



# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **PLANEACIÓN ENERGÉTICA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NORMALIZADO DE GESTIÓN DE ENERGÍA EN LA PLANTA INDUSTRIAL PALMERAS DE LOS ANDES**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**PABLO VINICIO ROSERO RIVERA**

**pablo\_rosero2012@hotmail.com**

**DIRECTOR:**

**ING. CÉSAR RICARDO AYABACA SARRIA**

**cesar.ayabaca@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR:**

**ING. JOSÉ PATRICIO PEÑA JARAMILLO**

**jpcenerin@gmail.com**

**Quito, enero, 2018**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor PABLO VINICIO ROSERO RIVERA bajo mi supervisión.

---

**César Ayabaca**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**José Peña**

**CO-DIRECTOR DE  
PROYECTO**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Pablo Vinicio Rosero Rivera declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Pablo Vinicio Rosero**

## **AGRADECIMIENTO**

Dejo constancia del agradecimiento a la Empresa Palmeras de los Andes que abrió sus puertas para la ejecución del presente trabajo y mi gratitud al personal de la planta por su valiosa ayuda en la recolección de la información.

Al Ing. Ramiro Erazo, Director de la Planta de Extracción de Palmeras de los Andes por las facilidades brindadas para el desarrollo del tema propuesto.

Al Ing. José Peña por su colaboración y guía, que gracias a su experiencia profesional ha hecho posible la realización del presente proyecto.

Al Ing. César Ayabaca por su acertada dirección y supervisión para realizar este proyecto.

## ÍNDICE

<b>Certificación</b> .....	<b>i</b>
<b>Declaración</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vii</b>
<b>Términos y definiciones</b> .....	<b>viii</b>
<b>Nomenclatura</b> .....	<b>x</b>

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos.....	11
Alcance.....	11
<b>1. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
1.1. Evolución del estándar de gestión de energía.....	12
1.2. Gestión de la energía.....	13
1.3. Análisis sectorial del aceite de palma.....	16
1.4. Información general de la Empresa Palmeras de los Andes.....	18
1.5. Datos de producción.....	18
1.6. Proceso de productivo.....	18
1.6.1. Recepción.....	21
1.6.2. Esterilización.....	21
1.6.3. Desfrutación.....	24
1.6.4. Digestión.....	25
1.6.5. Prensado.....	26
1.6.6. Clarificación.....	26
1.6.7. Palmistería.....	30
1.7. Equipos usados para la autogeneración de energía.....	32
1.7.1. Calderas.....	32
1.7.2. Motogenerador diésel.....	34
1.7.3. Turbo generador.....	34
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>37</b>
2.1. Fase I. Planificar.....	39
2.1.1. Actividad 1. Establecer compromiso con el SGEEn.....	39
2.1.2. Actividad 2. Evaluar el desempeño energético.....	41
2.1.3. Actividad 3. Establecer objetivos, metas y planes de acción.....	49
2.2. Fase II. Hacer.....	50

2.2.1. Actividad 4. Poner en práctica planes de acción.....	50
2.3. Fase III. Verificar. ....	52
2.3.1. Actividad 5. Evaluar progreso.....	52
2.4. Fase IV. Actuar.....	52
2.4.1. Actividad 6. Reconocer logros. ....	52
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
3.1. Resultados. ....	53
3.1.1. Alcance y límites del sistema de gestión de energía.....	53
3.1.2. Representante de la empresa. ....	54
3.1.3. Equipo de gestión de energía de la empresa.....	54
3.1.4. Política energética de la empresa.....	54
3.1.5. Requisitos legales aplicables al consumo y uso de energía de la empresa. ....	55
3.1.6. Datos energéticos de la empresa. ....	56
3.1.7. Determinación de los usos significativos de energía en Palmeras de los Andes. ....	65
3.1.8. Análisis de variables relevantes que afectan a los USEn.....	68
3.1.9. Línea base energética e indicadores de desempeño energético de Palmeras de los Andes.....	68
3.1.10. Identificación de oportunidades de mejora en Palmeras de los Andes. ....	78
3.1.11. Potencial de mejora de Palmeras de los Andes.....	91
3.1.12. Objetivos y metas de Palmeras de los Andes.....	92
3.1.13. Planes de acción de Palmeras de los Andes. ....	92
3.2. Potencial de ahorro de electricidad en el Sector Palmero.....	93
3.3. Discusión.....	97
<b>4. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>100</b>
<b>5. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>102</b>
Referencias Bibliográficas .....	103
Anexos .....	106

## RESUMEN

Conociendo que la Provincia de Esmeraldas es la región que tiene mayor producción de aceite de palma a nivel nacional, y que su extracción hace un uso intensivo de energía eléctrica y térmica, el presente trabajo tuvo por objetivo realizar la fase de planificación energética como parte de la implementación de un Sistema de Gestión de Energía en la Planta Industrial Palmeras de las Andes del Cantón Quinindé. Los resultados de la revisión energética realizada en sus instalaciones permitieron evaluar el posible impacto de ahorro económico debido a la adopción masiva de este estándar de gestión en el sector palmero de esta zona del Ecuador. La metodología utilizada para este análisis sigue los requisitos 4.1, 4.2, 4.3, y 4.4 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-ISO 50001:2011. Para esto, se recogió información del 2016 referente al consumo de electricidad, diésel y biomasa de la empresa, así como, de su producción mensual de aceite con lo que se llegó a identificar un potencial de ahorro de electricidad de aproximadamente 10% respecto a la situación actual que se la puede gestionar sin ningún tipo de inversión económica. También, se hizo un inventario de los motores eléctricos utilizados en cada proceso productivo para cuantificar su consumo de electricidad, a partir de la cual se determinó que la palmistería, la extracción, las calderas y la clarificación son los mayores consumidores. Finalmente, entre las principales oportunidades de mejora identificadas, y que requieren inversión económica se encuentran la recuperación de condensados de palmistería, el recambio de aislamiento térmico en esterilizadores y el incremento de la autogeneración de energía eléctrica turbo vapor para sustituir en al menos el 83% del total de electricidad que se adquiere del servicio público al aprovechar como combustible la biomasa residual disponible que queda después del proceso. Consecuentemente, para el sector palmero con la adopción voluntaria de la Norma 50001 y la implementación de las oportunidades de mejora podría alcanzar ahorros monetarios que se aproximan a USD 1.560.000 anuales.

**Palabras clave:** sistema de gestión de energía, indicador de desempeño energético, línea base energética, usos de la energía.

## ABSTRACT

Knowing that Esmeraldas is the region with the highest production of palm oil at a national level, and that its extraction makes intensive use of electrical and thermal energy, the present work aimed to carry out the energy planning phase as part of the implementation of a System Energy Management in the Palmeras de Andes Industrial Plant of the Quinindé Canton. The results of the energy review carried out in his installations allowed the evaluation of the possible impact of economic savings due to the massive adoption of the management standard in the palm sector this zone of Ecuador. The methodology used for this analysis follows the requirements 4.1, 4.2, 4.3, and 4.4 of the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN-ISO 50001: 2011. For this, information was collected from 2016 regarding the consumption of electricity, diesel and biomass of the company under study, as well as, of its monthly production of palm oil with which it was possible to identify a potential of electricity savings of approximately 10% respect to the current situation that can be managed without any type of economic investment. Also, an inventory was made of the electric motors used in each production process to quantify their electricity consumption, from which it was determined that palmisteria, extraction, boilers and clarification are the largest consumers. Finally, among the main opportunities for improvement identified, and which require economic investment are the recovery of condensate from palmisteria, the replacement of thermal insulation in sterilizers and the increase the turbo steam electric self-generation to replace at least the 83% from the service public by taking as a fuel the remaining residual biomass that remains after the process. Consequently, for the palm sector of the region with the voluntary adoption of Standard 50001 and the implementation of opportunities for improvement could achieve monetary savings approaching USD 1.560.000 per year.

**Keywords:** energy management system, energy performance indicator, energy baseline, energy uses.

## **TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

### **BTU**

Unidad térmica británica que indica la cantidad de calor requerido para elevar la temperatura de una libra de agua a un grado Fahrenheit.

### **Cogeneración**

Producción simultánea de calor y electricidad desde una misma fuente de energía.

### **Cuesco**

Cascarilla y residuo utilizado para la generación de vapor que cubre la almendra o palmiste del fruto.

### **Desempeño energético**

Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.

### **Fibra**

Residuo utilizado como combustible para para la generación de vapor que proveniente de la pulpa del fruto de palma una vez extraído el aceite rojo.

### **Indicador de desempeño energético**

Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo define la Organización.

### **Julio (J)**

Unidad de energía o trabajo del sistema internacional de unidades que indica el trabajo efectuado cuando el punto de aplicación de una unidad de fuerza se desplaza una distancia de un metro en la dirección de la fuerza.

### **Línea base energética**

Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.

### **Organización**

Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad, o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración y que tiene autoridad para controlar su uso y su consumo de energía.

### **Política energética**

Declaración por parte de la Organización de sus intenciones y dirección globales en relación con su desempeño energético, formalmente expresada por la alta dirección.

### **Raquis**

Residuo o racimos vacíos que quedan una vez que se ha desprendido el fruto para la obtención del aceite de palma.

### **Revisión energética**

Determinación del desempeño energético de la Organización basada en datos y otro tipo de información, orientada a la identificación de oportunidades de mejora.

### **Sistema de gestión de energía**

Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

### **Uso de la energía**

Forma o tipo de aplicación de la energía.

### **Uso significativo de la energía**

Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.

### **Vatio (W)**

Unidad de potencia. El vatio es la potencia que produce una energía igual a 1 julio por segundo.

## **NOMENCLATURA**

A – Área de transferencia de calor; [m<sup>2</sup>]

Bar – Unidad de presión

ABNT – Asociación Brasileira de Normas Técnicas

AC – Aire Acondicionado

AD – Alta Dirección

ALC – América Latina y el Caribe

ANSI – American National Standards Institute

ARCONEL – Agencia de Regulación y Control de Electricidad

ASR – Actual Steam Rate

BEN – Balance Energético Nacional

BEP – Barril Equivalente de Petróleo

CEN – Comité Europeo de Estandarización

CENELEC – Comité Europeo para la Estandarización Eléctrica

CNEL – Corporación Nacional de Electricidad

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

EE – Eficiencia Energética

ENAP – Energía no Asociada a la Producción

EnMS – Energy Management System

FEDEPAL – Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma

GEI – Gases de Efecto Invernadero

h – hora

$h_{\text{agua}}$  – Entalpía agua de reposición; [kJ/kg]

$h_c$  – Entalpía salida de condensado; [kJ/kg]

$h_{\text{evapor}}$  – Entalpía de entrada del vapor; [kJ/kg]

hf – Entalpía líquido saturado; [kJ/kgK]

hg – Entalpía vapor saturado; [kJ/kg]

hi – Entalpía isentrópica; [kJ/kg]

$h_{\text{svapor}}$  – Entalpía de salida del vapor; [kJ/kg]

IDEn – Indicador de Desempeño Energético

IEA – International Energy Agency

IE – Intensidad Energética

ISO – Organización Internacional de Normalización

kg – Kilogramo, unidad de masa

l – litro

LBen – Línea Base Energética

LME – Línea Meta Energética

mc – Flujo de condensado; [kg/s]

MCI – Motor de Combustión Interna

$\dot{m}_{\text{comb}}$  – Flujo de combustible; [kg/h]

