



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“ADMINISTRACIÓN DE LA CARGA Y CONSERVACIÓN DE ENERGÍA DE  
LOS CONSUMIDORES DEL SECTOR INDUSTRIAL”**

**INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN POTENCIA**

Presentado por:

Carlos Leonardo Nazareno Delgado

José Miguel Veloz Arce

Luis Gregory Villacrés Landívar

GUAYAQUIL - ECUADOR

2012

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mi familia.

**Carlos Leonardo Nazareno Delgado**

Agradezco a Dios, a mi familia, a mis amigos y a todas las personas que hicieron posible este logro.

**José Miguel Veloz Arce**

Agradezco a Dios por todo lo que soy y por todo lo que me ha dado; nada de esto hubiera podido ser sin su ayuda. Agradezco también el apoyo incondicional de toda mi familia en los buenos y malos momentos, ellos son mi fuente de inspiración.

**Luis Gregory Villacrés Landívar**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi familia, en especial a mi madre Blanca por siempre brindarme todo su apoyo.

**Carlos Leonardo Nazareno Delgado**

Dedico este proyecto a mi familia, en especial a mi madre Martha y a mi hermano Alonso por siempre brindarme todo su apoyo.

**José Miguel Veloz Arce**

Dedico este proyecto a mi madre Patricia, sin su amor y esfuerzo nada hubiese podido lograr en mi vida. A mis hermanos por estar conmigo siempre. A mi padre Gonzalo que ya no está con nosotros físicamente, su espíritu vivirá siempre en nosotros.

**Luis Gregory Villacrés Landívar**

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

PhD. Cristóbal Mera Gencón

PROFESOR DE LA MATERIA DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Bermúdez Flores

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Carlos Leonardo Nazareno Delgado

---

José Miguel Veloz Arce

---

Luis Gregory Villacrés Landívar

## **RESUMEN**

Este informe trata del estudio de factibilidad para llevar a cabo un programa de administración de la carga y conservación de la energía para el sector industrial de la ciudad de Guayaquil, adoptando una norma internacional (ISO 50001).

El informe comprende de un análisis del entorno en el sector industrial, dando a conocer un perfil de las industrias de la ciudad de Guayaquil, mostrando sus tipos, sus consumos de energía y el porcentaje de energía que representa para la ciudad, logrando de esta manera destacar los tipos de industrias más representativas del sector.

Luego de analizar el entorno, evaluamos la situación y los posibles inconvenientes que se suscitan en las industrias, para esto tomamos en cuenta una industria nacional y otra multinacional obteniendo así los equipos de mayor incidencia en el consumo eléctrico para ambas industrias.

En base a un formato de encuestas profundizamos en cada una de las industrias, revisando los procesos, cargas significativas, horas de uso de las maquinarias, facturación mensual, entre otros, para así de esta manera, poder darnos cuenta de la situación real de las industrias.

Este trabajo tiene como objetivo demostrar que la implementación de programas o normas orientadas a la conservación y administración de la energía eléctrica en la industria tiene grandes beneficios tanto económicos, como ambientales, incentivando la eficiencia tanto de como equipos como de recurso humano.

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	
DECLARACIÓN EXPRESA	
RESUMEN	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ABREVIATURAS	
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVO GENERAL	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
ALCANCE	
ANTECEDENTES	
CAPÍTULO 1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR	
1.1 Conceptos.....	1
1.1.1 Consumidor Industrial.....	1
1.1.2 Tarifa de un Consumidor Industrial.....	2
1.1.2.1 Tarifa de Baja Tensión .....	2
1.1.2.2 Tarifa de Media Tensión.....	2
1.1.2.3 Tarifa de Alta Tensión .....	3
1.2 Tipo de industrias.....	3
1.2.1 Industria Agrícola.....	4
1.2.2 Industria Alimentos y Bebidas .....	4
1.2.3 Industria Automotriz.....	5
1.2.4 Industria de Construcción.....	5
1.2.5 Industria Maderera .....	5
1.2.6 Industria Metalúrgica .....	6



1.2.7	Industria Papelera .....	6
1.2.8	Industria de Plástico y Caucho .....	7
1.2.9	Industria Química .....	7
1.3	Consumo Eléctrico en el Sector Industrial .....	7
1.3.1	Consumo Eléctrico a Nivel Nacional.....	7
1.3.2	Consumo Eléctrico en la Ciudad de Guayaquil .....	8
1.3.3	Consumo Eléctrico por Tipo de Industria en la Ciudad de Guayaquil .....	11
<b>CAPÍTULO 2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b>		
2.1	Descripción General .....	14
2.1.1	Aspecto Gubernamental.....	14
2.1.2	Aspecto Económico y Administrativo.....	15
2.2	Identificación de una Industria Local.....	15
2.2.1	Industria Nacional.....	16
2.2.2	Industria Multinacional.....	17
2.3	Curvas Típicas de Demanda en una Industria Local .....	18
2.4	Identificación de Equipos Consumidores de Energía en Industrias Locales .....	20
2.5	Factor de Potencia en la Industria Local.....	22
<b>CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA</b>		
3.1	Análisis de una Industria Nacional .....	24
3.1.1	Datos Generales.....	24
3.1.2	Breve Descripción de la Industria .....	24
3.1.3	Procesos de Producción.....	25
3.1.3.1	Recepción de la Materia Prima .....	25
3.1.3.2	Tamizado .....	25
3.1.3.3	Dosificación.....	25
3.1.3.4	Mezclado y Amasado .....	26
3.1.3.5	Moldeado .....	26
3.1.3.6	Pre-Secado .....	26
3.1.3.7	Secado .....	27
3.1.3.8	Embalado y Almacenamiento.....	27
3.1.4	Consumo de Energía Eléctrica en la Industria Nacional.....	28

3.1.4.1 Información Eléctrica de una Industria Nacional .....	28
3.1.4.2 Detalle del Sistema de Iluminación .....	30
3.1.4.3 Detalle de Factor de Potencia .....	31
3.1.4.4 Lista de Equipos Representativos de Consumo Eléctrico ..	31
3.2 Análisis de una Industria Multinacional .....	32
3.2.1 Datos Generales.....	32
3.2.2 Breve Descripción de la Industria .....	32
3.2.3 Procesos de Producción.....	33
3.2.3.1 Recepción y Pedidos de Materias Primas.....	33
3.2.3.2 Proceso de Secado .....	33
3.2.3.3 Proceso de Envasado .....	34
3.2.4 Consumo de Energía Eléctrica en la Industria Multinacional.....	35
3.2.4.1 Información Eléctrica de una Industria Multinacional .....	36
3.2.4.2 Detalle del Sistema de Iluminación .....	38
3.2.4.3 Detalle de Factor de Potencia .....	38
3.2.4.4 Lista de Equipos Representativos en el Consumo Eléctrico .....	39
<b>CAPÍTULO 4 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b>	
4.1 Descripción de la Norma ISO 50001 en una Industria Local .....	41
4.1.1 Política Energética.....	42
4.1.2 Planificación Energética .....	43
4.1.2.1 Entradas a la Planificación Energética.....	43
4.1.2.2 Revisión Energética .....	43
4.1.2.3 Resultados de la Planificación Energética .....	44
4.1.3 Implementación y Operación .....	44
4.1.4 Verificación .....	45
4.1.5 Revisión.....	46
4.1.5.1 Resultados de la Revisión por Parte de la Directiva de la Industria .....	47
4.2 Esquema Eléctrico de una Industria Local y su Desempeño Energético	48
4.2.1 Sistemas de Calefacción, Refrigeración y Ventilación.....	48
4.2.2 Iluminación en la Industria Local .....	49
4.2.3 Motores y Sistemas que usan Motores.....	49

4.3 Propuesta de Solución para el Mejoramiento del Desempeño Energético Mediante la Norma ISO 50001 en una Industria Local .....	50
4.3.1 Política Energética de la Propuesta.....	51
4.3.2 Planificación Energética de la Propuesta .....	51
4.3.3 Implementación en una Industria Nacional.....	52
4.3.3.1 Análisis Económico en la Industria Nacional.....	53
4.3.3.2 Costos Industria Nacional .....	53
4.3.3.3 Beneficios Económicos en la Industria Nacional.....	55
4.3.3.4 Flujo Económico Industria Nacional .....	59
4.3.4 Implementación en una Industria Multinacional.....	60
4.3.4.1 Cuarto Piso .....	60
4.3.4.2 Sexto Piso .....	61
4.3.4.3 Auxiliares 1.....	62
4.3.4.4 Auxiliares 2.....	62
4.3.4.5 Resumen de Ahorro de Energía en la Industria Multinacional .....	63
4.3.4.6 Análisis Económico en la Industria Multinacional.....	64
4.3.4.7 Costos Industria Multinacional .....	65
4.3.4.8 Beneficios Económicos en la Industria Multinacional.....	67
4.3.4.9 Flujo Económico Industria Multinacional .....	71
4.3.5 Verificación de la Implementación .....	71
4.3.6 Revisión de la Implementación.....	72

## CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Resultados de la Implementación de la Norma ISO 50001 en una Industria Nacional .....	74
5.2 Resultados de la Implementación de la Norma ISO 50001 en una Industria Multinacional .....	76

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Consumo Nacional del Sector Industrial en GWh.....	8
Figura 1.2 Porcentaje de Energía Consumida en la Ciudad de Guayaquil – Año 2011 .....	9
Figura 1.4 Porcentaje de Consumo por Tipo de Industria.....	12
Figura 2.1 Curva Típica de Demanda Diaria de una Industria Local en KW .	19
Figura 2.2 Curva Típica de Demanda de Reactivos diaria de una Industria Local en KVAR.....	19
Figura 2.3 Porcentaje de Representación de la Carga en la Industria.....	20
Figura 3.1 Demanda de KW – Industria Nacional .....	29
Figura 3.2 Demanda de KVAR – Industria Nacional .....	29
Figura 3.3 Fuentes de Energía Utilizadas en la Industria Multinacional.....	35
Figura 3.4 Demanda de KW – Industria Multinacional .....	36
Figura 3.5 Demanda de KVAR – Industria Multinacional .....	37
Figura 4.1 Modelo de Sistema de Gestión de Energía (SGEn) Norma ISO 50001 .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Cargo Tarifario para Alta Tensión con Demanda Horaria Diferenciada.....	4
Tabla 1.2 Tabla de Consumo Nacional del Sector Industrial en GWh y % .....	8
Tabla 1.3 Número de Abonados y Energía Consumida en GWh del año 2011 .....	9
Tabla 1.4 Número de Abonados y Energía Consumida en GWh Ene – Sep. Año 2012 .....	10
Tabla 1.5 Consumo Eléctrico por Tipo de Industria y Nivel de Tensión.....	11
Tabla 1.6 Tabla de Consumo en GWh y % por Tipo de Industria.....	12
Tabla 2.1 Periodos de Registro de Demanda .....	18
Tabla 2.2 Demanda de KW y KVAR .....	18
Tabla 3.1 Planilla Eléctrica Industria Nacional .....	28
Tabla 3.2 Capacidad Instalada de los Transformadores en la Industria Nacional.....	30
Tabla 3.3 Factor de Potencia Industria Nacional Noviembre 2011 – Marzo 2012.....	31
Tabla 3.4 Lista de Capacidad Instalada de Motores Industria Nacional .....	31
Tabla 3.5 Planilla Eléctrica Industria Multinacional .....	36
Tabla 3.6 Capacidad Instalada de los Transformadores en la Industria Multinacional.....	37
Tabla 3.7 Factor de Potencia Industria Multinacional Enero – Mayo 2012 ...	38
Tabla 3.8 Lista de Capacidad Instalada de Motores Industria Multinacional	39

Tabla 4.1 Tabla de Motores con Alta Eficiencia para la Industria Nacional ..	53
Tabla 4.2 Costos de O&M de Motores de Alta Eficiencia para la Industria Nacional.....	54
Tabla 4.3 Beneficio Económico Anual por Ahorro en Emisiones de CO2.....	55
Tabla 4.4 Beneficio Económico Anual por Ahorro de Energía y Emisiones de CO2 – Industria Nacional.....	57
Tabla 4.5 Ahorro Anual en Costos de O&M de Motores a ser Cambiados – Industria Nacional .....	58
Tabla 4.6 Beneficio Total Anual Industria Nacional.....	59
Tabla 4.7 Total Energía Ahorrada Industria Multinacional .....	63
Tabla 4.8 Inversión de Motores con Alta Eficiencia para Cuarto Piso de la Industria Multinacional .....	64
Tabla 4.9 Inversión de Motores con Alta Eficiencia para Sexto Piso de la Industria Multinacional .....	64
Tabla 4.10 Inversión de Motores con Alta Eficiencia para Auxiliares 1 de la Industria Multinacional .....	64
Tabla 4.11 Inversión de Motores con Alta Eficiencia para Auxiliares 2 de la Industria Multinacional .....	65
Tabla 4.12 Resumen de Inversión Total de Motores en Industria Multinacional .....	65
Tabla 4.13 Costos de O&M de Motores de Alta Eficiencia para la Industria Multinacional.....	66
Tabla 4.14 Beneficio Económico Anual por Ahorro en Emisiones de CO2 – Industria Multinacional .....	67
Tabla 4.15 Beneficio Económico Anual por Ahorro de Energía y Emisiones de CO2 – Industria Multinacional.....	69
Tabla 4.16 Ahorro Anual en Costos de O&M de Motores a ser Cambiados – Industrias Multinacional .....	70
Tabla 4.17 Beneficio Total Anual Industria Multinacional.....	71

## **ABREVIATURAS**

<b>CIG</b>	Cámara de Industrias de Guayaquil
<b>CONELEC</b>	Consejo Nacional de Electricidad
<b>CO2</b>	Dióxido de Carbono
<b>EEPG-EP</b>	Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil
<b>GJ</b>	Gigajoule
<b>GWh</b>	Gigavatio-hora
<b>HP</b>	Horse Power
<b>HVAC</b>	Heating, Ventilation and Air Conditioning
<b>IDEn</b>	Indicador de Desempeño Energético
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>KV</b>	Kilovoltio
<b>KVA</b>	Kilovoltio-amperio
<b>KVAR</b>	Kilovoltio-amperio-reactivo
<b>KVARh</b>	Kilovoltio-amperio-reactivo-hora
<b>KW</b>	Kilovatio
<b>KWh</b>	Kilovatio-hora
<b>MEER</b>	Ministerio de Electricidad y Energías Renovables

<b>mm. Hg</b>	Milímetros de mercurio
<b>MVA</b>	Megavoltio-amperio
<b>MW</b>	Megavatio
<b>MWh</b>	Megavatio-hora
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>PIR</b>	Periodo de retorno de la inversión
<b>PNBV</b>	Plan Nacional del Buen Vivir
<b>SENPLADES</b>	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo
<b>SGen</b>	Sistema de Gestión de Energía
<b>SISDAT</b>	Sistematización de Datos del Sector Eléctrico
<b>TIR</b>	Tasa Interna de retorno
<b>TON</b>	Tonelada
<b>TMAR</b>	Tasa mínima aceptable de rendimiento
<b>V</b>	Voltio
<b>VAN</b>	Valor actual neto
<b>W</b>	Vatio
<b>°C</b>	Grado Centígrado



# INTRODUCCIÓN

Una de las principales preocupaciones de las industrias locales es maximizar la utilización de los recursos y minimizar los costos de producción sin disminuir la calidad del producto. Esto se logra optimizando cada uno de los procesos que intervienen en la elaboración o producción de un producto.

