivochile.com/chile\\_actual/patag\\_sin\\_repre/06/chact\\_hidroay-6%2000003.pdf](http://www.archivochile.com/chile_actual/patag_sin_repre/06/chact_hidroay-6%2000003.pdf).
5. Comisión de Política Energética de la república de Panamá. (agosto de 2002). Recuperado el 24 de julio de 2013, de [http://www.energia.gob.pa/pdf\\_estrategia\\_dise%C3%B1o.pdf](http://www.energia.gob.pa/pdf_estrategia_dise%C3%B1o.pdf).
6. Comisión Nacional de Energía de Chile. (1992). *CNEE CHILE*. Recuperado el 22 de julio de 2013, de [http://www.cne.cl/media\\_amb/f\\_medio\\_amb.html](http://www.cne.cl/media_amb/f_medio_amb.html).

7. Comisión Nacional de Energía El Salvador. (2011). *Metodología de Eficiencia Energética en la Industria*. Recuperado el 16 de agosto de 2013, de [http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com\\_phocadownload](http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload).
8. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica España. (2007). Recuperado el 27 de abril de 2014, de [www.madrid.org](http://www.madrid.org).
9. Cuenca, C. (2009). *Estudio de Factibilidad y Mercadeo*. Recuperado el 11 de agosto de 2013, de [http://www.slideshare.net/savedfiles?s\\_title=estudio-de-factibilidad-anteproyecto-2143828](http://www.slideshare.net/savedfiles?s_title=estudio-de-factibilidad-anteproyecto-2143828).
10. Di Rienzo, J., Casanoves, F., Gonzalez, L., Tablada, E., Díaz, M., Robledo, C., & Balzanarini, M. (2005). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de <http://vaca.agro.un-cor.edu/~estad/EstadisticaPCA.pdf>.
11. Gallardo, Y., & Moreno, A. (1999). *Análisis de la información*. Recuperado el 26 de julio de 2013, de <http://www.unilibrebaq.edu.co/urtilibregaq/images/Documentos/mod4analisisinform.pdf>.
12. GE2CS. (2012). *Proyecto de Desarrollo Energético*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de [http://www.ge2cs.com/sites/default/files/Ejemplos%20proyectos%20Eficiencia%30Energ%C3%A9tica\\_0.pdf](http://www.ge2cs.com/sites/default/files/Ejemplos%20proyectos%20Eficiencia%30Energ%C3%A9tica_0.pdf).
13. Ministerio de Industria y Energía de Uruguay. (2011). *¿Qué es el proyecto de eficiencia energética?* Recuperado el 25 de julio de 2013, de <http://www.eficienciaenergetica.gob.uy/proyect.html>.

14. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2007). *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de <http://www.magrama.gob.es//resumen-plan>.
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*. Recuperado el 25 de julio de 2013, de [http://www.ifema.es/ferias/climatizacion/2013/pdf/foro/28n115/28N115-la\\_eficiencia\\_al\\_alcance\\_usuario.pdf](http://www.ifema.es/ferias/climatizacion/2013/pdf/foro/28n115/28N115-la_eficiencia_al_alcance_usuario.pdf).