MEER – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

MMEE – Medida de mejora de eficiencia energética

MTDs – Mejores Tecnologías Disponibles

$\dot{m}_{\text{vapor}}$  – flujo de vapor; [kg/h]

$\eta_c$  – Eficiencia de la caldera; [%]

$\eta_e$  – Rendimiento electromecánico; [%]

$\eta_i$  – Rendimiento isentrópico; [%]

OLADE – Organización Latino Americana de Energía

P – Potencia; [kW]

Payback – Periodo de Repago Simple

PCi – Poder calórico inferior del combustible; [kJ/kg]

PHVA – Planificar, hacer, verificar, actuar

PIB – Producto Interno Bruto

Q – Pérdidas de calor; [kJ]

rpm – Revoluciones por minuto

s – Segundo

SAC – Administración de Estandarización de China

se – Entropía de entrada; [kJ/kgK]

sf – Entropía de líquido saturado; [kJ/kgK]

sg – Entropía de vapor saturado; [kJ/kgK]

SGen – Sistema de Gestión de Energía

si – Entropía de salida; [kJ/kgK]

SP – Servicio Público

T<sub>air</sub> – Temperatura de los alrededores; [K]

TG – Turvo Gas

t – Toneladas

TPH – Toneladas de vapor por hora

TRFF – Toneladas de Racimos de Fruta Fresca

Ts – Temperatura superficial; [°C]

TV – Turvina de vapor

UNIDO – United Nations Industrial Development Organization

USEn – Usuario Significativo de Energía

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico se basa en la energía. A medida que una gran parte de los países subdesarrollados se encaminan hacia el desarrollo industrial e incrementan su participación en el comercio mundial, el aumento de los costos energéticos y de la demanda de energía hace que la eficiencia energética se vaya transformando en una prioridad importante.

El uso eficiente de la energía contribuye a menores gastos en el uso de la electricidad o de los combustibles, a enfrentar las limitaciones de inversión para incrementar la oferta energética y a mitigar los efectos negativos que su uso y consumo producen sobre el medio ambiente.

Las estimaciones señalan que el potencial de mejoras de eficiencia energética a nivel mundial en la mayoría de los sectores económicos de muchos países, a partir de las tecnologías existentes actualmente, ronda entre 30 y 40 %. Este potencial de ahorros energéticos económicamente viable sigue en gran parte inaprovechado.

A nivel mundial, la industria representa más de la cuarta parte del consumo final total (CFT) de energía, frente a un tercio en 1973. Esta proporción varía mucho entre países, en función del nivel de desarrollo industrial y la intensidad energética. Por un lado, en un conjunto de países en desarrollo con sectores industriales limitados, este puede representar menos del 10% de CFT. Por otro lado, en países cuya economía se basa en un sector industrial mayor, este porcentaje podría ser mayor al 30% [1].

La Figura 1, muestra al año 2011 que las mayores fuentes de energía para el consumo industrial son: carbón mineral (29%), electricidad (26%) y, en menor medida gas natural (20%). El petróleo fue dominante en 1973 (29%), pero disminuyó significativamente su cuota al 13% en 2011, mientras que el carbón mineral aumentó su participación al 29% a lo largo de los años. El petróleo y la electricidad muestran dos tendencias opuestas: la cuota de petróleo cayó más del 50% entre 1973 y 2011, mientras que la proporción de electricidad casi se duplicó durante el mismo periodo. Al igual que en los sectores residencial y de servicios, así como en la generación de electricidad, existe una fuerte voluntad de reducir la participación del petróleo en el sector industrial. El uso de la electricidad crece rápidamente en la industria, debido al aumento de los procesos cada vez más mecanizados [1].

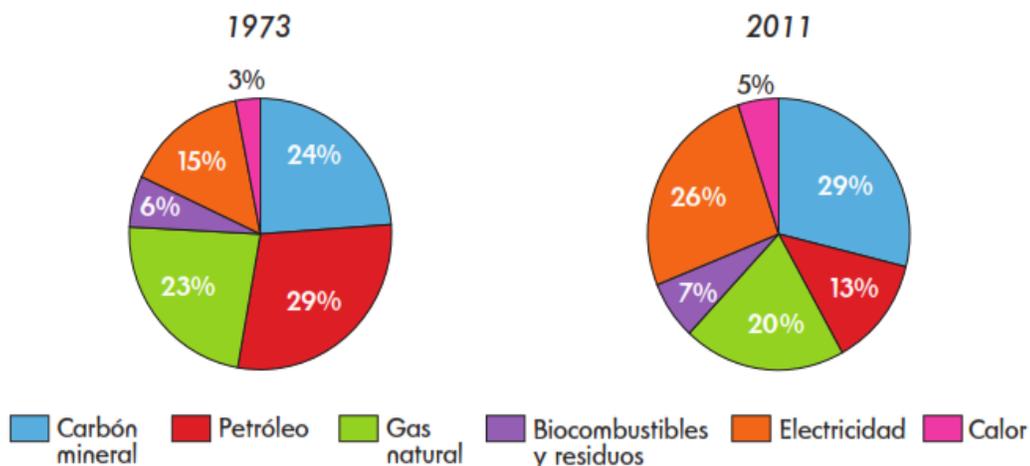


Figura 1. Proporciones de diversas fuentes energéticas en el consumo total del sector industrial a nivel mundial.

(Fuente:International Energy Agency.Indicadores de eficiencia energética para el establecimiento de políticas. [1])

La Figura 2, muestra que el sector industrial representa más del 80% del consumo final mundial de carbón mineral, impulsado principalmente por los subsectores de hierro y acero; más del 40% del CFT de electricidad y calor; y alrededor de un tercio del CFT de gas natural [1].

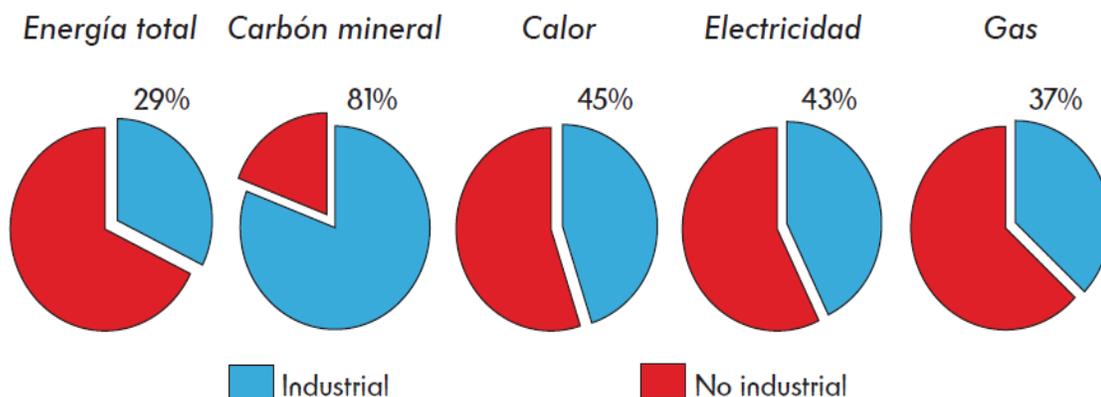


Figura 2. Proporción del sector industrial en el CFT mundial para fuentes de energía seleccionadas.

(Fuente:International Energy Agency.Indicadores de eficiencia energética para el establecimiento de políticas. [1])

No obstante, las proporciones difieren de un país a otro. Por ejemplo, la industria ocupa el 70% de la electricidad en el consumo final de la República Popular China; y más del 70% del consumo final de gas natural en países como Brasil, Indonesia y México. Estados Unidos y China lideran la lista de los mayores consumidores de energía en el sector industrial.

Muchas industrias de gran consumo (hierro y acero, cemento, etc.) ya han participado en programas de ahorro energético, ya que la energía suele representar gran parte de sus costos de producción. Por esta razón invierten en tecnologías de bajo consumo para volverse competitivas. Por otra parte, a menudo la legislación para la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y la contaminación local, obliga a las industrias a tornarse más limpias y más preocupadas por sus niveles de consumo de energía.

Según datos de la IEA (International Energy Agency), se muestra en la Figura 3 que aproximadamente un cuarto del consumo industrial no se puede asignar a ningún sector específico debido a limitaciones en los datos, los mayores sectores de consumo son: hierro y acero; química y petroquímica; papel, pulpa e impresiones; minerales no metálicos (que incluye la producción de cemento); y; alimentos y tabaco [1].

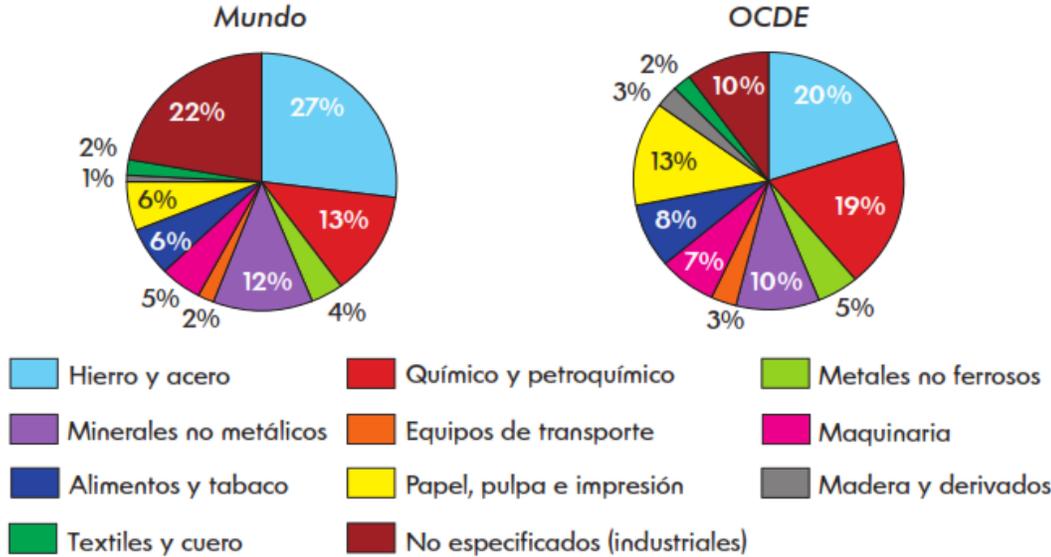


Figura 3. Consumo industrial del año 2011 por subsector para el mundo y la OCDE. (Fuente:International Energy Agency.Indicadores de eficiencia energética para el establecimiento de políticas. [1])

La categoría industrias no especificadas hace referencia a la elaboración de productos de caucho y plástico, la fabricación de muebles y a otra manufactura.

La Figura 4, indica que América Latina y el Caribe (ALC) registraron en el 2014 una oferta total de energía de 6.641.014,5 kBep, de los cuales más del 60% estuvo conformado por combustibles fósiles, el 8% por hidroenergía y el 7% por leña. Para ese mismo año el consumo de energía alcanzó 5.304.486,3 kBep de los cuales el 18% estuvo concentrado en gas natural, el 17% en diésel, 17% en gasolina, y 15% en electricidad [2].