La energía eléctrica interviene en la mayor parte de estos procesos de manera directa o indirecta; al hacer un uso adecuado y eficiente de la misma se podrá disminuir los costos de producción, de tal manera que el precio final del producto sea el menor posible obteniendo como resultado un producto de igual calidad a un menor precio.

Una de las maneras de lograrlo es haciendo uso de programas, regulaciones o normas que permitan la administración de la carga y conservación de la energía, cuyo fin sea la reducción en el consumo de energía eléctrica, donde la demanda se reduzca mediante el uso de equipos más eficientes y mejora de procesos administrativos técnicos. Es por esto que nos vemos en la necesidad de implementar un programa de ahorro energético en base a la norma ISO 50001 para las industrias ubicadas en la ciudad de Guayaquil.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar un programa de administración de carga y conservación de energía en el sector industrial en referencia a la norma ISO 50001.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar las falencias e inconvenientes al momento de implementar un programa de administración de carga y conservación de energía para los consumidores del sector industrial de la ciudad de Guayaquil.
- Comprobar el ahorro luego de la implementación del programa de administración de carga y conservación de energía en una industria nacional y una industria multinacional.

## **ALCANCE**

En base al análisis de la situación de las industrias guayaquileñas y en referencia a la norma ISO 50001 determinar una solución para mejorar y hacer eficiente el uso de energía eléctrica en dicho sector.

## **ANTECEDENTES**

La demanda de usuarios industriales ha venido aumentando paulatinamente en los últimos años como se puede apreciar en la tabla 1.2 del capítulo uno; este constante aumento se ve reflejado en la creación o aumento de la capacidad de sub-estaciones, líneas de transmisión y demás componentes que intervienen en la distribución eléctrica, generando grandes gastos a las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

Para abastecer este crecimiento en la demanda, es necesario invertir cantidades considerables de dinero, con lo cual nació la idea de crear reglamentos, normas o estatutos que regulen el uso eficiente de la energía, logrando así disminuir la inversión requerida para suplir la nueva demanda.

Actualmente en la mayoría de las industrias de Guayaquil no existe un programa de administración de la carga y conservación de la energía, lo que genera problemas cuando las industrias amplían sus instalaciones y su demanda aumenta. Con la implementación de un plan de ahorro energético, se logrará un uso eficiente de la energía en el sector industrial, reflejando una reducción en el consumo eléctrico para las industrias.

# **CAPÍTULO I**

## **DIAGNÓSTICO DEL SECTOR**

### **1.1 CONCEPTOS**

#### **1.1.1 CONSUMIDOR INDUSTRIAL**

De acuerdo al “Pliego Tarifario para Empresas Eléctricas - 2012” realizado por el CONELEC, un consumidor industrial es definido como una persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de procesos industriales. [1]

## **1.1.2 TARIFAS DE UN CONSUMIDOR INDUSTRIAL**

Por concepto del nivel de tensión en el punto de entrega, se tienen tres tipos de consumidores industriales: Baja tensión (voltajes < 600 V), Media tensión (voltajes 600V-40 KV) y Alta tensión (voltajes > 40 KV).

### **1.1.2.1 TARIFA DE BAJA TENSIÓN**

La tarifa de baja tensión puede ser considerada de 4 formas: Tarifa Residencial, Tarifa Residencial Temporal y la Tarifa General de Baja Tensión, donde esta última es aplicable para consumidores industriales donde su potencia contratada supere los 10 KW.

### **1.1.2.2 TARIFA DE MEDIA TENSIÓN**

Esta tarifa es aplicable para usuarios que están servidos por la empresa eléctrica en niveles de voltajes entre 600 V a 40 KV. Si un consumidor de este nivel de tensión, está siendo medido en baja tensión, la empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente al 2% del monto total consumido en unidades de potencia y energía.

### 1.1.2.3 TARIFA DE ALTA TENSIÓN

La Tarifa de Alta Tensión para industriales se aplica a los consumidores industriales servidos por la empresa en los niveles de voltajes superiores a 40 kV y que deben disponer de un registrador de demanda horaria. La tabla 1.1 muestra los cargos tarifarios horarios para un consumidor de alta tensión industrial con registrador de demanda horaria diferenciada.

Nivel de Tensión	CARGO TARIFARIO PARA ALTA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA INDUSTRIALES	
	DEMANDA (USD/KW)	ENERGÍA (USD/KWh)
	3.930	
L-V 08h00 hasta 18h00		0.046
L-V 18h00 hasta 22h00		0.057
L-V 22h00 hasta 08h00		0.037
S,D,F 18h00 hasta 22h00		0.046

**Tabla 1.1** Cargo tarifario para alta tensión con demanda horaria diferenciada. [2]

### 1.2 TIPOS DE INDUSTRIAS

La Cámara de Industrias de Guayaquil (CIG) determina los tipos de industrias de acuerdo al tipo de material que procesan o al tipo de producto que fabrican. Los tipos de industrias locales son: Agrícola, Alimentos y bebidas, Automotriz, Construcción, Maderera, Metalúrgica, Papelera, Plástico y Caucho, y Química.

### **1.2.1 INDUSTRIA AGRÍCOLA**

Es toda industria cuya materia prima procede de la agricultura, pero muy especialmente aquella que tradicionalmente ha estado muy ligada a la actividad agrícola y todavía continúa manteniendo una estrecha dependencia con ella.

### **1.2.2 INDUSTRIA ALIMENTOS Y BEBIDAS**

La industria alimentaria es la parte de la industria encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos de consumo humano y animal. Las materias primas de esta industria consisten principalmente de productos de origen vegetal, animal y fúngico.

Generalmente la industria alimentaria se ha considerado como un conjunto de industrias que consiste en: Industria cárnica, Industria pesquera y de transformación de pescado, Sector agropecuario, Conservas de frutas y hortalizas, Aceite, Industria láctea, Productos molinería, Productos Alimentación Animal, Pan, pastelería y galletas, Azúcar, Cacao, Cerveza, Otras bebidas alcohólicas, Aguas y bebidas no alcohólicas, Otros productos diversos.

### **1.2.3 INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

La industria automovilística se encarga del diseño, desarrollo, fabricación, ensamblaje, comercialización y venta de automóviles. Es una gran generadora de empleo ya que además de la mano de obra directa que requiere, genera toda una industria paralela de componentes, por lo que la mano de obra indirecta creada es sumamente grande también.

### **1.2.4 INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN**

Las industrias de materiales de construcción incluyen un grupo variado que va desde la construcción de viviendas a las grandes infraestructuras tales como carreteras, centrales eléctricas, puentes, etc. Incluyen también productos cerámicos y vidrios como azulejos, botellas, etc., necesarios para otros procesos industriales.

### **1.2.5 INDUSTRIA MADERERA**

De acuerdo a la historia, la industria maderera ecuatoriana se ha desarrollado de manera desigual, sin embargo la industria de tableros contrachapados ha alcanzado un nivel tecnológico alto por lo que es considerada como una de las mejores de Latinoamérica. Los demás segmentos industriales madereros han alcanzado diversos niveles



tecnológicos dependiendo del tamaño de la empresa y el tipo de mercado de sus productos.

### **1.2.6 INDUSTRIA METALÚRGICA**

La industria metalúrgica tiende a ubicarse siempre cerca de los recursos. Necesita grandes espacios para instalar sus sistemas productivos como son los altos hornos o calderas, trenes de laminación, lugares de almacenamiento, transporte interno, etc. Son plantas que exigen grandes inversiones.

### **1.2.7 INDUSTRIA PAPELERA**

La industria papelera utiliza como recurso principal el agua para sus procesos de separación y tratamiento de la pulpa que es la clase de materia prima que se utiliza. Para la producción del papel madera, bagazo (parte exterior del tallo de la caña de azúcar), cáñamo, paja, etc. Se usan cinco procedimientos básicos producir la pulpa de una manera industrial.

### **1.2.8 INDUSTRIA DE PLÁSTICO Y CAUCHO**

La industria del plástico y del caucho proviene de la transformación de polímeros sintéticos en el caso de los plásticos y de manera natural en el caso del caucho. Su proceso de transformación, elaboración y producción requiere de una gran cantidad de energía. En la ciudad de Guayaquil se ha visto un gran incremento significativo en los últimos 10 años en esta industria, teniendo así un gran impacto energético.

### **1.2.9 INDUSTRIA QUÍMICA**

Utiliza una gama grande de recursos: combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, pirita, cal, sales, productos vegetales y animales, etc. Su proceso de producción puede llegar a ser muy complejo, por lo que el valor añadido es mayor y no dependen tanto de una localización cercana a los recursos.

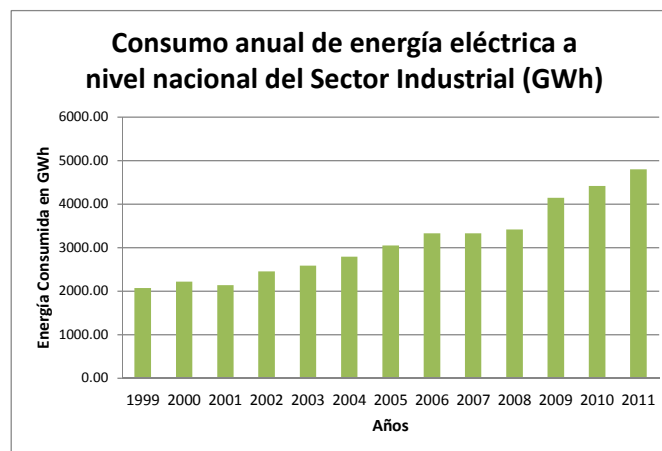
## **1.3 CONSUMO ELÉCTRICO EN EL SECTOR INDUSTRIAL**

### **1.3.1 CONSUMO ELÉCTRICO A NIVEL NACIONAL**

Durante los últimos 13 años el sector industrial ha venido creciendo de manera ordenada, a excepción del 2001 y 2007 donde se produjeron disminuciones de consumo de energía acuerdo a la tabla 1.2, sin embargo la tendencia es creciente en los últimos 5 años, y para los siguientes 10 años.

<b>CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL NACIONAL DEL SECTOR INDUSTRIAL (GWh)</b>		
<b>Año</b>	<b>Industrial GWh</b>	<b>Variación (%)</b>
1999	2072.56	
2000	2218.43	7.04%
2001	2139.39	-3.56%
2002	2460.19	14.99%
2003	2589.59	5.26%
2004	2792.61	7.84%
2005	3052.41	9.30%
2006	3332.52	9.18%
2007	3332.07	-0.01%
2008	3418.36	2.59%
2009	4147.86	21.34%
2010	4416.76	6.48%
2011	4797.85	8.63%

**Tabla 1.2** Tabla de consumo nacional del sector industrial en GWh y % [3]



**Figura 1.1** Consumo nacional del sector industrial en GWh

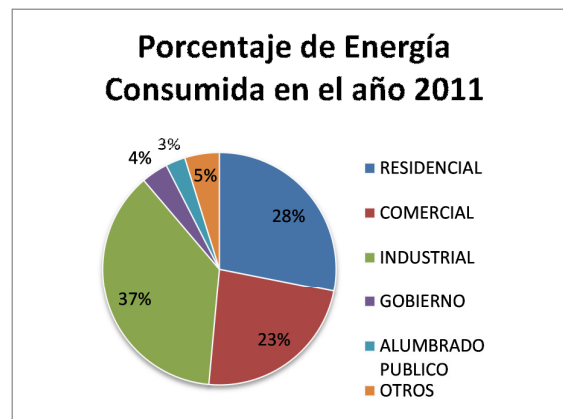
### 1.3.2 CONSUMO ELÉCTRICO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

El sector industrial en la ciudad de Guayaquil consumió 1,507.21 GWh en el año 2011, representando un consumo a nivel nacional del 31.42% de toda la

energía consumida en el sector industrial; y representando un 36.97% de la energía consumida en la ciudad de Guayaquil, con un número total de abonados de 2847, de acuerdo a la tabla 1.3.

SECTOR	NÚMERO DE ABONADOS	PORCENTAJE DE NÚMERO DE ABONADOS	ENERGÍA CONSUMIDA (GWh)	PORCENTAJE DE ENERGÍA CONSUMIDA
RESIDENCIAL	523,337	87.15%	1,166.45	28.61%
COMERCIAL	71,739	11.95%	949.94	23.30%
<b>INDUSTRIAL</b>	<b>2,847</b>	<b>0.47%</b>	<b>1,507.21</b>	<b>36.97%</b>
GOBIERNO	458	0.08%	149.66	3.67%
ALUMBRADO PUBLICO	44	0.01%	110.77	2.72%
OTROS	2,110	0.35%	192.66	4.73%
<b>TOTAL</b>	<b>600,535</b>	<b>100.00%</b>	<b>4,076.69</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 1.3** Número de Abonados y Energía Consumida en GWh del Año 2011 [4]

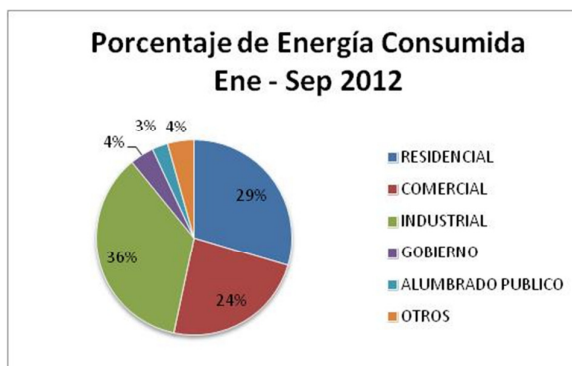


**Figura 1.2** Porcentaje de Energía Consumida en la ciudad de Guayaquil - Año 2011

Desde el 1 de Enero hasta el 30 de Septiembre del 2012, la variación con respecto al número de abonados industriales al 2011 no resulta significativa, sin embargo el sector industrial sigue representando el sector de mayor consumo de energía eléctrica en la ciudad de Guayaquil, como se indica en la tabla 1.4.

SECTOR	NÚMERO DE ABONADOS	PORCENTAJE DE NÚMERO DE ABONADOS	ENERGÍA CONSUMIDA (GWh)	PORCENTAJE DE ENERGÍA CONSUMIDA
RESIDENCIAL	529.430	87,18%	923,03	29,56%
COMERCIAL	72.273	11,90%	742,91	23,79%
<b>INDUSTRIAL</b>	<b>2.860</b>	<b>0,47%</b>	1.113,25	<b>35,65%</b>
GOBIERNO	860	0,14%	123,64	3,96%
ALUMBRADO PUBLICO	40	0,01%	82,13	2,63%
OTROS	1.790	0,29%	137,50	4,40%
<b>TOTAL</b>	<b>607.253</b>	<b>100,00%</b>	<b>3.122,46</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 1.4** Número de Abonados y Energía Consumida en GWh Ene - Sep. Año 2012. [4]



**Figura 1.3** Porcentaje de Energía Consumida de Enero-Septiembre 2012

### 1.3.3 CONSUMO ELÉCTRICO POR TIPO DE INDUSTRIA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Consultando el Sistema de Datos del Sector Eléctrico – SISDAT en el mes de Diciembre del 2011, el sector industrial representó el mayor consumo eléctrico en la ciudad de Guayaquil, de los cuales el 50.87% de estos consumidores son suministrados en la categoría de alta tensión de acuerdo a la tabla. [5]

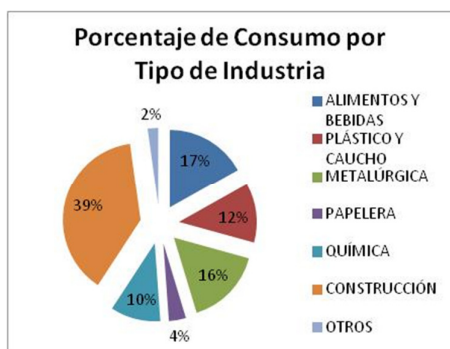
<b>Consumidores Industriales</b>	<b>Consumo en GWh</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Alta Tensión</b>	<b>65.6</b>	<b>50.87%</b>
Media Tensión	39.86	30.91%
Baja Tensión	23.5	18.22%
<b>TOTAL Sector Industrial Dic-2011</b>	<b>128.96</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 1.5** Consumo Eléctrico por Tipo de Industria y Nivel de Tensión

Como el grupo de consumidores industriales que son suministrado a un nivel de tensión de 69 kV (alta tensión), representó un porcentaje mayor a los otros grupos, se tomó una muestra de 29 consumidores industriales al mes de diciembre del año 2011, clasificados por el tipo de industria (ver tabla 1.6).

TIPO DE INDUSTRIA	Consumo por Tipo de Industria en GWh	Porcentaje de consumo por Tipo de Industria
ALIMENTOS Y BEBIDAS	11.06	16.86%
PLÁSTICO Y CAUCHO	8.13	12.40%
METALÚRGICA	10.53	16.05%
PAPELERA	2.32	3.54%
QUÍMICA	6.82	10.40%
CONSTRUCCIÓN	25.29	38.54%
OTROS	1.44	2.19%
<b>TOTAL</b>	<b>65.60</b>	<b>100.00%</b>

**Tabla 1.6** Tabla de Consumo en GWh y % por Tipo de Industria [5]



**Figura 1.4** Porcentaje de Consumo por Tipo de Industria

La industria con mayor participación en consumo de energía eléctrica es la industria de Construcción, con un 38.54% del total. La industria de alimentos y bebidas le sigue con un 17% del consumo de energía eléctrica. Las industrias Agrícola, Automotriz y Maderera, son considerados como 'Otros' debido a su baja participación en la industria guayaquileña.

Teniendo en cuenta el consumo de cada uno de los tipos de industrias en la ciudad de Guayaquil, observamos como el consumo de cada una de estas industrias viene determinado a cuan complejo puede resultar su producción o de cuan eficientes pueden resultar sus procesos de elaboración o producción. Cada elemento en la red eléctrica que se encuentre conectado a ella cuenta como una carga, y depende de la industria saber administrar el tiempo y uso eficiente de cada elemento en esta red, por lo cual la matriz energética en Guayaquil debe ser lo suficientemente sólida para prever un aumento en la demanda del sector.



## **CAPÍTULO II**

### **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

Una vez analizado el entorno del sector industrial, es necesario identificar cuáles son los inconvenientes presentados en la industria local mediante sus aspectos gubernamentales, económicos y administrativos.

##### **2.1.1 ASPECTO GUBERNAMENTAL**

El Gobierno Nacional de la República del Ecuador, por medio del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) no contaba con ningún

programa de ahorro y eficiencia energético en los años anteriores, sin embargo a partir del 1 Junio del 2012, la Dirección de Energía y Eficiencia Energética se encuentra implementando un proyecto de eficiencia energética en la industria ecuatoriana.

Concerniente a los planes de la empresa de distribución de energía eléctrica local, la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil (EEPG-EP) no posee ningún programa o proyecto con respecto a la conservación o administración de energía eléctrica que incentiven a las industrias el uso de equipos eficientes.

### **2.1.2 ASPECTO ECONÓMICO Y ADMINISTRATIVO**

Desde el punto de vista general, uno de los problemas más suscitado en la industria es la exigencia en el tiempo de retorno del capital en industrias locales. En muchos casos la parte administrativa exige que esta sea lo más corto posible (corto plazo), lo que conlleva a proyectos que pueden ser buenos para la industria sean descartados debido a que estos no cumplen con los requerimientos económicos exigidos por parte de la industria.

### **2.2 IDENTIFICACIÓN DE UNA INDUSTRIA LOCAL**

En el desarrollo de esta investigación, se realizaron visitas a algunas industrias donde obtuvimos información con el fin de tener una idea de los

problemas que acogen a la industria en general, donde fueron determinados los equipos de mayor consumo dentro de una industria, planteando una solución general adaptable para cada una de las industrias locales.

En este capítulo tomamos como ejemplo 2 industrias locales. La primera es una industria nacional que se dedica a la fabricación de alimentos para el consumo humano; la segunda es una industria multinacional cuyos productos son para el cuidado del hogar e higiene personal.

El criterio por el cual se escogió una industria nacional y una multinacional, fue poder observar las diferencias que existen entre el control realizado y las medidas adoptadas por una industria ecuatoriana, y una industria cuya administración se ve influenciada por normas y personal administrativo extranjero.

### **2.2.1 INDUSTRIA NACIONAL**

En nuestra visita, el primer problema observado fue la falta de control del consumo eléctrico en la planta de producción; es decir, no contaba con un registro detallado y organizado del consumo de energía eléctrica, así como un historial de cómo ha ido creciendo la demanda y sus valores esperados al final de cada año, en definitiva no existe planificación en su departamento eléctrico.

Otro problema observado fue el tiempo de uso que tienen los equipos de gran consumo eléctrico en la línea de producción, llegando estos a tener hasta 25 años de antigüedad, provocando que los equipos sean menos eficientes, y a su vez se vea incrementado su consumo eléctrico. Esta industria no cuenta ningún conocimiento alguno con respecto a las auditorías energéticas, ni tampoco conocen de algún plan o proyecto promovido por alguna entidad gubernamental.

### **2.2.2 INDUSTRIA MULTINACIONAL**

A diferencia de lo observado en la industria nacional, en esta industria se lleva un control de la energía eléctrica consumida con respecto a la producción (GJ/TON producida), que consiste en un registro del consumo de energía eléctrica de la industria en periodos de tiempo elegidos por la misma industria. Esta industria cuenta con una planificación, en donde se proyectan los valores de demanda que se esperan obtener al concluir cada año en MWh. Esta tarea está a cargo de un grupo de ingenieros de las distintas áreas de la planta, los cuales además de llevar el control y planificación, aportan con ideas y soluciones prácticas para lograr un consumo de energía eléctrica más eficiente en cada área de sus líneas de producción. El tiempo de uso de los equipos en el proceso de producción, principalmente motores, es similar a lo observado en la industria nacional. Sin embargo a pesar del control llevado en la industria, esta nunca ha implementado una auditoría

energética debido a que su enfoque ha estado dirigido hacia otros departamentos institucionales, sin embargo se ven en la posibilidad a futuro de implementar una auditoria energética para la industria y ser un modelo a futuro de las demás industrias locales o multinacionales.

### 2.3 CURVAS TÍPICAS DE DEMANDA EN UNA INDUSTRIA LOCAL

Las curvas típicas de demanda de potencia activa y potencia reactiva de un día normal de jornada laboral para una industria local, se muestran en las siguientes tablas y figuras:

Periodo	Horas
1	8h00 - 18h00
2	18h00 - 22h00
3	22h00 - 8h00

**Tabla 2.1** Periodos de Registro de Demanda

Horas	0	10	16	24
<b>KW</b>	3.063,71	4.332,68	5.426,40	3.063,71
<b>KVAR</b>	933,96	1.320,80	1.654,22	933,96

**Tabla 2.2** Demanda de KW y KVAR

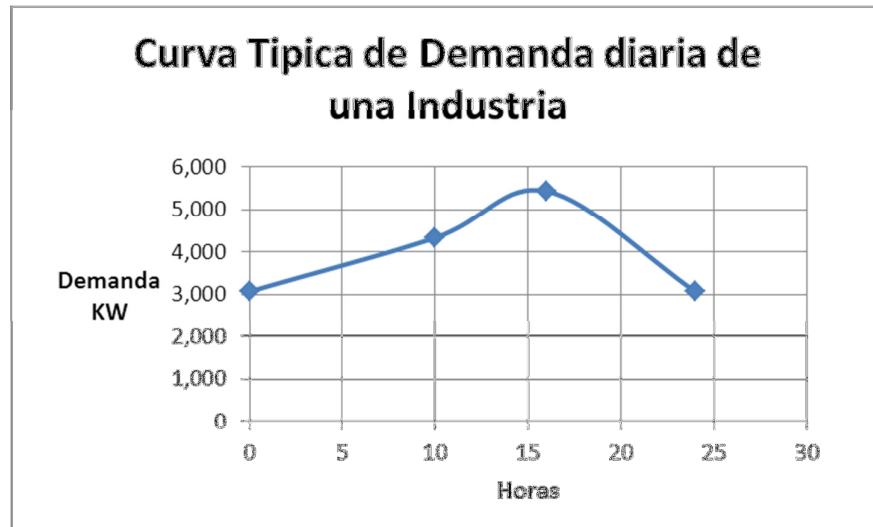


Figura 2.1 Curva Típica de Demanda diaria de una Industria local en KW

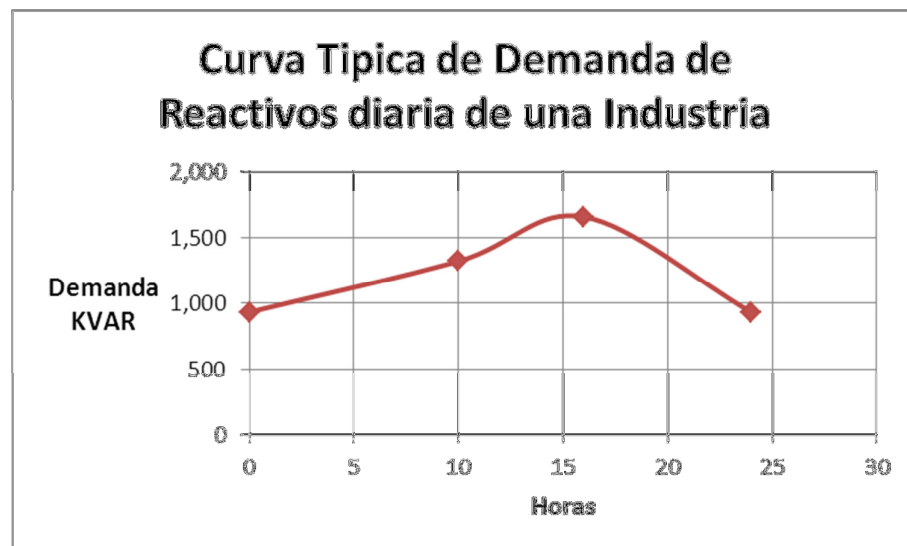
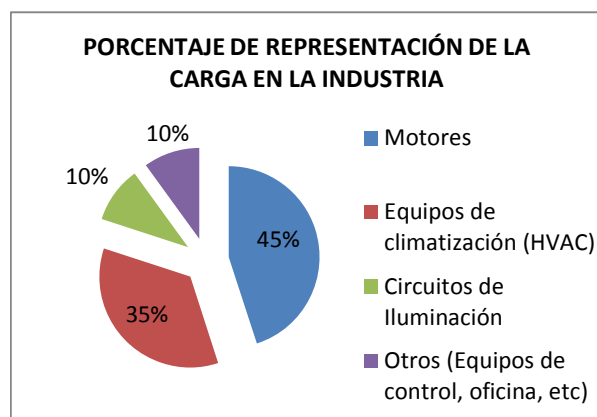


Figura 2.2 Curva Típica de Demanda de Reactivos diaria de una Industria local en

KVAR

## 2.4 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA EN INDUSTRIAS LOCALES

En ambas industrias los equipos de mayor influencia en el consumo total de energía eléctrica son los motores, equipos de climatización y circuitos de alumbrado. A continuación presentamos un cuadro de representación de la carga en la industria ecuatoriana:



**Figura 2.3** Porcentaje de representación de la carga en la industria [6]

Los motores intervienen en el proceso de producción representando aproximadamente en ambas industrias un 45% de la carga total instalada. Estos son usados para transportar materia prima, proceso de mezcla, proceso de envasado, ventilación, etc., durante la fabricación del producto; lo que conlleva a que permanezcan encendidos mientras dure el ciclo de producción, que en nuestro caso es de 24 horas diarias por 24 días al mes tanto para la industria nacional como la multinacional. La iluminación

representa aproximadamente un 10% de la carga total instalada en ambas industrias. La incidencia que ésta tiene sobre la facturación final se debe las largas horas diarias que permanecen encendidas, debido a que la infraestructura en las distintas áreas de las plantas (principalmente oficinas) no poseen diseños donde es aprovechada la luz natural. Los equipos de climatización, de manera similar a la iluminación, permanecen encendidos durante la mayor parte del horario de oficina (generalmente 8 horas diarias), y en ocasiones cuando no se encuentran personas dentro de las instalaciones.

Estos equipos representan aproximadamente un 35% de la carga total instalada. En algunos casos la falta de un control automático para el encendido y apagado de las centrales de equipos de climatización puede ocasionar que estas permanezcan encendidas fuera del horario de oficina e inclusive hasta el día siguiente si es que el personal que labora olvida apagarlas. Y por último el 10% representa a equipos de oficina y controles auxiliares para procesos automáticos.



## **2.5 FACTOR DE POTENCIA EN LA INDUSTRIA LOCAL**

El factor de potencia promedio mensual registrado en la industria nacional es de 0.96 y de 0.99 para la industria multinacional. Ambos valores se encuentran por encima del mínimo requerido por la ley (Pliego Tarifario) que es de 0.92; esto se debe principalmente a la existencia de multas a las que las Industrias estarían sujetas por registrar un factor de potencia menor al indicado. No resulta ser un problema de gran incidencia para ambas industrias.

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

En este capítulo se describe un análisis profundo de cada una de las industrias identificadas en el capítulo anterior, empezando por una breve descripción de la industria. Los factores analizados en cada industria en este capítulo son la forma de cómo manejan sus procesos de producción, su facturación eléctrica y equipos eléctricos que se encuentran conectados a la red eléctrica de la planta.