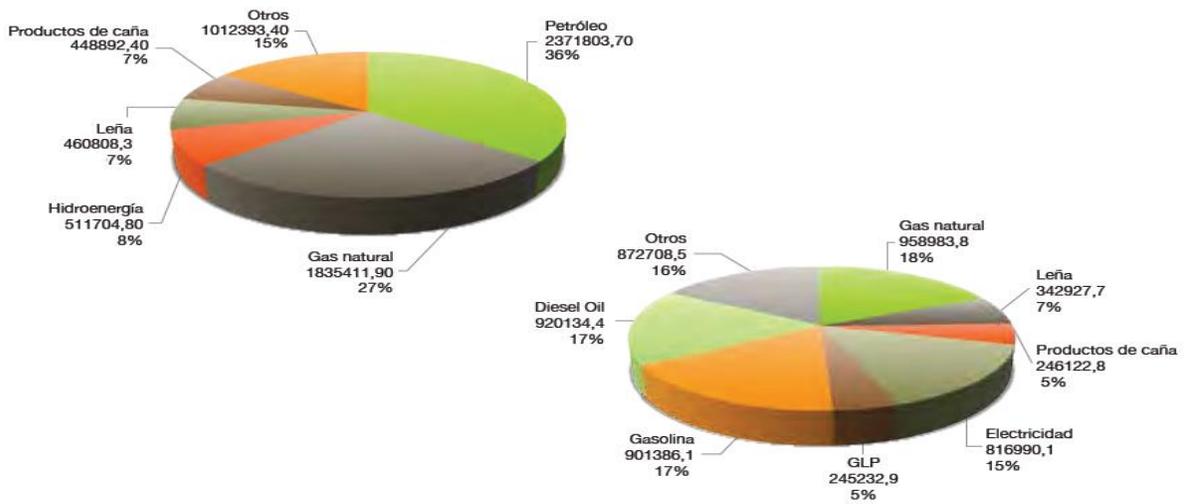


Figura 4. Oferta y consumo final de energía por fuentes en ALC  
(Fuente: P. Garcés, Consumo industrial, comercial, servicios y sector público [2].)

El balance energético regional de la Figura 5, muestra que en 2014 los sectores de mayor consumo de energía fueron el transporte, la industria, y el residencial con un 27%, 21% y 11% respectivamente [2].

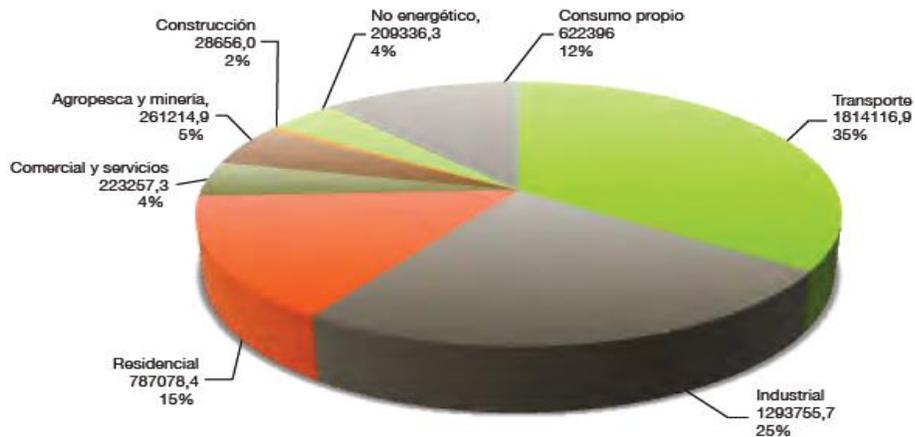


Figura 5. Consumo final de energía en ALC.  
(Fuente: P. Garcés, Consumo industrial, comercial, servicios y sector público [2].)

Una parte del consumo total de energía en la industria de ALC está fuertemente influenciado por el gas natural con una participación del 24,7%, seguido por la energía eléctrica con el 25% y otras participaciones como el carbón mineral (3,5%) y leña (5,2%) [2].

Desde el 2004 hasta el 2014, como se observa en la Figura 6 la evolución del uso final de energía en el sector industrial para ALC se ha incrementado de 1.200 Mbep a 1.500 Mbep, no obstante, a partir del 2010 ha permanecido casi constante [2].

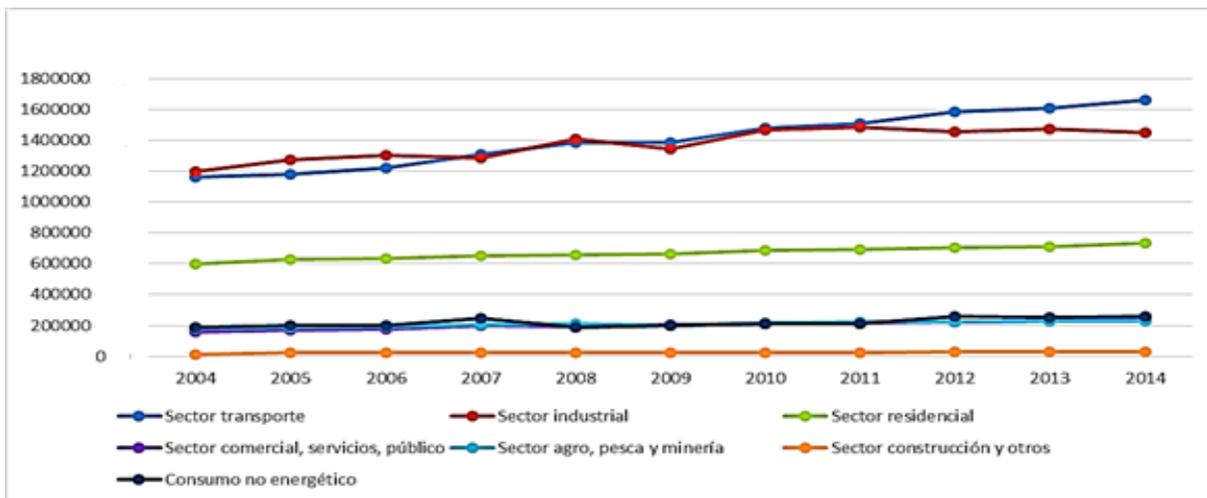


Figura 6. Evolución del consumo final de energía en ALC.

(Fuente: P. Garcés, Consumo industrial, comercial, servicios y sector público [2].)

En el Ecuador, según el Balance Energético Nacional (BEN) 2015 de la Figura 7, la base de oferta de electricidad es a partir de generación hidroeléctrica (45,5%) y térmica (49,1%). Esta última compuesta por sistemas turbogas (TG), motor de combustión interna (MCI) y turbovapor (TV) [3].

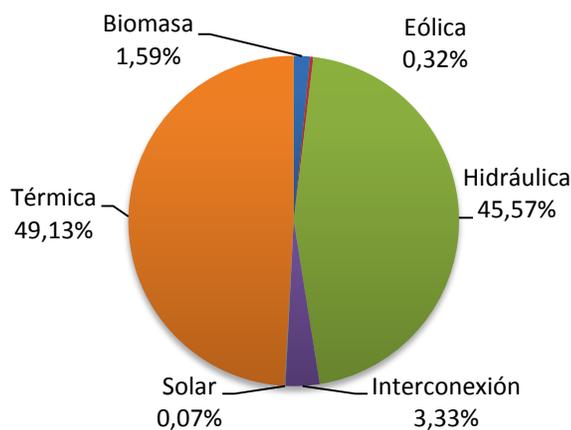


Figura 7. Estructura de generación eléctrica del Ecuador.

(Fuente: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, Balance Energético Nacional 2015 [3].)

Como se aprecia en la Figura 8, el sector que más consume energía en el país es el transporte (42%), seguido por la industria (18%), residencial (12%), comercial y servicios públicos (6%), consumo propio (5%) [3].

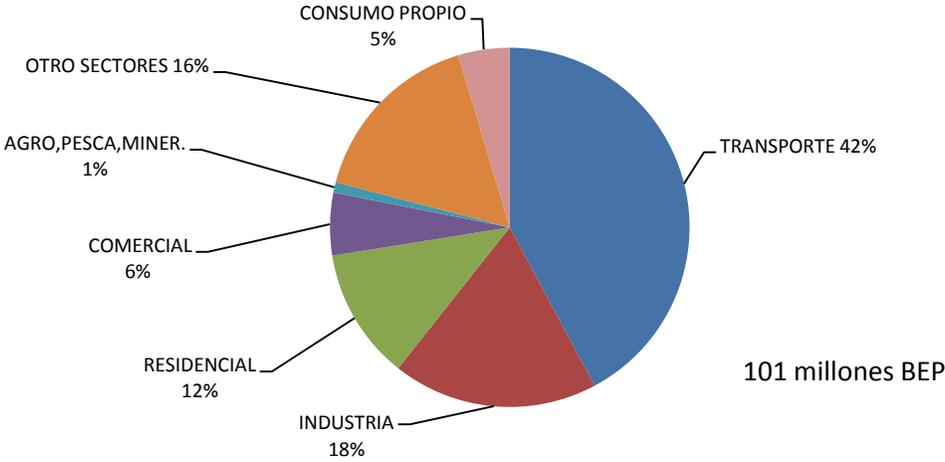


Figura 8. Estructura del consumo de energía en Ecuador por sectores.  
 (Fuente: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, Balance Energético Nacional 2015 [3].)

La Figura 9 indica que el consumo final de energía en el sector industrial al 2014 en el Ecuador alcanzó los 19 millones de BEP. El energético de mayor consumo fue el diésel (40%), seguido por la electricidad (28%) [3].

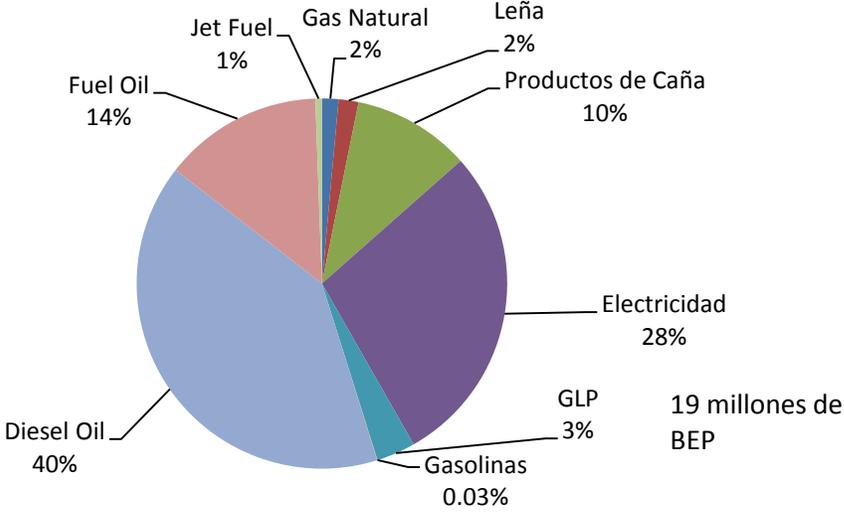


Figura 9. Consumo de energía en el sector industrial ecuatoriano.  
 (Fuente: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, Balance Energético Nacional 2015 [3].)

El consumo de diésel en la industria fue de 313,75 millones de galones y 9.242,85 GWh de energía eléctrica. Cada vez incrementan su participación con las consecuentes emisiones de GEI.

El consumo de energía puede ser relacionada con aspectos sociales, económicos, y ambientales en un país, por lo cual existen indicadores que permite medir esos aspectos. Un indicador para medir el grado de desarrollo en el sector industrial es a través de la intensidad energética, que se define como la relación entre el consumo energético sobre el producto interno bruto. Otra definición dada por la IEA es que la intensidad energética en el sector industrial mide cuanta energía necesita para producir una unidad de producción económica.