### **3.1 ANÁLISIS DE UNA INDUSTRIA NACIONAL**

#### **3.1.1 DATOS GENERALES**

Tipo de Industria:	Alimentos
Número de empleados:	aprox. 400
Producto final:	Pastas
Facturación eléctrica mensual promedio:	\$9,000.00

#### **3.1.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA**

Esta industria se dedica principalmente a la elaboración de alimentos tales como pastas, tallarines, fideos y demás productos con harina de trigo. La planta de la industria tiene una extensión de 42,730 metros cuadrados, donde funcionan las diferentes áreas y departamentos. La planta opera durante 24 días al mes y 24 horas diarias. Nunca se ha llevado a cabo una auditoría energética o algún programa de administración o conservación de la energía eléctrica en esta industria.

### **3.1.3 PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

Cada uno de estos procesos demanda una cantidad de energía eléctrica. Depende de la industria dosificar y administrar la energía consumida para cada proceso de producción. A continuación haremos un breve análisis de cada proceso de producción realizado por la industria:

#### **3.1.3.1 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

La materia prima (harina) es llevada mediante bandas de transportación accionadas por motores hacia un gran reservorio de forma cilíndrica, donde es almacenada.

#### **3.1.3.2 TAMIZADO**

Esta materia prima, es vertida en una tolva, donde se dirige a un tamiz. El objetivo de este proceso es separar las impurezas que puede traer esta, para los productos finales.

#### **3.1.3.3 DOSIFICACIÓN**

Este proceso es automático. La materia prima se dosifica por tuberías impulsadas por aire. El agua antes de ser dosificada es mezclada con

vitaminas en ollas de mezclado. Se utilizan sensores para calcular las cantidades dosificadas y es programado según el tipo de producto a elaborar.

#### **3.1.3.4 MEZCLADO Y AMASADO**

Los ingredientes dosificados se mezclan y se amasan en las cámaras de amasado que están cerradas y tienen vacío (60-65 mm Hg). El mezclado se realiza por medio de paletas hasta formar una masa homogénea de poca humedad y consistente.

#### **3.1.3.5 MOLDEADO**

De la cámara de amasado, mediante tornillos sin fin, la masa obtenida pasa al proceso de moldeado que se le da al producto final, en el caso de esta industria los fideos.

#### **3.1.3.6 PRE-SECADO**

La pasta troquelada y no troquelada ya moldeada, antes del pre-secado, pasa por un equipo denominado trabato, que es un vibrador compuesto de siete mallas sujetas por suspensiones, una sobre otra. Debido a la vibración,

el producto va avanzando de malla en malla donde recibe ventilación y calor, provocando la evaporación de humedad del producto.

### **3.1.3.7 SECADO**

La pasta corta entra al secador y luego a un túnel que tiene cinco pisos. Esta pasta es transportada dentro del túnel por bandas de nylon con poros, para facilitar el paso de aire. El secado es realizado por convección, usando aire caliente con diferentes temperaturas en cada nivel. La humedad de la pasta a la salida de cada piso va disminuyendo. A la salida del último nivel, la pasta ya tiene la humedad final.

### **3.1.3.8 EMBALADO Y ALMACENAMIENTO**

Una operadora coloca las unidades en cartones o fundas, según su presentación. Luego son paletizadas y guardadas en bodegas limpias y ventiladas, hasta su liberación y posterior comercialización.

### 3.1.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA NACIONAL

#### 3.1.4.1 INFORMACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA NACIONAL

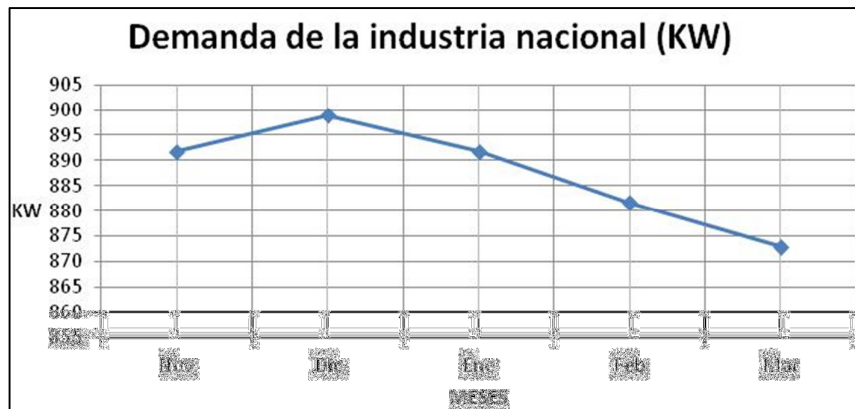
Carga conectada: 913 KW

Demanda Pico: 873 KW

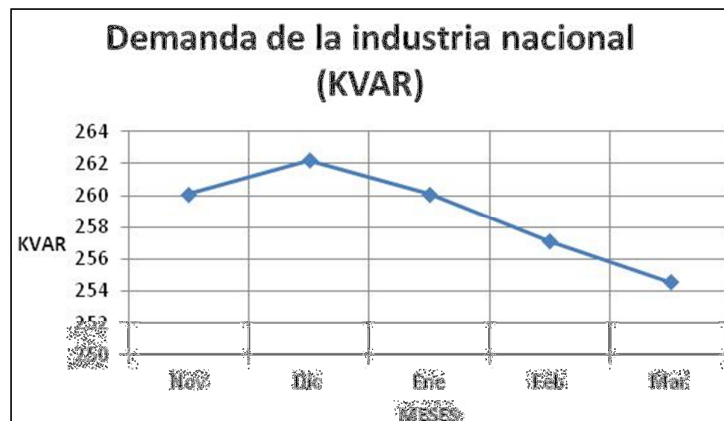
Se obtuvo un registro del consumo eléctrico desde el mes de Diciembre del 2011 hasta el mes de Marzo del 2012.

Mes	Demanda (KW)	Consumo (KWh)	Demanda (KVAR)	Consumo (KVARh)
Noviembre	891.75	21402	260.09	6242.25
Diciembre	899	21576	262.21	6293.00
Enero	891.75	21402	260.09	6242.25
Febrero	881.6	21158.4	257.13	6171.20
Marzo	872.9	20949.6	254.59	6110.30

**Tabla 3.1** Planilla Eléctrica Industria Nacional



**Figura 3.1** Demanda de KW - Industria Nacional



**Figura 3.2** Demanda de KVAR – Industria Nacional



<b>Tipo (Convencional, Auto protegido, Padmounted)</b>	<b>KVA nominal</b>	<b>Porcentaje de Carga</b>
Convencional	500	36.7
Convencional	300	21.5
Convencional	300	22.0
Convencional	300	25.2

**Tabla 3.2** Capacidad Instalada de los Transformadores en la Industria Nacional

La demanda máxima para esta industria se produce aproximadamente entre las 10 y 11 de la mañana para cualquier día laborable de la semana. El diagrama unifilar de las instalaciones es propiedad exclusiva de esta industria, por lo tanto es información reservada; por este motivo no se cuenta con dicha información.

#### **3.1.4.2 DETALLE DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

No existen circuitos exclusivos para la iluminación y a su vez tampoco existen medidores instalados específicamente el consumo de la Iluminación. Tampoco existe un registro de su carga total de iluminación. Esta industria cuenta lámparas fluorescentes de 250 W, 220 V, en los alrededores de la industria. El número total de lámparas no fue suministrado por la industria.

### 3.1.4.3 DETALLE DE FACTOR DE POTENCIA

Factor de Potencia promedio mensual	Mes (Año 2012)
0.96	Noviembre
0.96	Diciembre
0.96	Enero
0.96	Febrero
0.96	Marzo

**Tabla 3.3** Factor de Potencia Industria Nacional Noviembre 2011- Marzo 2012

La industria no cuenta con un control automático instalado para medir el factor de potencia y sus rangos de operación.

### 3.1.4.4 LISTA DE EQUIPOS REPRESENTATIVOS DE CONSUMO ELÉCTRICO

Cantidad	Motores	Potencia	Tiempo de uso	Horas de Operación *
25	Motores auxiliares	0.25 HP	10 años	10 a 15
2	Motores principales	41 HP	10 años	10 a 12
2	Motor procesadora	75	8 años	2
-	Sistema de Enfriamiento	120 KW	5 años	10 a 12

**Tabla 3.4** Lista de Capacidad Instalada de Motores Industria Nacional

\*. Promedio de horas diarias de operación de cada uno de los motores.

## **3.2 ANÁLISIS DE UNA INDUSTRIA MULTINACIONAL**

### **3.2.1 DATOS GENERALES**

Tipo de Industria:	Alimentos y Química
Número de empleados:	207
Producto final:	Detergente
Facturación eléctrica mensual promedio:	\$37,000.00

### **3.2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA**

La empresa se dedica a la elaboración de detergentes en polvo y alimentos en pequeñas cantidades, así también se dedica a la distribución de productos para la higiene personal, los cuales son importados al país. El área total de la industria es de 3000 m<sup>2</sup> y está dividida en oficinas administrativas e instalaciones de producción y servicios. El producto mayor fabricado en la industria es el detergente y sus derivados, de los cuales gran parte de sus materias prima son importadas del exterior y mediante varios procesos donde se demandan grandes cantidades de energía eléctrica se obtienen los productos finales. La planta opera durante 24 días al mes y 24 horas diarias. Nunca se ha llevado a cabo una auditoria energética o algún programa de administración o conservación de la energía eléctrica en esta industria.

### **3.2.3 PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

Esta industria maneja varios procesos, sin embargo hemos visto conveniente describir el proceso de la elaboración del detergente en polvo. El proceso se lo lleva a cabo en la planta de detergentes que consta de los siguientes sub-procesos que se describen a continuación:

#### **3.2.3.1 RECEPCIÓN Y PEDIDOS DE MATERIAS PRIMAS**

Cada lote de materias primas que ingresa a la bodega es analizado por personal de laboratorio de control de calidad y son almacenados en los respectivos lugares asignados en la bodega. Dependiendo de la producción planificada se realizan los pedidos de los materiales.

#### **3.2.3.2 PROCESO DE SECADO**

La materia prima en estado sólido es enviada utilizando aire comprimido hasta los silos de almacenamiento, donde un sistema automático manejado por una computadora las pesa en una balanza electrónica. Las materias primas líquidas y sólidas pesadas van al tanque preparador, donde se mezclan formando el slurry, que es un material viscoso, donde pasa al tanque homogeneizador y finalmente al tanque madurador donde termina la

hidratación, con lo que las propiedades de viscosidad y densidad se estabilizan.

El slurry pasa a través de un filtro auto-limpiante donde se retienen las impurezas, luego pasa a través de una bomba homogeneizadora y finalmente va hacia la bomba de alta presión, la misma que impulsa el slurry, a una presión de 52 bares, hasta el circuito de boquillas. El aire del medio ambiente es calentado por un sistema que genera calor a través de un quemador de combustible, este aire caliente es introducido a la torre de secado, a una temperatura de 310°C. El material secado cae al transportador, de donde es absorbido por un ventilador de aspiración, pasando luego a través del cedazo vibrador donde se separan los grumos. El polvo con la granulometría requerida pasa por una banda transportadora donde existen sensores de humedad, densidad y caudal, si reúne las características de calidad deseadas es enviado a silos de almacenamiento, caso contrario es enviado a un silo especial para luego ser reprocesado.

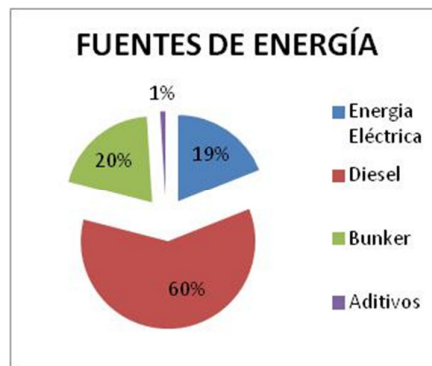
### **3.2.3.3 PROCESO DE ENVASADO**

Se abren las válvulas del silo de 4 bocas y el polvo detergente es distribuido por medio de tuberías de descarga, el polvo es trasladado a las máquinas,

envasando el polvo en sobres de polietileno para finalmente ser entregado a la bodega.

### 3.2.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL

En esta industria para la elaboración del producto se utilizan otras fuentes de energía además de la energía eléctrica. Para esta industria, en la elaboración del detergente el consumo de energía eléctrica representa el 19% de la energía total consumida, como se aprecia la figura.



**Figura 3.3** Fuentes de Energía utilizadas en la Industria Multinacional.

### 3.2.4.1 INFORMACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA MULTINACIONAL

Carga conectada: 2,01 MW

Demanda Pico: 1,99 MW

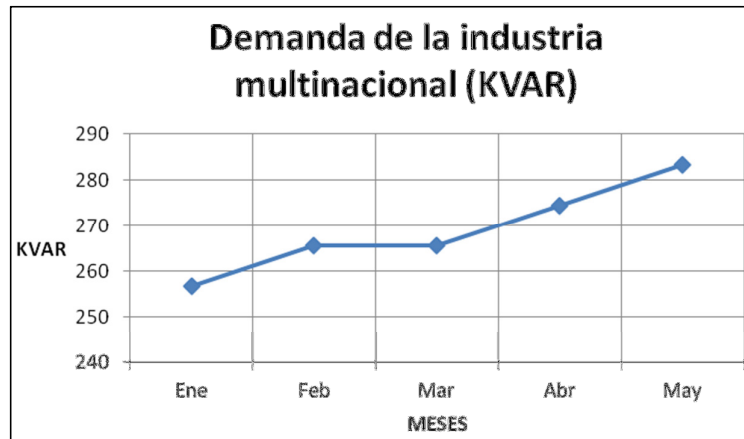
Se obtuvo un registro del consumo eléctrico desde el mes de Enero del 2012 hasta el mes de Mayo del mismo año.

Mes	Demanda (kW)	Consumo (KWh)	Demanda (KVAR)	Consumo (KVARh)
Enero	1800.9	43221.6	256.61	6158.74
Febrero	1863.25	44718	265.49	6371.96
Marzo	1863.25	44718	265.49	6371.96
Abril	1925.6	46214.4	274.38	6585.19
Mayo	1987.95	47710.8	283.26	6798.42

**Tabla 3.5** Planilla Eléctrica Industria Multinacional



**Figura 3.4** Demanda de KW – Industria Multinacional



**Figura 3.5** Demanda de KVAR – Industria Multinacional

Tipo (Convencional, Auto protegido, Padmounted)	KVA nominal	Porcentaje de Carga
Padmounted	300	36.7
Padmounted	750	21.5
Padmounted	1250	22.0
Padmounted	1000	25.2

**Tabla 3.6** Capacidad Instalada de los Transformadores en la Industria Multinacional

La demanda máxima para esta industria se produce aproximadamente entre las 9 y 10 de la mañana para cualquier día laborable de la semana. El diagrama unifilar de las instalaciones es propiedad exclusiva de esta industria, por lo tanto es información reservada por este motivo no se cuenta con dicha información.



### 3.2.4.2 DETALLE DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Existen circuitos exclusivamente para la iluminación, además existen medidores instalados específicamente para medir el consumo de la iluminación en la industria. Tampoco existe un registro de su carga total de iluminación. Esta industria cuenta lámparas fluorescentes de 250 W, 220 V, en los alrededores de la industria. Se estima tener una potencia instalada de 300 KW para iluminación.

### 3.2.4.3 DETALLE DE FACTOR DE POTENCIA

Factor de Potencia promedio mensual	Mes (Año 2012)
0.99	Enero
0.99	Febrero
0.99	Marzo
0.99	Abril
0.99	Mayo

**Tabla 3.7** Factor de Potencia Industria Multinacional Enero – Mayo 2012

La industria no cuenta con un control automático instalado para medir el factor de potencia y sus rangos de operación.

### 3.2.4.4 LISTA DE EQUIPOS REPRESENTATIVOS EN EL CONSUMO ELÉCTRICO

Motores **	Potencia Total	Tiempo de uso (aprox.)	Horas de Operación *
Motores Planta Baja	478 HP	1 año	10 - 15 diarios
Motores Primer Piso	61.4 HP	1 año	10 - 15 diarios
Motores Segundo Piso	247.5 HP	1 año	10 - 15 diarios
Motores Tercer Piso	89.25 HP	5 años	10 - 15 diarios
Motores Cuarto Piso	22 HP	6 años	5-10 diarios
Motores Quinto Piso	40.85 HP	8 años	5-10 diarios
Motores Auxiliares 1	57.5 HP	10 años	5-10 diarios
Motores Auxiliares 2	28 HP	10 años	5-10 diarios

**Tabla 3.8** Lista de Capacidad Instalada de Motores Industria Multinacional

\*. Promedio de horas diarias de operación de cada uno de los motores.

\*\* . Ver Anexo Lista de Motores de Industria Multinacional

Esta tabla muestra los motores más significativos para el consumo al momento de su facturación.

## **CAPÍTULO IV**

### **SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

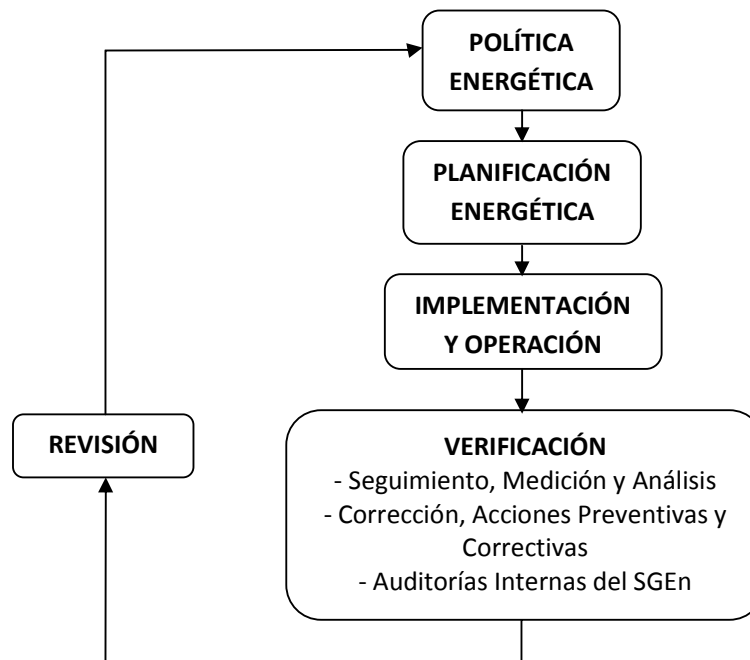
Una vez analizado nuestro entorno local, en este capítulo proponemos una solución ajustable a la administración y conservación en la energía eléctrica en la industria ecuatoriana. El propósito de esta solución es la de incentivar a la industria local a tomar un camino favorable para el manejo de procesos o sistemas de producción, elaboración o fabricación en su respectiva industria.

#### **4.1 DESCRIPCIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN UNA INDUSTRIA LOCAL**

El propósito de esta norma internacional es ayudar a la industria a establecer los sistemas y procesos necesarios, en un determinado lapso de tiempo, para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y consumo de la energía eléctrica en la industria. La implementación de la norma analiza la reducción en el consumo de energía, en este caso la norma es aplicada para la reducción en el consumo de la energía eléctrica, a través de un Sistema de Gestión de Energía (SGEn). El éxito del SGEn depende del compromiso realizado por todos los niveles y funciones de la industria. La implementación de un sistema de gestión de la energía, tiene por objeto la mejora del desempeño energético. El desempeño energético incluye 4 factores importantes, los cuales son:

- Uso de energía eléctrica (Finalidad de la energía eléctrica).
- Consumo de energía eléctrica (Demanda de la energía eléctrica).
- Intensidad energética (Crecimiento de la demanda en la industria).
- Eficiencia Energética (En sistemas o procesos para equipos y dispositivos).

Para obtener beneficios, esta norma sugiere la siguiente estructura:



**Figura 4.1** Modelo de Sistema de Gestión de Energía (SGEn) Norma ISO 50001 [7]

#### 4.1.1 POLÍTICA ENERGÉTICA

La política energética es la base principal para la implementación y la mejora del SGEn y del desempeño energético de la industria dentro de su alcance y límites definidos por la misma industria o bien definidas por alguna entidad gubernamental (CONELEC/MEER). La política puede ser una breve declaración que los miembros de la industria pueden comprender fácilmente y aplicar en sus actividades laborales cotidianas en beneficio al ahorro del consumo de la energía eléctrica.

#### **4.1.2 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA**

La planificación energética en una industria es primordial, principalmente para conocer exactamente en qué estado se encuentra la industria y hacia dónde se dirige planteando objetivos, metas y planes de acción, para obtener buenos resultados y beneficios a cada industria. La planificación energética se divide en 3 procesos: Entradas a la planificación energética, Revisión Energética y Resultados de la planificación energética.

##### **4.1.2.1 ENTRADAS A LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA**

Una de las entradas para obtener una planificación energética es saber en qué se ha usado y para que se usará la energía eléctrica en la industria. Otra variable de entrada es saber en que afecta el uso significativo de esta energía eléctrica y conocer cómo será su desempeño energético.

##### **4.1.2.2 REVISIÓN ENERGÉTICA**

Es fundamental realizar un análisis del uso y consumo de la energía eléctrica; así también identificar las áreas de uso significativo de la energía eléctrica para luego identificar las oportunidades para la mejora del desempeño energético.

#### **4.1.2.3 RESULTADOS DE LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA**

Después de haber revisado por completo cada sistema o proceso donde haya la presencia de energía eléctrica, es necesario revisar la línea base desde la cual se planteo desde un inicio para conocer cuáles fueron los cambios significativos una vez que se cambio algún proceso o sistema, por medio de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn), para beneficio de la industria, observando si se cumplieron los objetivos, metas y planes de acción planteados, para luego replantearse nuevas metas y objetivos.

#### **4.1.3 IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN**

La industria debe utilizar los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y la operación. Un pilar para la implementación y operación de esta norma es la comunicación, donde cada información relacionada con su desempeño energético y a su SGEEn, de manera apropiada al tamaño de la industria.

Es necesario también llevar una excelente documentación y registro de cada observación y cambio presente en la industria, manteniendo un buen control operacional para saber el uso significativo de la energía y asegurar que sean llevadas a cabo de tal manera que controlen o reduzcan los impactos

adversos asociados con ellas, con el fin de cumplir con los requisitos de su política energética y de alcanzar sus objetivos y metas.

#### **4.1.4 VERIFICACIÓN**

La verificación se realiza una vez implementada y ejecutada la norma. Para el seguimiento, medición y análisis, la industria debe asegurar que las características claves de sus operaciones que determinan el desempeño energético se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados. Las características claves que deben incluir como mínimo son:

- Los usos significativos de la energía y otros elementos resultantes de la revisión energética.
- Las variables pertinentes relacionadas con los usos significativos de la energía.
- Los IDEn.
- La eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y las metas.
- La evaluación del consumo energético real contra el esperado.

Una vez verificada cada inquietud, se realiza una corrección al sistema o proceso donde no se han cumplido ninguno de los lineamientos principales para la industria. Una vez corregido, se plantean a futuro las respectivas



acciones preventivas y correctivas en la industria. Por último se sugiere mantener auditorías internas del SGEN para cumplir con los objetivos, metas energéticas y disposiciones planificadas para la gestión de la energía, incluyendo los requisitos de la norma, para mantener una industria eficaz, y mejorada en su desempeño energético.

#### **4.1.5 REVISIÓN**

Finalmente se realiza una revisión exhaustiva de cada proceso, para luego proponer nuevas políticas, metas, objetivos energéticos a beneficio de la industria. La directiva principal de la industria es la encargada de revisar en intervalos planificados, el SGEN de la industria, para asegurarse de la adecuación de sus cambios y que su eficacia sea continua; para lo cual deben mantenerse registros de las revisiones hechas por la directiva. La información obtenida de la revisión por parte de la directiva de la industria, debe incluir:

- Acciones de seguimiento de revisiones por la directiva.
- Revisión de la política energética.
- Revisión del desempeño energético y de los IDEns relacionados.
- Resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos que la industria suscriba.
- El grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas.

- Resultados de auditorías del SGEEn.
- Estado de las acciones correctivas y preventivas.
- El desempeño energético proyectado para el próximo período.
- Recomendaciones para la mejora.

#### **4.1.5.1 RESULTADOS DE LA REVISIÓN POR PARTE DE LA DIRECTIVA DE LA INDUSTRIA**

Los resultados de la revisión por la directiva deben incluir todas las decisiones y acciones relacionadas con:

- Cambios en el desempeño energético de la industria.
- Cambios en la política energética.
- Cambios en los IDEns.
- Cambios en los objetivos, metas u otros elementos del sistema de gestión de la energía, coherentes con el compromiso de la industria.
- Cambios en la asignación de recursos.

## **4.2 ESQUEMA ELÉCTRICO DE UNA INDUSTRIA LOCAL Y SU DESEMPEÑO ENERGÉTICO**

En las industrias locales de acuerdo a la figura 2.3, el 45% de la carga total instalada representa a los motores eléctricos, le sigue con un 35% los sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, 10% iluminación y un 10% para equipos de oficinas y sistemas de control pequeños que no demandan grandes cantidades de energía con respecto a los sistemas.

### **4.2.1 SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN**

Los sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación (HVAC por sus siglas en inglés) deben ser monitoreados en tiempo real mediante controles automáticos y electrónicos para determinar cuánto tiempo estará conectado a la red, sabiendo su propósito y así mismo determinando sus horas productivas. Para aplicación de esta norma se deben saber todos estos indicadores, para así manejar un buen inventario de activos en el cual, la planificación estratégica deberá constatar cada que cierto tiempo se le dará mantenimiento a cada equipo y en qué fecha determinada, siguiendo un cronograma.

#### **4.2.2 ILUMINACIÓN EN LA INDUSTRIA LOCAL**

Cada luminaria escogida debe cumplir un propósito, especialmente en su desempeño energético, sin embargo cuando no se tiene una organización por parte de los directivos de la industria se presentan percances con respecto a las luminarias presentes en la industria. Para este caso aplicando la norma ISO 50001, en la industria local es muy común utilizar luminarias de bajo rendimiento, ya sean estas de mercurio o sodio. Una solución práctica es el reemplazo de estas luminarias por luminarias que cuenten con nuevas tecnologías de telegestión y control ya sean estas luminarias de inducción o lámparas LED.

#### **4.2.3 MOTORES Y SISTEMAS QUE USAN MOTORES**

El motor eléctrico es el equipo mayor usado en la industria local. Cada trabajo que desarrolla un motor en un determinado lapso de tiempo es de mucha importancia para la industria. El desempeño energético es un indicador vital para el control del funcionamiento de los motores así también como la implementación de variadores de velocidad para líneas de producción, cuya curva de carga corresponda a la de cada motor, y si esta es variable, con la ayuda de los variadores de velocidad se contribuye a la disminución de energía no aprovechada en la industria.

Para el reemplazo de motores antiguos, la inclusión de motores de alta eficiencia en la industria no solo beneficia económicamente a la industria, sino que también ayuda a mejorar sus procesos al momento de utilizar equipos más eficientes. Todo esto puede ser aprovechado con la implementación de motores de alta eficiencia.

#### **4.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO MEDIANTE LA NORMA ISO 50001 EN UNA INDUSTRIA LOCAL**

En esta propuesta, se espera que cualquier industria de la ciudad de Guayaquil adopte esta norma ISO 50001, donde se establece un marco internacional para administrar la energía eléctrica. Esta propuesta está basada en la estructura del Modelo del Sistema de Gestión de Energía (SGEn). Se observará cuanta energía se puede ahorrar en las industrias locales, ya sean estas nacionales o multinacionales. Nuestra implementación estará basada en el reemplazo de los motores eléctricos existentes por unos de mayor eficiencia para ambas industrias, debido a su aportación aproximadamente del 45% de la carga total (ver figura 2.1).

#### **4.3.1 POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA**

La política a seguir para ambas industrias será tomada del “Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2009 – 2013” elaborada por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES. La política 4.3.1 del PNBV es “Aplicar un programa o programas, e implementar tecnologías e infraestructura orientadas al ahorro y a la eficiencia energética” [8]

#### **4.3.2 PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA**

Para la industria nacional, se planifica cambiar los motores eléctricos actuales, por motores más eficientes, cuyo tiempo de uso sea superior a los 5 años de haber sido adquirido. Así mismo, para la industria multinacional, se planea cambiar motores por unos de mayor eficiencia energética, cuyo tiempo de uso sea superior a los 5 años.

Tanto la industria Nacional como la Multinacional realizaron estudios para optimizar sus procesos de producción, con los cuales ambas industrias lograron reducir el número horas en sus procesos sin afectar el número de unidades producidas. La meta para ambas industrias será reducir su consumo promedio mensual en kWh en un aproximado del 20% al momento de su implementación.

### **4.3.3 IMPLEMENTACIÓN EN UNA INDUSTRIA NACIONAL**

Para esta implementación se tomarán en cuenta 25 motores auxiliares y 2 motores principales, que serán cambiados de manera simultánea, los cuales son utilizados para la fabricación de las pastas en la industria nacional. En el anexo 4.1 podemos observar la energía ahorrada en kWh al momento de cambiar los motores actuales por unos de mayor eficiencia energética. Las consideraciones tomadas para esta implementación fueron las siguientes:

- La operación de los motores auxiliares es de 400 horas al mes a una eficiencia estándar y de 300 horas cuando el motor es cambiado por uno de alta eficiencia; los 2 motores principales operan 100 horas al mes a una eficiencia estándar y a 75 horas cuando el motor es cambiado por uno de alta eficiencia, de acuerdo al estudio realizado por la industria nacional, planteado en la planificación estratégica de la propuesta (sección 4.3.2).
- Se utilizó una tarifa promedio de 0.0465 \$/kWh, resultante del promedio de los cargos tarifarios expuestos en la tabla 1.1.