Las mejoras en intensidad energética no necesariamente implican mejoras directas en EE ya que pueden influir otros factores, tales como cambios estructurales por los cuales una mayor proporción de la economía pase a basarse en industrias más intensivas energéticamente, o a la fluctuación en los precios de los materiales.

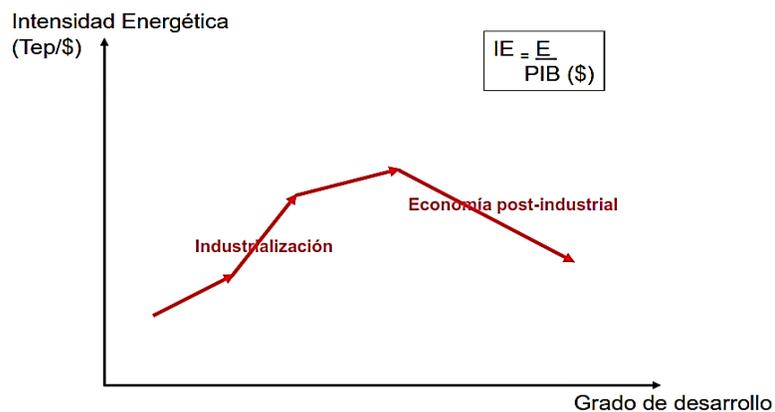


Figura 10. Grado de desarrollo e intensidad energética.  
(Fuente: P. Garcés, Consumo industrial, comercial, servicios y sector público [2].)

La Figura 10 representa el comportamiento de la intensidad energética respecto al grado del desarrollo industria [2], la IE crece a medida que nacen y se fortalecen nuevas industrias con el consecuente incremento del uso de energía hasta alcanzar un punto de inflexión donde la energía que se utiliza para la generación de producto interno empieza a disminuir. Esta disminución se debe a varios factores, entre las cuales están las medidas de eficiencia energética, que resultan en un menor consumo energético por cada dólar de producto interno generado. La Figura 11 muestra la evolución de la IE para distintos países influenciada por su grado de desarrollo donde puede observarse que a medida que el

desarrollo es más tardío, los valores máximos alcanzados por las intensidades energéticas son menores.

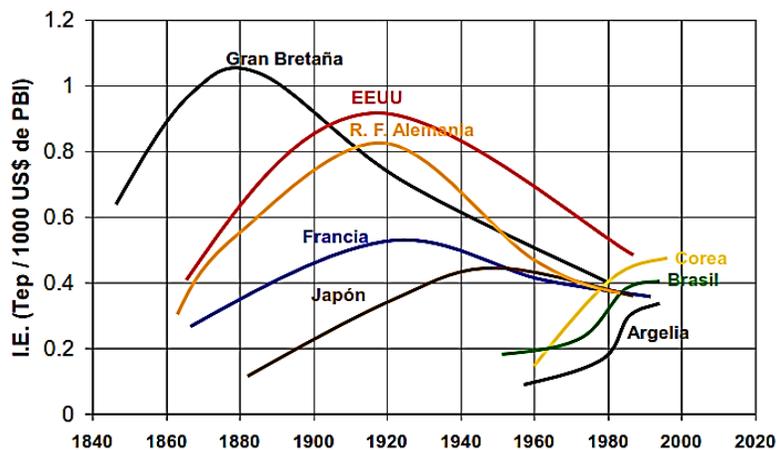


Figura 11. Intensidad energética y desarrollo para varios países.  
(Fuente: P. Garcés, Consumo industrial, comercial, servicios y sector público [2].)

En la Figura 12 se observa el comportamiento de la IE en la industria de ALC desde 1970 hasta 2014 [2]. Se puede ver que a partir del inicio de la década de los años noventa la IE sufre una caída apreciable con una tendencia creciente hasta llegar a 1,93 en 2014.

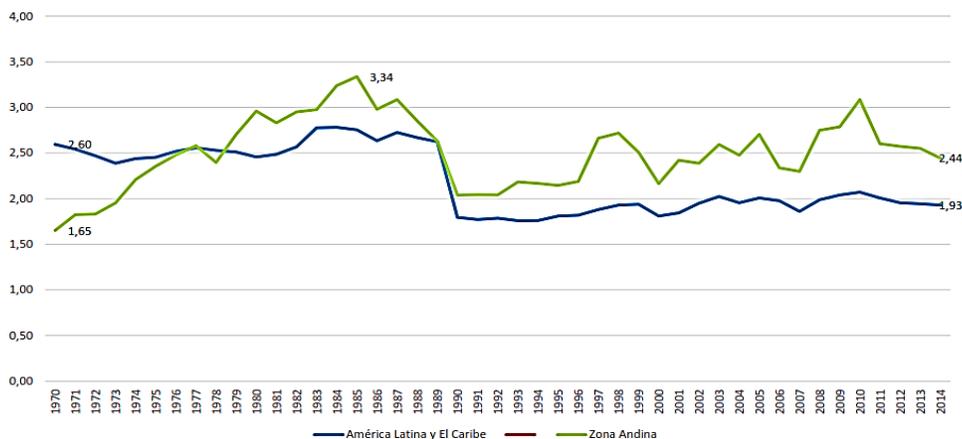


Figura 12. Variación de la IE ALC.  
(Fuente: P. Garcés, Consumo industrial, comercial, servicios y sector público [2].)

Para Ecuador la IE total al 2014 fue de 1,45 BEP/USD miles [3]. Por otra parte, las intensidades energéticas del sector transporte, industrial y residencial fueron de 9,27; 2,27; y 0,28 BEP/USD miles. Ver Figura 13.

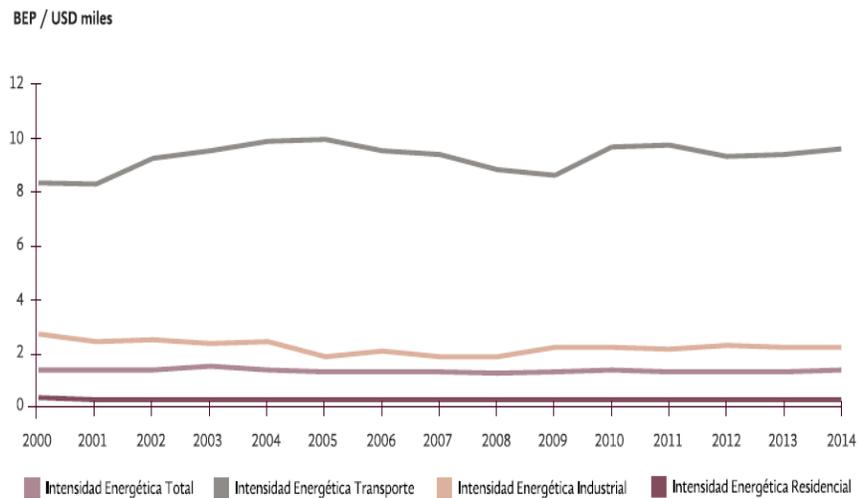


Figura 13. Evolución de la IE del Ecuador.

(Fuente: Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, Balance Energético Nacional 2015 [3].)

Desde la perspectiva de la industria, el desarrollo de indicadores tiene una importancia clave. Las mejoras en eficiencia energética, en adelante EE, reducen la necesidad de energía y consecuentemente su costo, aumentando la competitividad y los beneficios de una determinada planta industrial. Los indicadores con un mayor nivel de detalle pueden ayudar a identificar los procesos de producción para reducir el consumo energético.

Los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn) pueden ayudar a desarrollar, dar seguimiento y mejorar los indicadores energéticos dentro de una empresa. La implementación de un SGEn ayuda a priorizar objetivos de EE y definir estrategias para proyectos de mejora en EE [1].

Los SGEn en una definición más amplia son una serie de acciones organizativas, técnicas, comportamentales y económicamente viables, tendientes a mejorar el desempeño energético de las organizaciones, a través de la elaboración de políticas y la planificación e implementación de acciones de mejora, con su respectiva verificación de los resultados obtenidos.

En la industria, hay buenas posibilidades de reducir la demanda energética y las emisiones de CO<sub>2</sub> aplicando medidas de bajo o ningún costo. Otras medidas pueden involucrar inversiones pequeñas o medianas, como por ejemplo, la sustitución y/o incremento de la eficiencia de los motores eléctricos, bombas, calderas, sistemas de calefacción; la recuperación de energía desperdiciada en los procesos de producción; el reciclaje y adopción de nuevos materiales; aplicación de nuevos y más avanzados procesos

industriales; mejora del mantenimiento de maquinaria y reconversión de tecnologías obsoletas.

El análisis del sector industrial es sumamente complejo en razón de que el monitoreo de la EE exige un conocimiento detallado de diversos procesos, tipos de productos y actividades. A su vez, se considera que el abastecimiento energético, el tamaño del establecimiento, la tecnología del proceso productivo, el nivel de producción, la capacidad instalada, la conservación de la energía, los precios, el costo de equipos y tecnologías son las variables o determinantes que condicionan la demanda de energía en el sector industrial [2].

El alto porcentaje de los costos de la energía a menudo estimula al sector a implementar varias de las opciones de eficiencia energética como parte usual de las prácticas empresariales. No obstante, en épocas de bajo costo, la reducción de emisiones igualmente es un factor motivador. Sin embargo, en muchos casos la implementación de opciones de eficiencia no llega a ser técnicamente viable y a menudo tampoco económicamente viable, debido a una serie de aspectos, entre los que se incluyen: limitado conocimiento de los impactos positivos de la eficiencia energética, subsidios a la energía convencional, acceso limitado al capital, falta de incentivos, de políticas y regulaciones estatales adecuadas.

Como resultado, los gobiernos de varios países han puesto en marcha una amplia variedad de respuestas a través de políticas que intentan abordar estos problemas. Estas políticas incluyen exigir estándares de EE para equipos, aplicación de requerimientos para una adecuada gestión de energía, objetivos de reducción del consumo energético, implementación de las mejores tecnologías disponibles (MTDs) para nuevos aumentos de capacidad, incentivos financieros, incentivos fiscales, impuestos a la energía y a emisiones de carbono, desarrollo de capacidades y capacitación, entre otras.

En Ecuador la Eficiencia Energética, el uso de energías renovables y de tecnologías ambientalmente limpias se promuevan en la Constitución de la República del 2008 como se muestra a continuación:

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

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

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

Por su parte la nueva ley del sector eléctrico ecuatoriano del año 2015 también impulsa la investigación científica y tecnológica en materia de electricidad, energía renovable y eficiencia energética.

## **Objetivo general**

Realizar la Planificación Energética para la Implementación de un Sistema Normalizado de Gestión de Energía en la Planta Industrial Palmeras de los Andes.

## **Objetivos específicos**

- Realizar una revisión energética para evaluar el desempeño energético de la planta.
- Determinar la línea base energética y los indicadores de desempeño energético.
- Establecer metas, objetivos y planes de acción que permitan reducir al mínimo el consumo y los costos de la energía

## **Alcance**

- Efectuar la fase de planificación energética del sistema de gestión de energía siguiendo los pasos establecidos de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 50001:2012.
- Planteamiento de una política energética que pueda asegurar la implementación del sistema de gestión de energía en todas sus etapas en la planta de extracción de aceite de palma “Palmeras de los Andes S.A”
- Realizar una revisión energética, con el fin de identificar las fuentes de energía, los usos significativos de energía y las oportunidades de mejora en la planta extractora.