#### 4.3.3.1 ANÁLISIS ECONÓMICO EN LA INDUSTRIA NACIONAL

La inversión total para la industria nacional por el cambio de sus motores a motores de alta eficiencia será de \$21,090.00, descritos en la tabla 4.1.

Cantidad	Descripción	Hp	Costo Unitario por Motor de Alta Eficiencia	Total
25	Motores auxiliares	0,25	\$ 272.00	\$ 6,800.00
2	Motores principales	41	\$ 5,120.00	\$ 10,240.00
<b>Mano de Obra por Motor</b>				<b>\$ 4,050.00</b>
<b>Total Inversión</b>				<b>\$ 21,090.00</b>

**Tabla 4.1** Tabla de Motores con Alta Eficiencia para la Industria Nacional

El costo de la mano de obra por instalación de cada motor es de \$150.00; este valor fue proporcionado por la industria y es utilizado para los respectivos cálculos. Los precios referenciales de cada motor de alta eficiencia, fueron tomados de un fabricante. [10]

#### 4.3.3.2 COSTOS INDUSTRIA NACIONAL

Los costos a considerarse anualmente en la industria nacional son los Costos de Operación y Mantenimiento (O&M). Estos están conformados por los Costos Fijos de O&M para Motores de Alta Eficiencia, y por la Mano de Obra a utilizarse cada año, expresados en la tabla 4.2.



Año		Costos Fijos de Operación y Mantenimiento Motores de Alta Eficiencia [\$]	Mano de Obra [\$]	Total [\$]
0	2013	\$ 0	\$ 0	<b>\$ 0</b>
1	2014	\$ 0	\$ 0	<b>\$ 0</b>
2	2015	\$ 0	\$ 0	<b>\$ 0</b>
3	2016	\$ 0	\$ 0	<b>\$ 0</b>
4	2017	\$ 0	\$ 0	<b>\$ 0</b>
5	2018	\$ 0	\$ 0	<b>\$ 0</b>
6	2019	\$ 2.000	\$ 150,00	<b>\$ 2.150</b>
7	2020	\$ 2.000	\$ 157,83	<b>\$ 2.158</b>
8	2021	\$ 2.000	\$ 166,07	<b>\$ 2.166</b>
9	2022	\$ 2.000	\$ 174,74	<b>\$ 2.175</b>
10	2023	\$ 2.000	\$ 183,86	<b>\$ 2.184</b>

**Tabla 4.2** Costos de O&M de Motores de Alta Eficiencia para la Industria Nacional

La vida útil de los motores de Alta Eficiencia es de 10 años, por lo que el fabricante ofrece una garantía de 5 años en Costos de O&M, como se ve reflejado en la tabla 4.2. [10]

A partir del sexto año la industria nacional estima gastar \$2.000 anualmente en Costos Fijos de O&M para los Motores de Alta Eficiencia; la mano de obra es considerada por un valor de \$150, sin embargo este valor es afectado anualmente por la inflación, cuyo valor para efecto de cálculos fue de 5.22%.

[11]

#### 4.3.3.3 BENEFICIOS ECONÓMICOS EN LA INDUSTRIA NACIONAL

Para el cálculo de los beneficios económicos se consideraron el Beneficio económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>, y el Ahorro Anual en Costos de O&M con Motores de Eficiencia Estándar. En la tabla que aparece en el anexo 4.1, podemos observar que el beneficio económico anual por ahorro de energía es de \$1.457,94, logrando un ahorro por la implementación de motores de alta eficiencia de 31.353,57 kWh cada año. El beneficio económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> fue calculado mediante la tabla 4.3.

Ahorro Anual de Energía [kWh]	Factor de Conversión de gramos de CO <sub>2</sub> /kWh	Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> anual [gr. CO <sub>2</sub> ]	Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> anual [TON. CO <sub>2</sub> ]	Precio del CO <sub>2</sub> [\$/TON. CO <sub>2</sub> ]	Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO <sub>2</sub> [\$]
31.353,57	301	9.437.423,4	9,44	\$ 10,50	\$ 99,09

**Tabla 4.3** Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>

El Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> es de \$99,09, que fueron calculados de la siguiente manera:

- Se consideró el valor del ahorro anual de energía de la Industria Nacional; esta energía fue transformada a gramos de CO<sub>2</sub> mediante un factor de conversión de gramos de CO<sub>2</sub>/kWh obtenido del estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía. [9].

- Para la obtención del beneficio económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> nos referimos al protocolo de Kyoto del 2007, el cual creó un programa llamado “bonos verdes” donde países en vías de desarrollo son incentivados, por parte de los países industrializados, para la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) hacia la atmósfera. El precio en dólares por toneladas de dióxido de carbono fue obtenido por medio del Sistema Electrónico de Derecho de Emisión de Dióxido de Carbono, cuyo precio es de \$10,50. [12]

La suma del beneficio económico por ahorro anual de energía, más el beneficio económico por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> nos dan como resultado el beneficio económico que se obtendrá año a año por ahorro de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.

<b>Beneficio económico por ahorro anual de Energía [\$]</b>	<b>Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO2 [\$]</b>	<b>Beneficio económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO2 [\$]</b>
\$ 1.457,94	\$ 99,09	<b>\$ 1.557,03</b>

**Tabla 4.4** Beneficio Económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO2 –  
Industria Nacional

Otro beneficio a ser considerado para el flujo económico en la industria nacional es el Ahorro Anual en Costos de O&M de los motores a ser cambiados en la industria nacional. Este ahorro está compuesto por los Costos Fijos de O&M de los motores a ser cambiados y por la mano de obra a utilizarse anualmente. El Costo Fijo de O&M es el valor que estima ahorrar la industria anualmente en la operación y mantenimiento de los motores a ser cambiados, que según ellos será de \$4000 dólares anuales. La mano de obra tiene un valor de \$150 anuales, el cual se verá afectado por la inflación anual (5.22% - INEC) en el paso de los años. En la tabla 4.5 se muestra el resumen del Ahorro Anual en Costos de O&M de los motores a ser cambiados en la industria nacional.

Año		Costos Fijos de O&M motores a ser cambiados [\\$]	Mano de Obra [\\$]	Ahorro Anual en Costos de O&M de motores a ser cambiados [\\$]
0	2013	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1	2014	\$ 4.000	\$ 150,00	\$ 4.150
2	2015	\$ 4.000	\$ 157,83	\$ 4.158
3	2016	\$ 4.000	\$ 166,07	\$ 4.166
4	2017	\$ 4.000	\$ 174,74	\$ 4.175
5	2018	\$ 4.000	\$ 183,86	\$ 4.184
6	2019	\$ 4.000	\$ 193,46	\$ 4.193
7	2020	\$ 4.000	\$ 203,55	\$ 4.204
8	2021	\$ 4.000	\$ 214,18	\$ 4.214
9	2022	\$ 4.000	\$ 225,36	\$ 4.225
10	2023	\$ 4.000	\$ 237,12	\$ 4.237

**Tabla 4.5** Ahorro Anual en Costos de O&M de motores a ser cambiados - Industria Nacional

El resumen del beneficio total anual que percibirá la industria nacional está en la tabla a continuación, donde se puede apreciar el beneficio año tras año que recibirá la industria nacional.

Año		Beneficio económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO2 [\$]	Ahorro Anual en Costos de O&M con Motores de Eficiencia Estándar [\$]	Beneficio Total Anual Industria Nacional
0	2013	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1	2014	\$ 1.557	\$ 4.150	\$ 5.707
2	2015	\$ 1.557	\$ 4.158	\$ 5.715
3	2016	\$ 1.557	\$ 4.166	\$ 5.723
4	2017	\$ 1.557	\$ 4.175	\$ 5.732
5	2018	\$ 1.557	\$ 4.184	\$ 5.741
6	2019	\$ 1.557	\$ 4.193	\$ 5.750
7	2020	\$ 1.557	\$ 4.204	\$ 5.761
8	2021	\$ 1.557	\$ 4.214	\$ 5.771
9	2022	\$ 1.557	\$ 4.225	\$ 5.782
10	2023	\$ 1.557	\$ 4.237	\$ 5.794

**Tabla 4.6** Beneficio Total Anual Industria Nacional

#### 4.3.3.4 FLUJO ECONÓMICO INDUSTRIA NACIONAL

El cuadro con el detalle del flujo económico de la industria nacional se encuentra en el anexo 4.2, en donde se aprecian los beneficios, los costos y la rentabilidad de la implementación de estos motores de alta eficiencia en la industria nacional.

#### **4.3.4 IMPLEMENTACIÓN EN UNA INDUSTRIA MULTINACIONAL**

Para esta implementación se tomarán en cuenta los motores que se encuentran en el cuarto piso, sexto piso, y los motores en los departamentos auxiliares 1 y 2, que serán cambiados de manera simultánea, los cuales son utilizados para la fabricación del detergente en la industria multinacional. En los anexos 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 podemos observar las tablas comparativas de energía ahorrada en kWh de cada uno de los departamentos al momento de cambiar los motores actuales por unos de mayor eficiencia energética. Las consideraciones tomadas para esta implementación en cada uno de los departamentos fueron las siguientes:

##### **4.3.4.1 CUARTO PISO**

- La operación del motor de la bomba de agua es de 400 horas mensuales con una eficiencia estándar y 300 horas mensuales, cuando el motor es cambiado por uno de alta eficiencia; los 2 motores restantes operan a 200 horas mensuales con una eficiencia estándar y a 150 horas mensuales, cuando son cambiados por unos de alta eficiencia, de acuerdo al estudio realizado por la industria multinacional, planteado en la planificación estratégica de la propuesta (sección 4.3.2). La tabla comparativa de ahorro de energía en la implementación de motores de alta eficiencia para motores del cuarto piso se encuentra en el anexo 4.3.

- Se utilizó una tarifa promedio de 0.0465 \$/kWh, resultante del promedio de los cargos tarifarios expuestos en la tabla 1.1.

#### **4.3.4.2 SEXTO PISO**

- La operación del motor de la banda dosificadora es de 400 horas mensuales a una eficiencia estándar y a 300 horas mensuales, cuando el motor es cambiado por uno de alta eficiencia; el motor ventilador opera a 100 horas mensuales con una eficiencia estándar y a 75 horas mensuales, cuando es cambiado por uno de alta eficiencia, de acuerdo al estudio realizado por la industria multinacional, planteado en la planificación estratégica de la propuesta (sección 4.3.2). La tabla comparativa de ahorro de energía en la implementación de motores de alta eficiencia para motores del sexto piso se encuentra en el anexo 4.4.

- Se utilizó una tarifa promedio de 0.0465 \$/kWh, resultante del promedio de los cargos tarifarios expuestos en la tabla 1.1.



#### **4.3.4.3 AUXILIARES 1**

- El promedio de operación de cada motor desde el de menor capacidad hasta el de mayor es de 400, 300, 200 y 100 horas mensuales respectivamente, a una eficiencia estándar, y cuando son cambiados por motores de alta eficiencia, operaran a 300, 225, 150, 75 horas mensuales respectivamente, de acuerdo a lo planteado en la planificación estratégica de la propuesta (sección 4.3.2). La tabla comparativa de ahorro de energía en la implementación de motores de alta eficiencia para motores del departamento de auxiliares 1, se encuentra en el anexo 4.5.

- Se utilizó una tarifa promedio de 0.0465 \$/kWh, resultante del promedio de los cargos tarifarios expuestos en la tabla 1.1.

#### **4.3.4.4 AUXILIARES 2**

- El promedio de operación de cada motor desde el de menor capacidad hasta el de mayor es de 400, 400, 350 y 100 horas mensuales respectivamente, a una eficiencia estándar, y cuando son cambiados por motores de alta eficiencia, operaran a 300, 300, 262.5, 75 horas mensuales respectivamente de acuerdo a lo planteado en la planificación estratégica de la propuesta (sección 4.3.2). La tabla comparativa de ahorro de energía en la

implementación de motores de alta eficiencia en motores del departamento de auxiliares 2, se encuentra en el anexo 4.6.

- Se utilizó una tarifa promedio de 0.0465 \$/kWh, resultante del promedio de los cargos tarifarios expuestos en la tabla 1.1.

#### 4.3.4.5 RESUMEN DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL

En la tabla 4.7 se encuentra un resumen total de ahorro de cada uno de los departamentos en sus consumos en kWh y sus ahorros económicos anuales.

INDUSTRIA MULTINACIONAL	Consumo mensual Motores de eficiencia estándar en kWh	Consumo mensual Motores de alta Eficiencia en kWh	Ahorro mensual en kWh	Ahorro mensual en dólares	Ahorro anual en kWh	Ahorro anual en dólares
<b>Cuarto Piso</b>	4.122,87	2.998,62	1.124,26	\$ 52,28	13491,07	\$ 627,33
<b>Sexto Piso</b>	3.631,40	2.660,09	971,31	\$ 45,17	11655,68	\$ 541,99
<b>Auxiliares 1</b>	9.667,55	7.097,92	2.569,63	\$ 119,49	30835,54	\$ 1.433,85
<b>Auxiliares 2</b>	4.335,01	3.170,54	1.164,48	\$ 54,15	13973,73	\$ 649,78
<b>TOTAL</b>	<b>21.756,83</b>	<b>15.927,16</b>	<b>5.829,67</b>	<b>\$ 271,08</b>	<b>69956,02</b>	<b>\$ 3.252,95</b>

**Tabla 4.7** Total Energía Ahorrada en la Industria Multinacional

#### 4.3.4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL

La inversión total para la industria multinacional por el cambio de sus motores a motores de alta eficiencia será de \$21,008.00, descritos en las siguientes tablas:

Cantidad	Descripción	Hp	Precio Motor Alta Eficiencia	Total
1	Bomba de agua	2	\$ 470,00	\$ 470,00
1	Ventilador filtro polvo base	10	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
1	Ventilador de ciclón de crutcher	10	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
<b>Total</b>				<b>\$ 1.870,00</b>

**Tabla 4.8** Inversión de Motores con alta eficiencia para Cuarto Piso de la Industria Multinacional

Cantidad	Descripción	Hp	Precio Motor Alta Eficiencia	Total
1	Banda dosificadora de polvo base GD 50.1	0,85	\$ 320,00	\$ 320,00
1	Ventilador de aspiración Air-lift	40	\$ 4.610,00	\$ 4.610,00
<b>Total</b>				<b>\$ 4.930,00</b>

**Tabla 4.9** Inversión de Motores con alta eficiencia para Sexto Piso de la Industria Multinacional

Cantidad	Descripción	Hp	Precio Motor Alta Eficiencia	Total
1	Transferencia de soda a sulfuréx	7,5	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00
1	Dosificador de soda cáustica	10	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
1	Dosificador silicato	15	\$ 2.530,00	\$ 2.530,00
1	Recepción Soda cáustica	25	\$ 3.020,00	\$ 3.020,00
<b>Total</b>				<b>\$ 8.050,00</b>

**Tabla 4.10** Inversión de Motores con alta eficiencia para Auxiliares 1 de la Industria Multinacional

Cantidad	Descripción	Hp	Precio Motor Alta Eficiencia	Total
1	Transferencia de Barras	1,5	\$ 414,00	\$ 414,00
1	Transferencia	1,5	\$ 414,00	\$ 414,00
1	Bomba de agua caliente	5	\$ 850,00	\$ 850,00
1	Dosificador de ácido sulfúrico	20	\$ 2.530,00	\$ 2.530,00
<b>Total</b>				<b>\$ 4.208,00</b>

**Tabla 4.11** Inversión de Motores con alta eficiencia para Auxiliares 2 de la Industria

Multinacional

INVERSIÓN TOTAL	
<b>Motores Eléctricos</b>	\$ 19.058,00
<b>Mano de Obra por Motor</b>	\$ 1.950,00
<b>Total</b>	\$ 21.008,00

**Tabla 4.12** Resumen de Inversión Total de motores en Industria Multinacional

El costo de la mano de obra por instalación de cada motor es de \$150.00; valor que fue proporcionado por la industria y es utilizado para los respectivos cálculos. Los precios referenciales de cada motor de alta eficiencia, fueron tomados de un fabricante. [10]

#### 4.3.4.7 COSTOS INDUSTRIA MULTINACIONAL

Los costos a considerarse anualmente en la industria multinacional son los Costos de Operación y Mantenimiento (O&M). Estos están conformados por

los Costos Fijos de O&M para Motores de Alta Eficiencia y por la Mano de Obra a utilizarse cada año, expresados en la tabla 4.13.