- Planteamiento de objetivos, metas y desarrollo de planes de acción para conseguir reducir el consumo de energía.

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Evolución del estándar de gestión de energía**

El surgimiento de los SGEN se da a partir de la crisis del petróleo de los 70 con el fin de poder cubrir las variaciones de los precios de la energía y la seguridad en el suministro. Inicialmente las herramientas de gestión se dirigieron a la producción y compra de energía; y a los servicios energéticos. Los primeros países en desarrollar un estándar de gestión de energía fueron Dinamarca y Estados Unidos en el 2000. Para el 2008 Suecia, Irlanda, Holanda, Korea y Tailandia también desarrollaron su propio estándar, mientras que países como China y España lo tenían en proyecto. A su vez, EEUU desde el año 2007 empezó a trabajar en un estándar regional con el Comité Europeo de Estandarización (CEN) y el Comité Europeo para estandarización eléctrica (CENELEC) [4].

En el año 2008, la ISO (Organización Internacional de Normalización) aprobó el establecimiento del comité de proyecto PC 242-Energy Management, conformado por varios países del mundo para desarrollar un Estándar Internacional de Gestión de Energía, que en conjunto con ANSI (*American National Standards Institute*) y la ABNT (Asociación Brasileira de Normas Técnicas), lideraron la creación de la nueva Norma ISO 50001 (McKane *et al.*, 2009).

Para promover su desarrollo, UNIDO y la Administración de Estandarización de China (SAC), organizaron en abril del 2008 un encuentro internacional en Beijing a fin de iniciar un diálogo sobre la conciliación de un estándar de nivel internacional en el marco de la primera asamblea del PC 242 que se iba a celebrar en Septiembre del 2008 en Washington. Aceleradamente entre el 2008 y 2009 el comité de trabajo PC 242 (35 países miembros hasta marzo del 2009, incluido Ecuador) desarrolló un borrador de la ISO 50001, que luego de varias revisiones, ISO publicó de manera oficial en el 2011 [4].

Algunos de los aspectos considerados en la norma incluyen la introducción de términos como: “desempeño energético” y “equipo”. Este último término aplicado a las personas responsables de hacer cumplir la política energética del sistema de gestión; también se incluyó el uso de energías renovables como parte esencial de la política energética y de la

mejora del desempeño energético, así como, la consideración del rol de la alta dirección para viabilizar la política energética y la implementación del estándar de gestión; y el rol de adquirir equipos, productos, y servicios para apoyar la eficiencia energética; entre otros [4].

Con el tiempo el estándar de gestión de energía se ha convertido en una herramienta para que las empresas tanto industriales como comerciales puedan incrementar la EE de sus sistemas productivos a fin de reducir el uso y consumo de la energía; y cada vez son más compatibles con otros sistemas como el de calidad, seguridad y medio ambiente.

## **1.2. Gestión de la energía**

La gestión de la energía puede concebirse como un esfuerzo organizado y estructurado para hacer un uso adecuado y eficiente de la energía. El uso adecuado o racional responde a la utilización de la energía de una manera lógica y sensata y, además, minimizando el desperdicio, desde un punto de vista energético. El uso eficiente responde a la utilización de la menor cantidad de energía necesaria para obtener el fin perseguido, desde el punto de vista económico. En este contexto, la gestión energética es una herramienta para lograr el mayor rendimiento posible de las cantidades de energía que necesita un proceso industrial, buscando alcanzar los siguientes objetivos:

- Optimizar el uso de las energías disponibles.
- Mantener o incluso aumentar la producción reduciendo el consumo de energía.
- Demostrar que existen importantes posibilidades de ahorro.
- Conseguir, de modo inmediato, los ahorros que no requieran inversión apreciable.

A su vez la gestión de la energía ofrece los siguientes beneficios a la industria:

- Ahorro en costos energéticos.
- Identifica, prioriza y selecciona las acciones para la mejora del desempeño energético de bajo o de ningún costo que se pueden aplicar en las operaciones todos los días.
- Menores emisiones de gases de GEI.
- Impulsa la productividad y el crecimiento corporativo (mayor aprovechamiento, menor desperdicio).
- Promueve las mejores prácticas de gestión energética y facilita la integración de sistemas de gestión ya existentes.

A nivel mundial existen diferentes casos de éxito en la implementación de un SGE. Por ejemplo, entre las compañías de Estados Unidos que voluntariamente adoptaron el estándar de gestión de energía y alcanzaron las mayores mejoras en intensidad energética se encuentran [4]:

- *DowChemical* alcanzó el 22% de mejora entre 1994 y 2005, y apuntó a un 25% entre el 2005 y 2015.
- *United Technologies Corporation* redujo las emisiones de GEI, logrando un 46% de réditos entre el 2001 y 2006.
- El estándar de gestión de energía de Toyota en EEUU redujo el uso de energía por unidad al 23% desde el 2002, y las mejoras en eficiencia energética han logrado un ahorro de 9,2 millones de dólares desde 1999.
- *InterfaceFlor*, una empresa dedicada a la fabricación de alfombras, redujo su intensidad energética en 35% entre 1994 y 2004 a través de un programa sistematizado en EE.

El país, a nivel mundial, que obtuvo mayor número de certificaciones de la norma internacional ISO 50001 de SGE en el 2015 fue Alemania con 5.931 certificados, seguido por Reino Unido, Francia, Italia, India, España, China, Taipéi, Austria y Tailandia [5]. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación mundial de países con mayor número de certificaciones ISO 50001 en el año 2015.

No	País	Número de Certificaciones
1	Alemania	5931
2	Reino Unido	1464
3	Francia	500
4	Italia	470
5	India	405
5	España	390
7	China	262
8	Taipéi	262
9	Austria	220
10	Tailandia	138

(Fuente: ISO, International Organization for Standardization [5].)

En América Latina (AL) Brasil encabeza la lista con 33 certificaciones, seguido por Chile, México, Argentina, Uruguay. Por su parte Ecuador cuenta con tres certificaciones, al igual que Colombia y Perú, mientras que Venezuela tiene solamente una [5]. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación en América Latina de países con mayor número de certificaciones ISO 50001 en el año 2015.

<b>No</b>	<b>País</b>	<b>Número de Certificaciones</b>
1	Brasil	33
2	Chile	24
3	México	17
4	Argentina	11
5	Uruguay	6
5	Colombia	3
7	Ecuador	3
8	Perú	3
9	Venezuela	1

(Fuente: ISO, International Organization for Standardization [5].)

Si bien Ecuador registra tres certificaciones, se ha podido identificar que solamente las empresas General Motors y Repsol obtuvieron la certificación internacional en la norma ISO 50001:2011. Por otro lado, entre las certificadoras se encuentran Bureau Veritas, la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) y SGS del Ecuador.

La ISO, también lleva un registro de los diferentes sectores industriales donde se ha implementado y certificado la Norma. La Tabla 3 muestra los 5 sectores con mayor número de certificaciones a nivel mundial en el 2015 [5].

Tabla 3. Sectores industriales a nivel mundial con mayor número de certificaciones ISO 50001 en el año 2015.

<b>No</b>	<b>Sector industrial</b>	<b>Número de certificaciones</b>
1	Metales básicos y fabricación de metales	919
2	Productos alimenticios, bebidas y tabaco	876
3	Caucho y productos de plástico	672
4	Productos químicos y fibras	583
5	Equipo eléctrico y óptico.	312

(Fuente: ISO, International Organization for Standardization [5].)

En Ecuador la EE es una prioridad para el Gobierno. En ese contexto, UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization*) en conjunto con el MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable) apoyaron la adopción de medidas de EE en el sector industrial, mediante el desarrollo e implementación de un estándar nacional de energía a través del proyecto: “Eficiencia Energética en la Industria” que consideraba mejorar la EE de la industria ecuatoriana con el desarrollo de estándares nacionales de gestión de energía y la aplicación de metodologías de optimización de sistemas eléctricos motrices y de vapor [6], el cual inició en el año en 2011 y culminó en 2015 alcanzando los resultados mostrados en la Figura 14 [7].

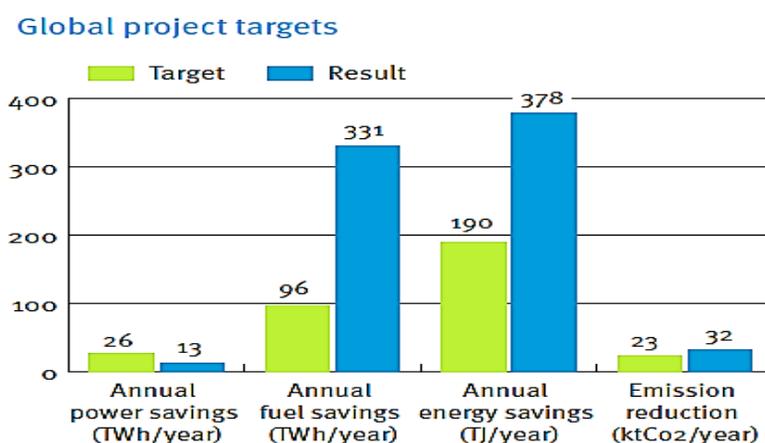


Figura 14. Resultados del proyecto EEI en Ecuador.

(Fuente: United Nations Industrial Development Organization, Unido Energy Programme. Industrial Energy Efficiency Unit. A low carbon path to enhanced industrial competitiveness, 2015 [7].)

En el proyecto 34 empresas desarrollaron un SGE<sub>n</sub>, logrando un ahorro total de 378 TJ de energía por año y una reducción directa de 32.000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año.

También en el Marco de este proyecto, Ecuador adoptó en el 2012 la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001:2012 Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso (Ver Anexo 1).

### 1.3. Análisis sectorial del aceite de palma

El Ecuador es el segundo productor regional de aceite de palma, el primer lugar lo ocupa Colombia y el tercero Honduras. A nivel mundial, Malasia e Indonesia son los principales países productores de aceite de palma, quienes abarcaron el 85% de la producción mundial

en 2013, mientras que el Ecuador representó el 0,9 % de la producción mundial en ese año [8].

El aceite crudo de palma, por su composición natural, está constituido por una parte sólida (estearina) y una parte líquida (oleína), que lo diferencia de otros aceites vegetales, cada uno de los cuales ofrece grandes beneficios y usos. Este tipo de aceite tiene un alto contenido de elementos antioxidantes como la vitamina E y el Betacaroteno, que contribuyen a la pérdida de grasa a prevenir el envejecimiento y a combatir las cardiopatías.

La extracción de aceite crudo de palma es uno de los pocos procesos que puede ser autosuficiente en energía, ya que aprovecha los residuos para generar la energía eléctrica y térmica requerida.

El cultivo de palma africana (Ver Figura 15) inició en el Ecuador en la Concordia, en la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, posteriormente se fueron expandiendo los cultivos a la provincia de Esmeraldas, en especial en la zona de Quinindé, La Unión, Las Golondrinas, convirtiendo a esta provincia en la de mayor desarrollo en el área de cultivo de palma aceitera. La inversión agrícola en el cultivo de palma supera USD 1.260 millones. La inversión de las plantas extractoras que operan en el país alcanza USD 250 millones, mientras que la inversión de las industrias que producen aceites y grasas es de USD 320 millones, un total de inversión del sector USD 1.810 millones [8].



Figura 15. Palma de aceite.

(Fuente: Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Análisis Sectorial de Aceite de Palma. 2014 [8].)

En el Ecuador, el rubro de la palma aceitera es considerado de alta importancia económica para el sector agropecuario, su peso específico en el PIB sectorial (agrícola) es de 4,53% y

en el PIB total 0,79%. Así mismo esta cadena genera 51.000 empleos directos permanentes y 100.000 indirectos en los eslabones agrícolas e industrial. Durante el periodo 2009-2013 los cinco principales destinos de exportación de este sector fueron Venezuela, Colombia, Chile, Holanda y México. Actualmente existe 40 extractoras, de las cuales 27% son pequeñas, 65% medianas, y 8% grandes; 6 procesadoras especializadas en aceite, alrededor de 4 en jabonería. Las procesadoras de aceite y grasa son: Danec, La Fabril, Ales, Epacem, La Joya, Olitrasa [8].

#### **1.4. Información general de la Empresa Palmeras de los Andes**

La planta industrial PALMERAS DE LOS ANDES S.A es una de las primeras plantaciones de cultivo y extracción de aceite de palma en el país. Fue fundada en 1974 y se encuentra ubicada en el Cantón Quinindé de la Provincia de Esmeraldas. Ver Figura 16.



Figura 16. Planta Industrial Palmeras de los Andes.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

#### **1.5. Datos de producción**

La fábrica procesa diariamente 60 toneladas de racimos de fruta fresca de palma (tRFF) y trabaja 20 h/día por mes, sumando 5280 horas de operación al año. Los productos principales del proceso son: aceite rojo de palma y aceite de palmiste.

#### **1.6. Proceso de productivo**

La extracción de aceite de palma inicia desde la actividad de corte del fruto, seguido, de la recolección, transporte y descarga en la panta para iniciar el proceso que describe la Figura 17.



Figura 17. Esquema del proceso de extracción de aceite de palma.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

Existen varias etapas en la extracción de aceite de palma en los que intervienen diferentes máquinas y equipos que se resumen en recepción del fruto, esterilización, desfrutamiento, digestión, prensado, clarificación, desfibrado y palmistería. La Figura 18 muestra el proceso productivo en diagrama de bloques permitiendo una mejor visualización de las operaciones involucradas.

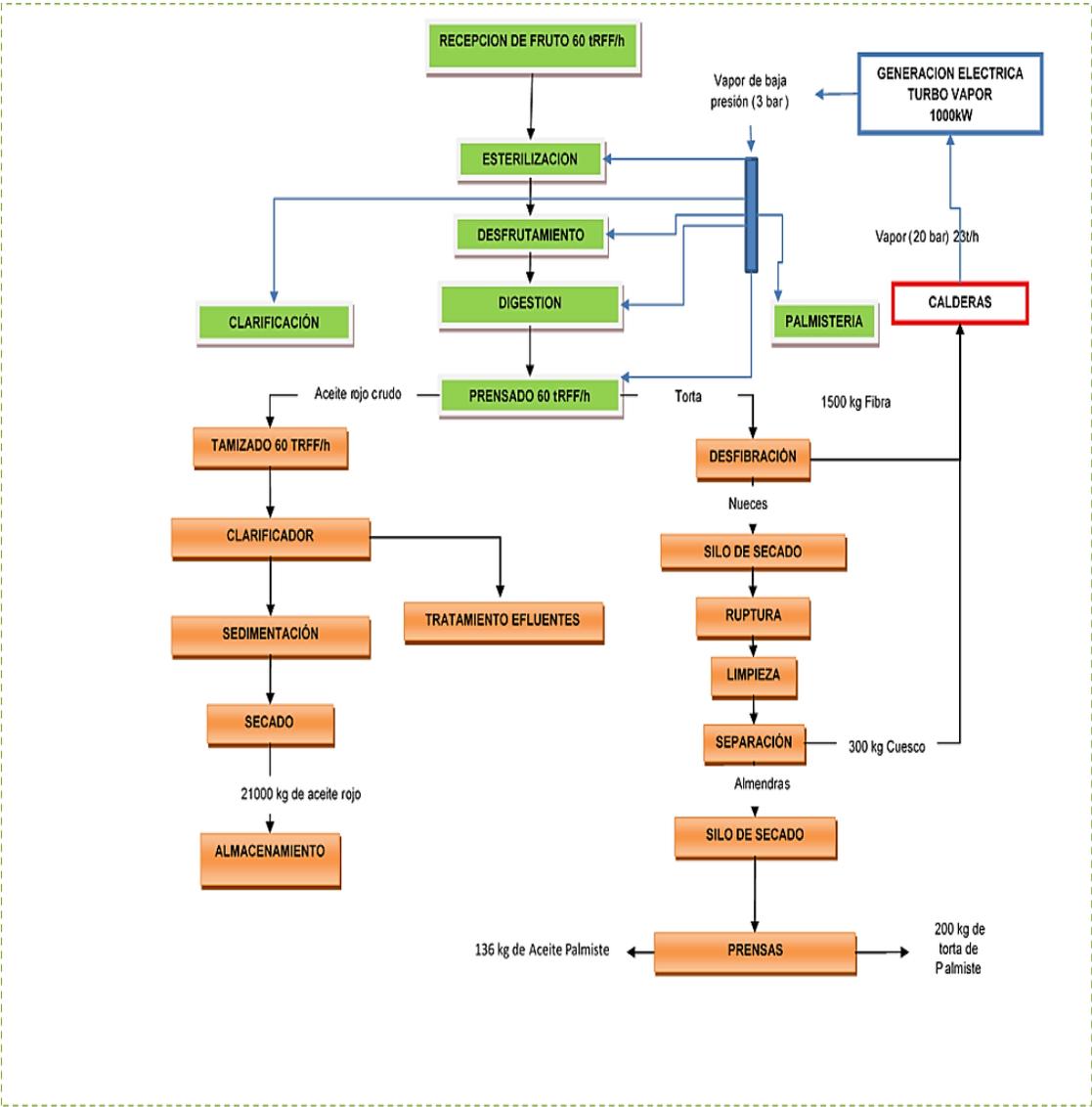


Figura 18. Diagrama de flujo de procesos de extracción de aceite de palma. (Fuente: Elaboración propia.)

A continuación la descripción de cada proceso:

### 1.6.1. Recepción

Los racimos de fruta, luego de ser cosechados se transportan en camiones hasta el área de recepción de la planta, allí se descargan en canastas de esterilización de 2,5 toneladas de capacidad como se puede observar en la Figura 19.



Figura 19. Canastas de esterilización  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

De la Figura 20 se observa que el fruto está compuesto por la almendra, el cuesco y el mesocarpio [9], de este último se extrae el aceite rojo, mientras que de la almendra el aceite de palmiste.



Figura 20. Composición del fruto.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

### 1.6.2. Esterilización

Una vez que los racimos de palma alcanzan un estado óptimo de madurez, entran en una etapa de acidificación, y a su vez los frutos se desprenden de manera natural donde la textura del mesocarpio es muy fibrosa y el aceite contenido tiene una viscosidad alta [9].

En este contexto, el proceso de esterilización, entre otros objetivos, busca detener la acidificación, acelerar el proceso natural de desprendimiento de frutos y facilitar la extracción del aceite mediante el ablandando de los tejidos de la pulpa.

Para esto se somete al fruto a la acción del vapor de baja presión en cilíndricos horizontales (Ver Figura 21) llamados autoclaves. Estos tienen rieles internos sobre los cuales se desplazan las canastas de esterilización y tienen la capacidad de albergar hasta 10 vagonetas.



Figura 21. Autoclave y vagoneta.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

El siguiente gráfico muestra un ejemplo del proceso de esterilización [9].

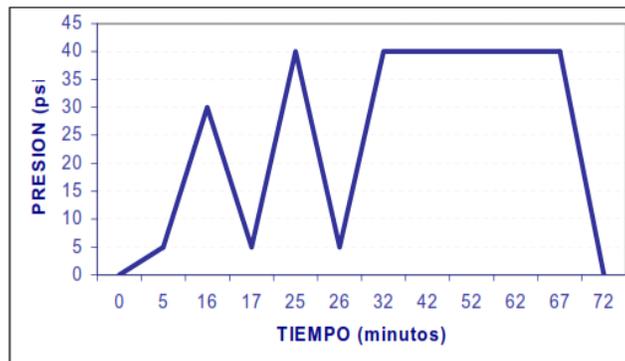


Figura 22. Modelo ciclo esterilización.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

A continuación se describen las etapas del ciclo de esterilización:

**Desaireación:** consiste en introducir vapor lentamente con el fin de empujar el aire hacia abajo y evacuarlo por las líneas de condensado durante 5 minutos.

**Primer pico:** se realiza incrementado la presión del vapor desde 5 a 30 psi durante 11 minutos con el fin de expulsar el aire residual que haya podido quedar en el esterilizador para posteriormente descargarlo a 5 psi en aproximadamente 2 minutos.

**Segundo pico:** Se realiza incrementado la presión del vapor desde 5 a 40 psi durante 8 minutos para conseguir el desecamiento de la almendra dentro de las nueces, posteriormente el vapor es descargado a 5 psi en aproximadamente 1 minuto.

**Sostenimiento:** aquí se alcanzan los objetivos principales de la esterilización donde se incrementa la presión del vapor de 5 a 40 psi en aproximadamente 6 minutos para luego mantener a 40 psi durante 35 minutos. Posteriormente se disminuye la presión hasta cero y se procede a la apertura de la puerta de la autoclave.

De acuerdo al ciclo mostrado en la Figura 22 la esterilización tendría una duración de 72 minutos en total, sin incluir el tiempo para la descarga y carga de las vagonetas dentro del equipo. En la planta el consumo de vapor para este proceso es de aproximadamente 18 t/h, el ciclo de esterilización tarda 60 minutos y se realiza bajo tres picos de expansión a 1,5; 2 y 2,5 bar. La configuración del esterilizador consta de una válvula de entrada, una de descarga y varias salidas inferiores para condensados conectadas a un tubo principal y a una sola válvula para su operación [9]. Ver Figura 23.

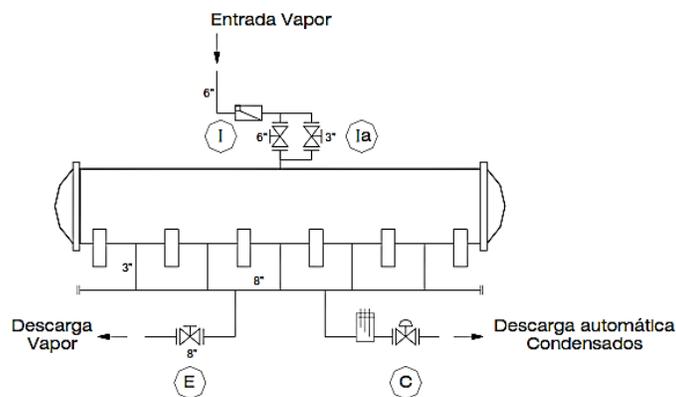


Figura 23. Accesorios del esterilizador.