Año		Costos Fijos de Operación y Mantenimiento de Motores de Alta Eficiencia [\$]	Mano de Obra [\$]	Total [\$]
0	2013	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1	2014	\$ 0	\$ 0	\$ 0
2	2015	\$ 0	\$ 0	\$ 0
3	2016	\$ 0	\$ 0	\$ 0
4	2017	\$ 0	\$ 0	\$ 0
5	2018	\$ 0	\$ 0	\$ 0
6	2019	\$ 3.000	\$ 150,00	\$ 3.150
7	2020	\$ 3.000	\$ 157,83	\$ 3.158
8	2021	\$ 3.000	\$ 166,07	\$ 3.166
9	2022	\$ 3.000	\$ 174,74	\$ 3.175
10	2023	\$ 3.000	\$ 183,86	\$ 3.184

**Tabla 4.13** Costos de O&M de Motores de Alta Eficiencia para la Industria Multinacional

La vida útil de los motores de Alta Eficiencia es de 10 años, por lo que el fabricante ofrece una garantía de 5 años en Costos de O&M, como se ve reflejado en la tabla 4.13. [10]

A partir del sexto año la industria multinacional estima gastar \$3.000 anualmente en Costos Fijos de O&M para los Motores de Alta Eficiencia; la

mano de obra fue considerada por un valor de \$150, sin embargo este valor es afectado anualmente por la inflación, cuyo valor para efecto de cálculos fue de 5.22%. [11]

#### 4.3.4.8 BENEFICIOS ECONÓMICOS EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL

Para el cálculo de los beneficios económicos se consideraron el Beneficio económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>, y el Ahorro Anual en Costos de O&M con Motores de Eficiencia Estándar. En la tabla 4.7 podemos observar que el beneficio económico anual por ahorro de energía es de \$3.252,95, logrando un ahorro por la implementación de motores de alta eficiencia de 69.956,02 kWh cada año. El beneficio económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> fue calculado mediante la tabla 4.14.

Ahorro Anual de Energía [kWh]	Factor de Conversión de gramos de CO <sub>2</sub> /kWh	Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> anual [gr. CO <sub>2</sub> ]	Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> anual [TON. CO <sub>2</sub> ]	Precio del CO <sub>2</sub> [\$/TON. CO <sub>2</sub> ]	Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO <sub>2</sub> [\$]
69.956,02	301	21.056.761,1	21,06	\$ 10,50	\$ 221,10

**Tabla 4.14** Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>- Industria

Multinacional

El Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> es de \$221,10, que fueron calculados de la siguiente manera:

- Se consideró el valor del ahorro anual de energía de la industria multinacional; esta energía fue transformada a gramos de CO<sub>2</sub> mediante un factor de conversión de gramos de CO<sub>2</sub>/kWh obtenido del estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía. [9]

- Para la obtención del beneficio económico anual por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> nos referimos al protocolo de Kyoto del 2007, el cual creó un programa llamado “bonos verdes” donde países en vías de desarrollo son incentivados, por parte de los países industrializados, para la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) hacia la atmósfera. El precio en dólares por toneladas de dióxido de carbono fue obtenido por medio del Sistema Electrónico de Derecho de Emisión de Dióxido de Carbono, cuyo precio es de \$10,50. [12]

La suma del beneficio económico por ahorro anual de energía, más el beneficio económico por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> nos dan como

resultado el beneficio económico que se obtendrá año a año por ahorro de energía y emisiones de CO2.

<b>Beneficio económico por ahorro anual de Energía [\$]</b>	<b>Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO2 [\$]</b>	<b>Beneficio económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO2 [\$]</b>
\$ 3.252,95	\$ 221,10	\$ 3.474,05

**Tabla 4.15** Beneficio Económico anual por ahorro de energía y emisiones de CO2 –  
Industria Multinacional

Otro beneficio a ser considerado para el flujo económico en la industria multinacional es el Ahorro Anual en Costos de O&M de los motores a ser cambiados en la industria multinacional. Este ahorro está compuesto por los Costos Fijos de O&M de los motores a ser cambiados y por la mano de obra a utilizarse anualmente. El Costo Fijo de O&M es el valor que estima ahorrar la industria anualmente en la operación y mantenimiento de los motores a ser cambiados, que según estos será de \$5000 dólares anuales. La mano de obra tiene un valor de \$150 anuales, el cual se verá afectado por la inflación anual (5.22% - INEC) en el paso de los años. En la tabla 4.16 se muestra el resumen del Ahorro Anual en Costos de O&M de los motores a ser cambiados en la industria multinacional.



Año		Costos Fijos de Operación y Mantenimiento motores a ser cambiados [\$]	Mano de Obra [\$]	Total [\$]
0	2013	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1	2014	\$ 5.000	\$ 150,00	\$ 5.150
2	2015	\$ 5.000	\$ 157,83	\$ 5.158
3	2016	\$ 5.000	\$ 166,07	\$ 5.166
4	2017	\$ 5.000	\$ 174,74	\$ 5.175
5	2018	\$ 5.000	\$ 183,86	\$ 5.184
6	2019	\$ 5.000	\$ 193,46	\$ 5.193
7	2020	\$ 5.000	\$ 203,55	\$ 5.204
8	2021	\$ 5.000	\$ 214,18	\$ 5.214
9	2022	\$ 5.000	\$ 225,36	\$ 5.225
10	2023	\$ 5.000	\$ 237,12	\$ 5.237

**Tabla 4.16** Ahorro Anual en Costos de O&M de motores a ser cambiados –

Industria Multinacional

El resumen del beneficio total anual que percibirá la industria multinacional está en la tabla a continuación, donde se puede apreciar el beneficio año tras año que recibirá la industria multinacional.

Año		Beneficio Económico anual por ahorro en emisiones de CO2 [\$]	Ahorro en Costos de O&M Anual [\$]	Beneficio Total Anual Industria Multinacional [\$]
0	2013	\$ 0	\$ 0	\$ 0
1	2014	\$ 3.474	\$ 5.150	\$ 8.624
2	2015	\$ 3.474	\$ 5.158	\$ 8.632
3	2016	\$ 3.474	\$ 5.166	\$ 8.640
4	2017	\$ 3.474	\$ 5.175	\$ 8.649
5	2018	\$ 3.474	\$ 5.184	\$ 8.658
6	2019	\$ 3.474	\$ 5.193	\$ 8.668
7	2020	\$ 3.474	\$ 5.204	\$ 8.678
8	2021	\$ 3.474	\$ 5.214	\$ 8.688
9	2022	\$ 3.474	\$ 5.225	\$ 8.699
10	2023	\$ 3.474	\$ 5.237	\$ 8.711

**Tabla 4.17** Beneficio Total Anual Industria Multinacional

#### 4.3.4.9 FLUJO ECONÓMICO INDUSTRIA MULTINACIONAL

El cuadro con el detalle del flujo económico de la industria multinacional se encuentra en el anexo 4.7, en donde se aprecian los beneficios, los costos y la rentabilidad de la implementación de estos motores de alta eficiencia en la industria multinacional.

#### 4.3.5 VERIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

Cada una de las industrias, por medio de sus departamentos deberá hacer un seguimiento del funcionamiento de cada uno de los procesos al momento

de haberse realizado la implementación de nuevos equipos a la red eléctrica. En esta sección la norma sugiere realizar las correcciones respectivas en los procesos donde hubiera falencias al producirse los cambios; así mismo realizar acciones preventivas y correctivas de parte del departamento de auditoría interna, si es que posee la industria una sección, o si no se sugiere la contratación de una auditoría externa.

#### **4.3.6 REVISIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Se hará revisión de cada elemento y proceso parte del modelo del Sistema de Gestión Energética, donde se revisan si las metas y objetivos se cumplieron, para luego replantearse nuevas políticas energéticas y hacer nuevas evaluaciones a su industria. En el siguiente capítulo se muestran los resultados y análisis de estos.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los resultados a analizar son consecuencias de la planificación energética planteada por medio de la norma ISO 50001, para la muestra de las 2 industrias tomadas en la ciudad de Guayaquil. Los resultados obtenidos variarán con respecto a las políticas tomadas con anterioridad en la directiva de cada una de las industrias. La participación de cada departamento de la industria, influirá directamente a la energía consumida en cada proceso industrial al momento de tomar cualquier decisión en la industria.

## **5.1 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN UNA INDUSTRIA NACIONAL**

La implementación de la norma ISO 50001 en una industria local nacional, de acuerdo a los supuestos planteados en la sección 4.3.3, obtiene los siguientes resultados: Una vez realizada la tabla comparativa de ahorro de energía descrita en el anexo 4.1 podemos citar los siguientes beneficios:

- Se conseguirá un ahorro de 2.612,80 kWh mensuales, y 31.353,57 kWh anuales considerando el cambio de motores en la industria local nacional por motores de mayor eficiencia.
  
- Cada mes la industria percibirá un beneficio por ahorro energía de 121,50 \$/mes y 1.457,94 \$/año.
  
- Se conseguirá un porcentaje de ahorro de energía en la industria local nacional del 27.84% anual obtenido de la división del ahorro anual de energía para el consumo que se tendría sin el reemplazo de los motores de alta eficiencia, superando la meta propuesta en la planificación energética.

- Se reducirán las emisiones de dióxido de carbono en 9.437,42 kg/año, debido al uso de motores más eficientes, obteniendo un beneficio económico de \$99,09 por ahorro en emisiones de CO2 al año.

Una vez realizado el flujo económico descrito en el anexo 4.2 podemos citar varios indicadores importantes que nos reflejarán la factibilidad de la implementación de la norma ISO 50001:

-Empezando con el periodo de retorno de la inversión (PIR) que es de 6 años lo cual indica que la implementación de la norma es rentable ya que la vida útil de los equipos adquiridos es de 10 años.

-La tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) son dos indicadores poderosos mediante los cuales podemos dar una respuesta más acertada del beneficio de la implementación de la norma, dicho esto podemos manifestar, que el TIR 20.54% es mayor que la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) 12% lo cual señala que nos dará mayores retornos de los esperados; el VAN es de \$6.908,45 dólares al final de la vida útil de la inversión.

-Dado que el indicador costo-beneficio es 1.27 mayor que 1 se puede mencionar que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, en otras palabras los beneficios son mayores que los egresos y en consecuencia la implementación generará ganancias a la industria local nacional.

## **5.2 RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN UNA INDUSTRIA MULTINACIONAL**

La implementación de la norma ISO 50001 en una industria local multinacional, de acuerdo a los supuestos planteados en la sección 4.3.4, logrará obtener los siguientes resultados: Una vez realizada la tabla comparativa de ahorro de energía descrita en la tabla 4.7 podemos citar los siguientes beneficios:

- Se conseguirá un ahorro de 5829.67 kWh mensuales, y 69956.02 kWh anuales considerando el cambio de motores en la industria local multinacional por motores de mayor eficiencia.

- Cada mes la industria percibirá un beneficio por ahorro de energía de 271.08 \$/mes y 3.252,95 \$/año.

- Se conseguirá un porcentaje de ahorro de energía en la industria local multinacional del 26.8% anual obtenido de la división del ahorro anual de energía para el consumo que se tendría sin el reemplazo de los motores de alta eficiencia, superando la meta propuesta en la planificación energética.

- Se reducirán las emisiones de dióxido de carbono en 21056.76 kg/año, debido al uso de motores más eficientes, obteniendo un beneficio de \$221,10 por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> al año.

Una vez realizado el flujo económico descrito en el anexo 4.7 podemos citar varios indicadores importantes que nos reflejarán la viabilidad de la implementación de la norma ISO 50001:

- Empezando con el periodo de retorno de la inversión (PIR) que es de 4 años lo cual indica que la implementación de la norma es rentable ya que la vida útil de los equipos adquiridos es de 10 años.

- La tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) son dos indicadores poderosos mediante los cuales podemos dar una respuesta más



acertada del beneficio de la implementación de la norma, dicho esto podemos manifestar, que el TIR 36.88% es mayor que la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) 12% lo cual señala que nos dará mayores retornos de los esperados; el VAN es de \$ 21426.8 dólares al final de la vida útil de la inversión.

- Dado que el indicador costo-beneficio es 1.78 mayor que 1 se puede mencionar que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, en otras palabras los beneficios son mayores que los egresos y en consecuencia la implementación generará ganancias a la industria multinacional.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. Con la implementación de un programa de administración de la carga y conservación de la energía en el sector industrial mediante la norma ISO 50001, se beneficia a todo tipo de industria ya sea esta nacional o multinacional. El ahorro de energía eléctrica permite a la industria producir la misma o mayor cantidad de productos de una manera más eficiente utilizando una menor cantidad de energía eléctrica, teniendo una estructura sólida y organizada, donde cada ingeniero y personal participante de esta implementación sea capaz de tomar decisiones y hacer correcciones para el beneficio de esta.

2. Podemos concluir que la implementación de la norma ISO 50001 en las industrias locales puede ser económicamente viable, siempre y cuando se cumplan los objetivos y se mantenga una buena política energética que guíe a la industria, empresa o sector en donde es aplicada..

### **RECOMENDACIONES**

1. Realizar un compromiso de parte de todos los departamentos que conformarán la implementación de cada una de las industrias. El éxito de la implementación de la norma dependerá del desempeño y esfuerzo realizado por cada miembro de la industria.