(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

### 1.6.3. Desfrutación

Una vez que los racimos han sido esterilizados, se someten al proceso de desfrutación, donde se separan los frutos del raquis. El equipo está constituido básicamente de un tambor rotatorio tipo jaula de ardilla, tiene un diámetro entre 1,8 a 2,1 m y una longitud de 4,5 a 6,1. En la Figura 24 se observa un esquema de desfrutador que gira sobre un eje central a una velocidad entre 19 y 23 rpm donde a su vez los racimos van girando para golpearse contra los barrotos longitudinales como los de la Figura 25 que se encuentran separados suficientemente para permitir el paso solo de los frutos [9].

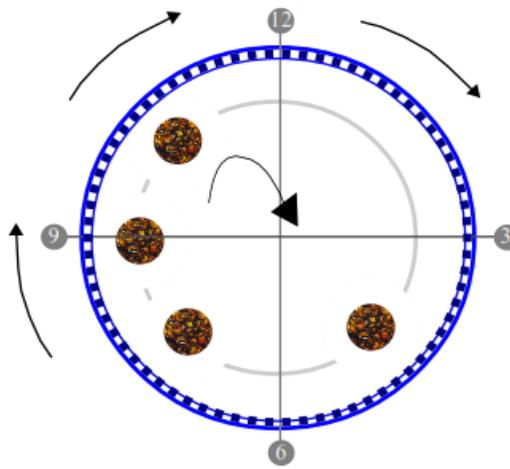


Figura 24. Esquema proceso de desfrutado.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

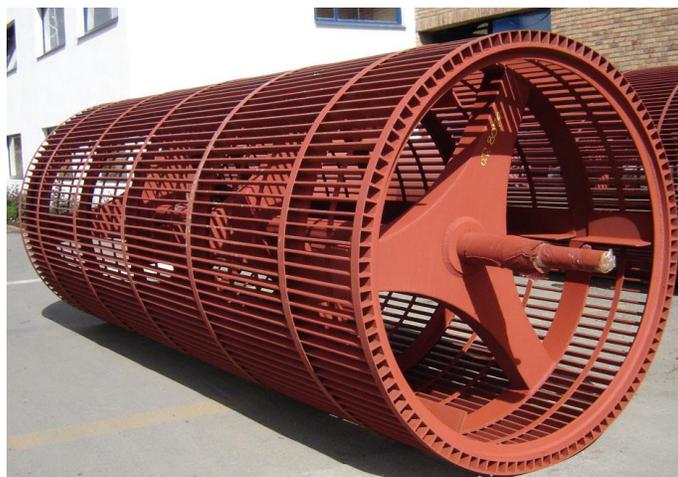


Figura 25. Tambor rotatorio de Palmeras de los Andes.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

Los frutos separados pasan al proceso de digestión, mientras que los racimos vacíos o raquis son conducidos a través de una banda transportadora hacia el patio de acopio de la planta que muestra la Figura 26.



Figura 26. Acumulación de raquis.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

#### **1.6.4. Digestión**

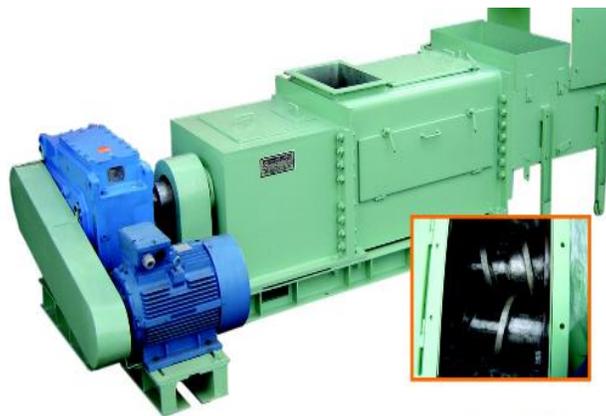
La digestión se efectúa en recipientes cilíndricos verticales como los de la Figura 27. Está provisto de un eje central rotatorio con brazos de agitación para macerar los frutos [9], que con la entrada del vapor alcanzan una temperatura entre 80 y 85 °C permitiendo así la separación del mesocarpio de las nueces.



Figura 27. Digestor.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

### 1.6.5. Prensado

Este proceso se efectúa en prensas de tornillo sin fin como el de la Figura 28 que comprimen el fruto digerido para extraer el aceite, agua y otros sólidos [9]. La torta resultante conformada por fibra y nueces pasa al proceso de desfibración.



Prensa de tornillo sinfin

Figura 28. Modelo de prensa de tornillo sinfin.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

### 1.6.6. Clarificación

La clarificación es el proceso mediante el cual se purifica y separa el aceite del agua y de los materiales sólidos proveniente del prensado. Este proceso se realiza principalmente en cuatro etapas:

➤ Primera etapa

Consiste en hacer pasar el aceite crudo por una malla vibratoria o tamiz como se indica en el esquema de la Figura 29 en donde se retienen la mayor parte de las partículas sólidas de tamaño superior a las de las mallas. El tamiz opera sobre el material mediante tres tipos de movimientos: horizontal, vertical y de desplazamiento lateral y está compuesto por dos mallas de 30 a 40 mesh (hilos por pulgada) [9]. La Figura 30 presenta el tamiz circular instalado en la planta.

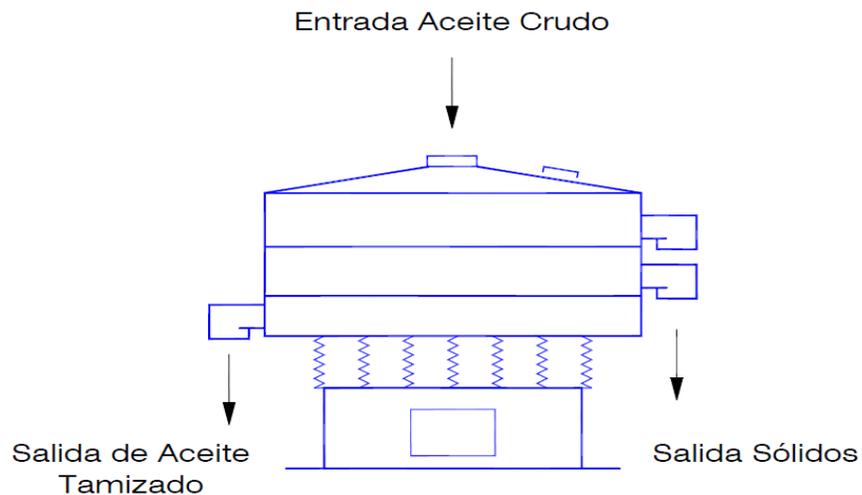


Figura 29. Esquema de tamiz circular.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)



Figura 30. Tamiz circular de Palmeras de los Andes.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

➤ Segunda etapa

La Figura 31 muestra un ejemplo de tanque clarificador donde el aceite se dirige una vez que sale del tamiz, y en el que por diferencia de densidades el aceite se separa del agua y lodos a una temperatura de 90 y 95 °C [9].

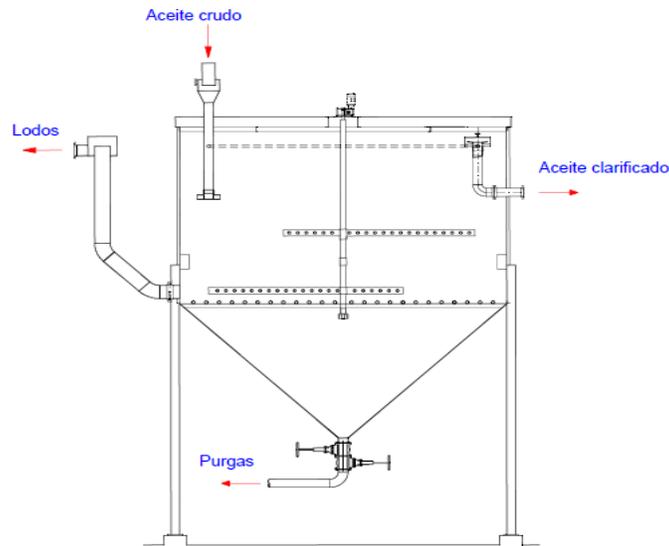


Figura 31. Tanque clarificador.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

➤ Tercera etapa.

En la cual el aceite clarificado pasa a los tanques de sedimentación en donde las partículas sólidas restantes se van decantando [9]. Ver Figura 32.

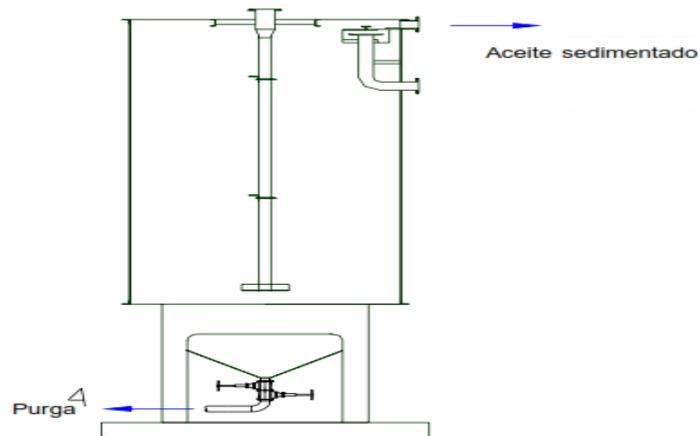


Figura 32. Sedimentador.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

➤ Cuarta etapa

Finalmente el aceite sedimentado se bombea hacia los secadores los cuales operan entre 70 y 80 °C para extraer la humedad [9]. Ver Figura 33.

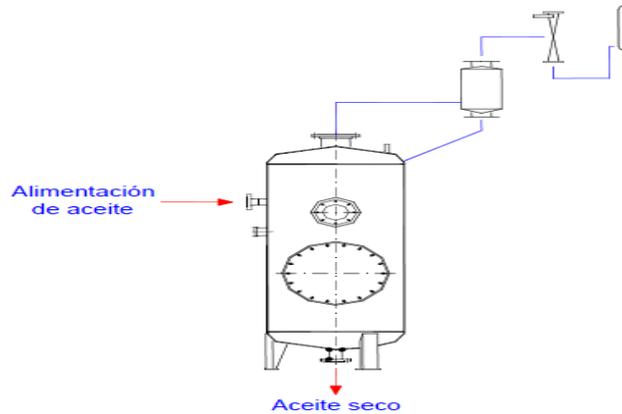


Figura 33. Secador.

(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

Posteriormente el aceite de palma obtenido se lleva a los tanques de almacenamiento como el de la Figura 34 que están equipados con serpentines para circulación del vapor para mantener la temperatura a 40 °C, quedando listo para el despacho.



Figura 34. Tanque de almacenamiento.

(Fuente: Palmeras de los Andes)

El lodo de clarificación es enviado a una centrifuga o tridicanter que gira a 2.500 rpm para separar el aceite recuperable de las aguas lodosas [9]. Ver Figura 35.