2. Efectuar un plan de mantenimiento preventivo a los motores que serán adquiridos en cada industria, luego planificar un plan de mantenimiento correctivo para el reemplazo de las partes en mal estado. Así mismo, realizar en forma correcta la conexión a tierra de los motores.

3. Efectuar correctamente la instalación eléctrica y el montaje de los motores para evitar colocar motores en espacios reducidos o lugares que tengan poca ventilación. Un sobrecalentamiento del mismo puede disminuir su eficiencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONELEC, “Pliegos Tarifarios 2012”, Consejo Nacional de Electricidad 5ta. Edición, 2012.
- [2] CONELEC, “Cargos Tarifarios 2012”, Consejo Nacional de Electricidad 5ta. Edición, 2012.
- [3] CONELEC, Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano - 2012, <http://www.conelec.gob.ec/indicadores/>, fecha de consulta marzo 2012.
- [4] EEPG-EP, “Resumen y Detalle de Balance de Energía”, Departamento de Planeación EEPG-EP 4ta Edición, 2012.
- [5] CONELEC, “Sistematización de Datos Eléctricos” – SISDAT, <http://sisdat.conelec.gob.ec>, fecha de consulta julio 2012.
- [6] MEER, “Dirección de Eficiencia Energética”, <http://www.energia.gob.ec/>, fecha de consulta julio 2012.
- [7] ISO, NORMA INTERNACIONAL ISO 50001- “Sistemas de gestión de la energía”, Secretaría Central de ISO 1era. Edición, 2011.
- [8] SENPLADES, “Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013”, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo 2da. Edición, 2009.
- [9] IEA, CO2 emissions from fuel combustion HIGHLIGHTS Pg. 111, Imprimerie Centrale 5ta Edición, 2011.
- [10] SIEMENS, Tabla de motores trifásicos, <http://siemens.es/motores>, fecha de consulta Septiembre 2012.

[11] INEC, Estadísticas Económicas, <http://inec.gob.ec/estadisticas/>, fecha de consulta septiembre 2012.

[12] SENDECO, Sistema Electrónico de Derecho de Emisión de Dióxido de Carbono, Precios CO2, <http://www.sendeco2.com/>, fecha de consulta octubre 2012.

## ANEXOS

### ANEXO 3.1 LISTA DE MOTORES INDUSTRIA MULTINACIONAL

#### PLANTA BAJA

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Bomba de aceite de BAP	0,5	1	230/440	63,0%
Bomba de agua enfriamiento	1,5	2	230/460	75,0%
Banda dosificadora de polvo base	1,5	2	230/460	75,0%
Bomba de agua química	2	2	220/440	77,5%
Ventilador de la bomba de alta presión	2	2	230/440	77,5%
Bomba diesel quemador	2	2	220/440	77,5%
Dosificador de Ceolita	2,7	3	380/500	80,0%
Agitador filtro Slurry	5,4	6	220/380	83,5%
Bomba recoved	5,5	6	220/380	83,5%
Molino Ritz	15	17	220/440	88,6%
Bomba de transferencia	20	22	110/220	88,7%
Agitador filtro rework	20	22	220/440	88,7%
Bomba de baja presión	25	28	220/440	89,5%
Ventilador de dilución	40	44	230/460	91,0%
Bomba de alta presión	50	56	220/460	91,7%
Ventilador combustión	60	67	230/460	92,0%
Bomba de rework	75	83	230/380	92,3%
Bomba de alta presión II	150	167	240/460	93,0%

#### PRIMER PISO

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Banda dosificadora de sulfato	1,5	2	380/500	79,5%
Anillo raspador de torre	2,2	2	220/380	77,5%
Bomba de vacío	7,5	8	230/460	88,0%
Agitador holding rework	7,5	8	220/380	88,0%
Ventilador cono de polvo fino	7,7	9	220/380	88,0%
Bomba de agua caliente	10	11	220/460	89,0%
Agitador holding tank	25	28	220/460	89,5%

## SEGUNDO PISO

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Agitador Crutcher rework	7,5	8	230/460	88,0%
Tornillo máster de sólidos	40	44	230/460	91,0%
Agitador Crutcher	50	56	230/460	91,7%
Ventilador de aspiración P-50.1	150	167	230/460	93,0%

## TERCER PISO

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Dosificador SCMC	0,25	0,3	230/460	64,0%
Vibrador mesa de carga rework 1	1	1	230/460	79,5%
Vibrador mesa de carga rework 2	1	1	230/460	79,5%
Vibrador mesa de carga SCMC	1	1	230/460	79,5%
Bomba de colorante	2	2	230/460	83,1%
Agitador holding de colorante	2	2	230/460	83,1%
Ventilador de filtro de reproceso	2	2	230/460	83,1%
Ventilador de filtro de SCMC	2	2	230/460	83,1%
Agitador preparador de colorante	3	3	230/460	83,1%
Tecla de reproceso	5	6	230/460	85,5%
Tecla de SCMC	5	6	230/460	85,5%
Dosificador de sulfato	7,5	8	230/460	88,0%
Dosificador de carbonato	7,5	8	230/460	88,0%
Ventilador de aspiración F47.5	20	22	230/460	88,5%
Ventilador de aspiración F47.5 A	30	33	230/460	91,0%

## CUARTO PISO

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Bomba de agua	2	2	230/460	77,5%
Ventilador filtro polvo base	10	11	220/440	89,0%
Ventilador de ciclón de crutcher	10	11	230/460	89,0%

## SEXTO PISO

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Banda dosificadora de polvo base GD 50.1	0,85	1	230/460	72,0%
Ventilador de aspiración Air-lift	40	44	230/460	91,0%

## AUXILIARES 1

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Transferencia de soda a sulfuréx	7,5	18	220/440	88,0%
Dosificador de soda cáustica	10	24	220/440	89,0%
Dosificador silicato	15	36	220/440	88,6%
Recepción Soda cáustica	25	61	220/440	89,5%

## AUXILIARES 2

Descripción	Hp	Amperios	Voltaje	% Eficiencia a plena carga
Transferencia de Barras	1,5	4	220/440	79,5%
Transferencia	1,5	4	220/440	79,5%
Bomba de agua caliente	5	12	220/440	85,5%
Dosificador de ácido sulfúrico	20	48	220/440	88,7%



**ANEXO 4.1. TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA EN MOTORES DE ALTA EFICIENCIA EN LA INDUSTRIA NACIONAL**

Descripción	Hp	% Eficiencia a plena carga		KW Estándar	KW Alta eficiencia	Consumo Estándar en kWh mensual	Consumo alta Eficiencia en kWh mensual	Ahorro mensual en kWh	Ahorro mensual en dólares	Ahorro anual en kWh	Ahorro anual en dólares
		Motores de Industria Nacional	Motores con Alta eficiencia								
25 Motores auxiliares	6,25	70,0%	76,0%	6,66	6,13	2.664,29	1.840,46	823,83	\$ 38,31	9885,90	\$ 459,69
2 Motores principales	82	91,0%	93,0%	67,22	65,78	6.722,20	4.933,23	1.788,97	\$ 83,19	21467,66	\$ 998,25
<b>TOTAL</b>						<b>9.386,48</b>	<b>6.773,69</b>	<b>2.612,80</b>	<b>\$ 121,50</b>	<b>31.353,57</b>	<b>\$ 1.457,94</b>

## ANEXO 4.2 FLUJO ECONÓMICO INDUSTRIA NACIONAL

No.	AÑOS	VALORES ACTUALIZADOS				
		INVERSION (Dólares)	COSTOS O&M (Dólares)	TOTAL BENEFICIOS (Dólares)	TOTAL (Dólares)	TOTAL ACUM (Dólares)
0	2013	21.090,00	0,00	0,00	21.090,00	-21.090,00
1	2014		0,00	5.095,57	5.095,57	-15.994,43
2	2015		0,00	4.555,85	4.555,85	-11.438,58
3	2016		0,00	4.073,59	4.073,59	-7.364,99
4	2017		0,00	3.642,64	3.642,64	-3.722,34
5	2018		0,00	3.257,54	3.257,54	-464,81
6	2019		1.089,26	2.913,38	1.824,12	1.359,31
7	2020		976,09	2.605,80	1.629,70	2.989,02
8	2021		874,84	2.330,90	1.456,06	4.445,08
9	2022		784,23	2.085,19	1.300,96	5.746,03
10	2023		703,14	1.865,56	1.162,42	6.908,45
	<b>TOTAL</b>	21.090,00	4.427,56	32.426,02	6.908,45	

TASA DE ACTUALIZACION (TMAR) (%)	12%
TASA INTERNA DE RETORNO - TIR (%)	20,54%
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (en años completos)	6
VALOR ACTUAL NETO	\$ 6.908,45
RELACION BENEFICIO - COSTO	1,27

**ANEXO 4.3 TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL - MOTORES DEL CUARTO PISO**

Descripción	Hp	% Eficiencia a plena carga		KW Estándar	KW Alta eficiencia	Consumo Estándar en kWh mensual	Consumo alta Eficiencia en kWh mensual	Ahorro mensual en kWh	Ahorro mensual en dólares	Ahorro anual en kWh	Ahorro anual en dólares
		Motores del Cuarto Piso	Motores de Alta eficiencia								
Bomba de agua	2	77,5%	83,0%	1,93	1,80	770,06	539,28	230,79	\$ 10,73	2769,45	\$ 128,78
Ventilador filtro polvo base	10	89,0%	91,0%	8,38	8,20	1.676,40	1.229,67	446,73	\$ 20,77	5360,81	\$ 249,28
Ventilador de ciclón de crutcher	10	89,0%	91,0%	8,38	8,20	1.676,40	1.229,67	446,73	\$ 20,77	5360,81	\$ 249,28
<b>TOTAL</b>						<b>4.122,87</b>	<b>2.998,62</b>	<b>1.124,26</b>	<b>\$ 52,28</b>	<b>13491,07</b>	<b>\$ 627,33</b>

**ANEXO 4.4 TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL - MOTORES DEL SEXTO PISO**

Descripción	Hp	% Eficiencia a plena carga		KW Estándar	KW Alta eficiencia	Consumo Estándar en kWh mensual	Consumo alta Eficiencia en kWh mensual	Ahorro mensual en kWh	Ahorro mensual en dólares	Ahorro anual en kWh	Ahorro anual en dólares
		Motores del Sexto Piso	Motores de Alta eficiencia								
Banda dosificadora de polvo base GD 50.1	0,85	72,0%	75,0%	0,88	0,85	352,28	253,64	98,64	\$ 4,59	1183,65	\$ 55,04
Ventilador de aspiración Air-lift	40	91,0%	93,0%	32,79	32,09	3.279,12	2.406,45	872,67	\$ 40,58	10472,03	\$ 486,95
<b>TOTAL</b>						<b>3.631,40</b>	<b>2.660,09</b>	<b>971,31</b>	<b>\$ 45,17</b>	<b>11.655,68</b>	<b>\$ 541,99</b>

**ANEXO 4.5 TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL - MOTORES AUXILIARES 1**

Descripción	Hp	% Eficiencia a plena carga		KW Estándar	KW Alta eficiencia	Consumo Estándar en kWh mensual	Consumo alta Eficiencia en kWh mensual	Ahorro mensual en kWh	Ahorro mensual en dólares	Ahorro anual en kWh	Ahorro anual en dólares
		Motores Auxiliares 1	Motores de Alta eficiencia								
Transferencia de soda a sulfuréx	7,5	88,0%	90,0%	6,36	6,22	2.543,18	1.865,00	678,18	\$ 31,54	8.138,18	\$ 378,43
Dosificador de soda caústica	10	89,0%	91,0%	8,38	8,20	2.514,61	1.844,51	670,10	\$ 31,16	8.041,21	\$ 373,92
Dosificador silicato	15	88,6%	90,5%	12,63	12,36	2.525,96	1.854,70	671,26	\$ 31,21	8.055,16	\$ 374,56
Recepción Soda caústica	25	89,5%	91,2%	20,84	20,45	2.083,80	1.533,72	550,08	\$ 25,58	6.600,98	\$ 306,95
<b>TOTAL</b>						<b>9.667,55</b>	<b>7.097,92</b>	<b>2.569,63</b>	<b>\$ 119,49</b>	<b>30.835,54</b>	<b>\$ 1.433,85</b>

**ANEXO 4.6 TABLA COMPARATIVA DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA EN LA INDUSTRIA MULTINACIONAL - MOTORES AUXILIARES 2**

Descripción	Hp	% Eficiencia a plena carga		KW Estándar	KW Alta eficiencia	Consumo Estándar en kWh mensual	Consumo alta Eficiencia en kWh mensual	Ahorro mensual en kWh	Ahorro mensual en dólares	Ahorro anual en kWh	Ahorro anual en dólares
		Estándar	Alta eficiencia								
Transferencia de Barras	1,5	79,5%	81,6%	1,41	1,37	563,02	411,40	151,62	\$ 7,05	1819,46	\$ 84,60
Transferencia	1,5	79,5%	81,6%	1,41	1,37	563,02	411,40	151,62	\$ 7,05	1819,46	\$ 84,60
Bomba de agua caliente	5	85,5%	88,0%	4,36	4,24	1.526,90	1.112,64	414,26	\$ 19,26	4971,10	\$ 231,16
Dosificador de ácido sulfúrico	20	88,7%	90,6%	16,82	16,47	1.682,07	1.235,10	446,98	\$ 20,78	5363,70	\$ 249,41
<b>TOTAL</b>						<b>4.335,01</b>	<b>3.170,54</b>	<b>1164,48</b>	<b>\$ 54,15</b>	<b>13973,73</b>	<b>\$ 649,78</b>

## ANEXO 4.7 FLUJO ECONÓMICO INDUSTRIA MULTINACIONAL

No.	AÑOS	VALORES ACTUALIZADOS				
		INVERSION (Dólares)	COSTOS O&M (Dólares)	TOTAL BENEFICIOS (Dólares)	TOTAL (Dólares)	TOTAL ACUM (Dólares)
0	2013	21.008,00	0,00	0,00	21.008,00	-21.008,00
1	2014		0,00	7.700,05	7.700,05	-13.307,95
2	2015		0,00	6.881,28	6.881,28	-6.426,67
3	2016		0,00	6.149,87	6.149,87	-276,81
4	2017		0,00	5.496,46	5.496,46	5.219,66
5	2018		0,00	4.912,73	4.912,73	10.132,39
6	2019		1.595,89	4.391,23	2.795,34	12.927,73
7	2020		1.428,44	3.925,31	2.496,87	15.424,59
8	2021		1.278,72	3.509,03	2.230,31	17.654,90
9	2022		1.144,84	3.137,09	1.992,25	19.647,15
10	2023		1.025,12	2.804,77	1.779,65	21.426,80
	<b>TOTAL</b>	21.008,00	6.473,01	48.907,81	21.426,80	

TASA DE DESCUENTO (TMAR) (%)	12%
TASA INTERNA DE RETORNO - TIR (%)	36,88%
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (en años completos)	4
BENEFICIO NETO ACTUALIZADO	\$ 21.426,80
RELACION BENEFICIO - COSTO	1,78