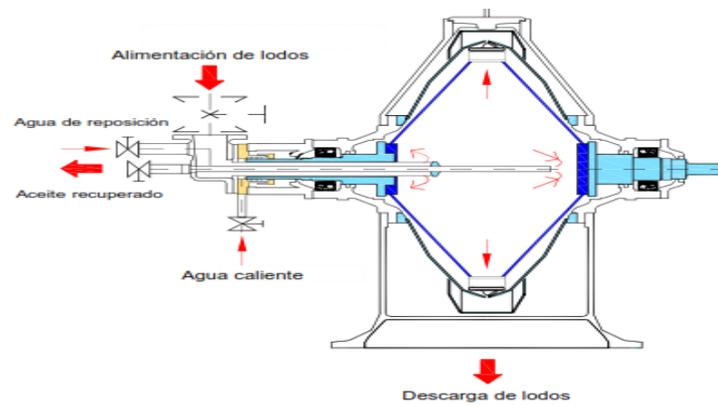


Figura 35. Proceso de centrifugado.  
 (Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

### 1.6.7. Palmistería

Luego de extraer el aceite rojo de palma, la torta resultante que está conformada por fibra y nueces pasa a otro proceso para recuperar las almendras contenidas en las nueces a fin de obtener un nuevo aceite conocido como palmiste. Este proceso consiste en lo siguiente:

En primer lugar la torta es transportada hacia la columna de desfibración por donde fluye aire inducido a gran velocidad que separa las fibras que posteriormente son transportadas hacia los calderos para usarse como combustible. Ver Figura 36.

Las nueces separadas son transportadas a los silos de secado en donde se reduce su humedad mediante un flujo de aire caliente a 70°C a fin de facilitar la trituration.



Figura 36. Columna de desfibración  
 (Fuente: Palmeras de los Andes)

Las nueces se trituran en molinos conocidos como *ripple mill* teniendo cuidado de no romper las almendras contenidas en ellas [9]. Ver Figura 37.

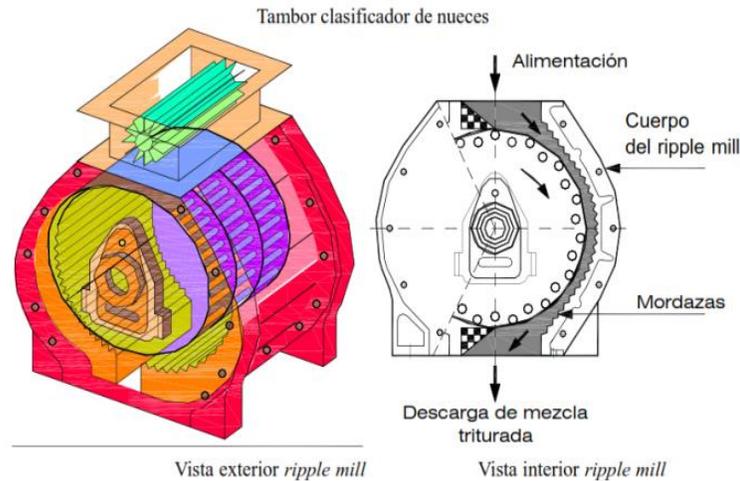


Figura 37. Molino de rompimiento de nueces.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

La separación del cuesco y la almendra se realiza por diferencia de gravedades en ciclones cuyo funcionamiento se indica en la Figura 38 [9].

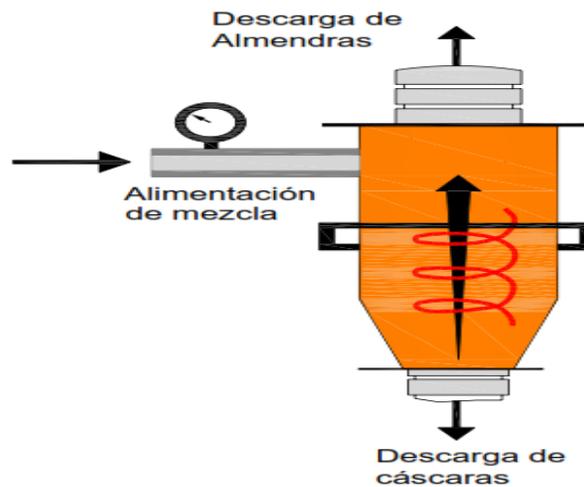


Figura 38. Funcionamiento del ciclón.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

Una vez separados, el cuesco o cáscara es almacenado para utilizarlo como combustible, mientras que la almendra se transporta al silo de secado para luego conducirla a la planta de extracción de aceite de palmiste [9]. Ver Figura 39.



Figura 39. Silo de secado de almendras.  
(Fuente: G. Bernal, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [9].)

Las almendras representan aproximadamente entre el 4 y el 6% del peso del racimo de fruta fresca y para extraer el aceite son conducidas a prensas monotornillo, a través de recipientes o tolvas que sirven para asegurar una alimentación permanente y homogénea [9].

## 1.7. Equipos usados para la autogeneración de energía

### 1.7.1. Calderas

El proceso de extracción de aceite de palma necesita una cantidad importante de vapor tanto para los procesos térmicos como para la producción de energía eléctrica. El vapor se genera principalmente en dos calderas acuatubulares de alta presión y una piro-acuatubular de baja presión que tienen las siguientes condiciones de operación:

Tabla 4. Parámetros de operación de calderas de Palmeras de los Andes.

Caldera	Tipo	Presión	Temperatura	Flujo de vapor	Eficiencia
Vyncke	Acuatubular	20 bar	280 °C	15 t/h	70%
Towler	Acuatubular	20 bar	280 °C	8 t/h	70%
Distral	Piro-acuatubular	3 bar	140 °C	5 t/h	70%

(Fuente: Palmeras de los Andes)

La Figura 40 muestra la caldera Vyncke que utiliza como combustible 100% fibra, la caldera Towler que usa 100% cuesco al igual que la caldera Distral.

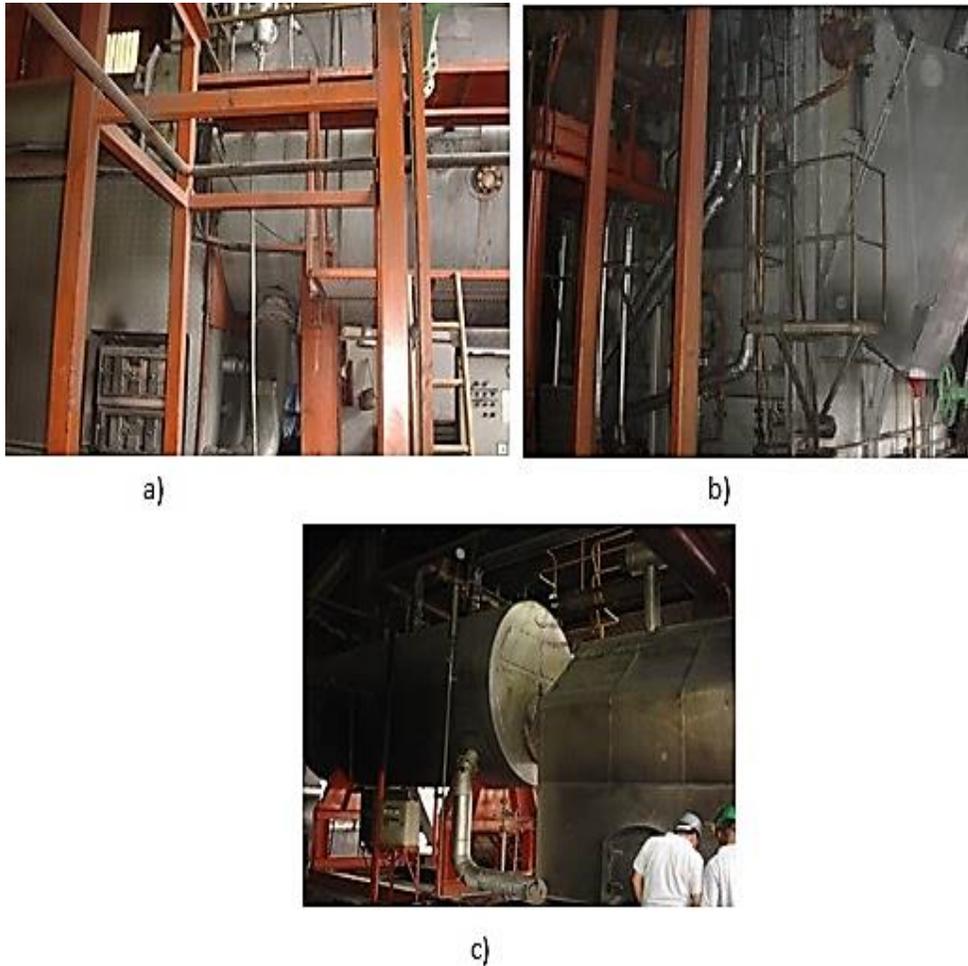


Figura 40. Calderas: a) Towler, b) Vyncke, c) Distral  
 (Fuente: Palmeras de los Andes)

La fibra y el cuesco son residuos que se generan en gran cantidad al extraer el aceite de palma se usan como combustible y su poder calórico se indica en la Tabla 5 [10]. Ver Figura 41.

Tabla 5. Poderes calóricos del cuesco y fibra de palma

<b>Residuo</b>	<b>Poder calórico(kcal/Kg)</b>	<b>Poder calórico (kJ/Kg)</b>
Fibra	2.700	11.296,8
Cuesco	3.640	16.736
Fibra-Cuesco	3.322	13.898

(Fuente: N. Wambeck, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite [10].)



Figura 41. Cuesco y fibra de palma  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

### 1.7.2. Motogenerador diésel

La Figura 42, muestra dos de los tres motores alternativos instalados, solo uno se encuentra en operación, mismo que transforma la energía química del diésel para generar energía eléctrica a través de un generador de 225 kW de potencia.



Figura 42. Generador diésel  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

### 1.7.3. Turbo generador

La turbina de vapor (TV) es una turbomáquina térmica que transforma la entalpía del vapor de agua en energía mecánica de rotación a través de un proceso de expansión de vapor en el rodete de la máquina con la consiguiente caída o salto de presión [11]. La Figura 43 muestra el esquema de generación de electricidad con turbina de vapor [12].

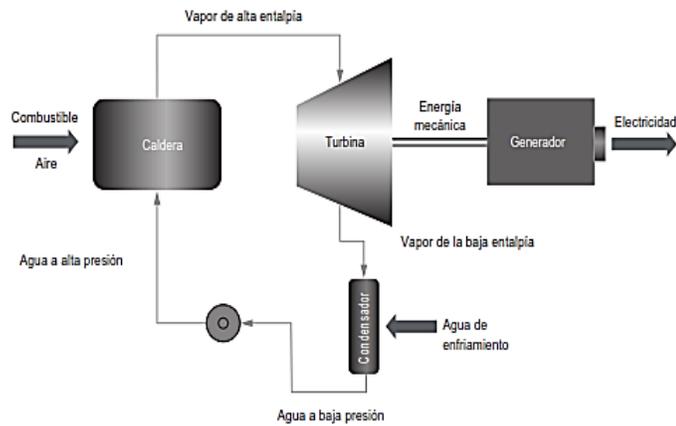


Figura 43. Esquema central turbo vapor.  
(Fuente: M. A. Lozano, Cogeneración [11].)

El turbo generador tiene la capacidad de expandir 23 toneladas de vapor por hora para generar 1000 kW, lo que implica un *Actual Steam Rate* (ASR) de 23kg vapor/kWh. Ver Figura 44.



Figura 44. Turbo generador Shinko de Palmeras de los Andes  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

La Tabla 6 muestra los parámetros de operación del turbo generador.

Tabla 6. Parámetros de operación del turbo generador.

<b>Turbina</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potencia</b>	<b>P. Entrada</b>	<b>P. Salida</b>	<b>Flujo</b>
Shinko	Contrapresión	1.000 kW	20 bar	3.5 bar	23TPH

(Fuente: Palmeras de los Andes.)

La Figura 45 muestra el esquema del ciclo de vapor de Palmeras de los Andes.

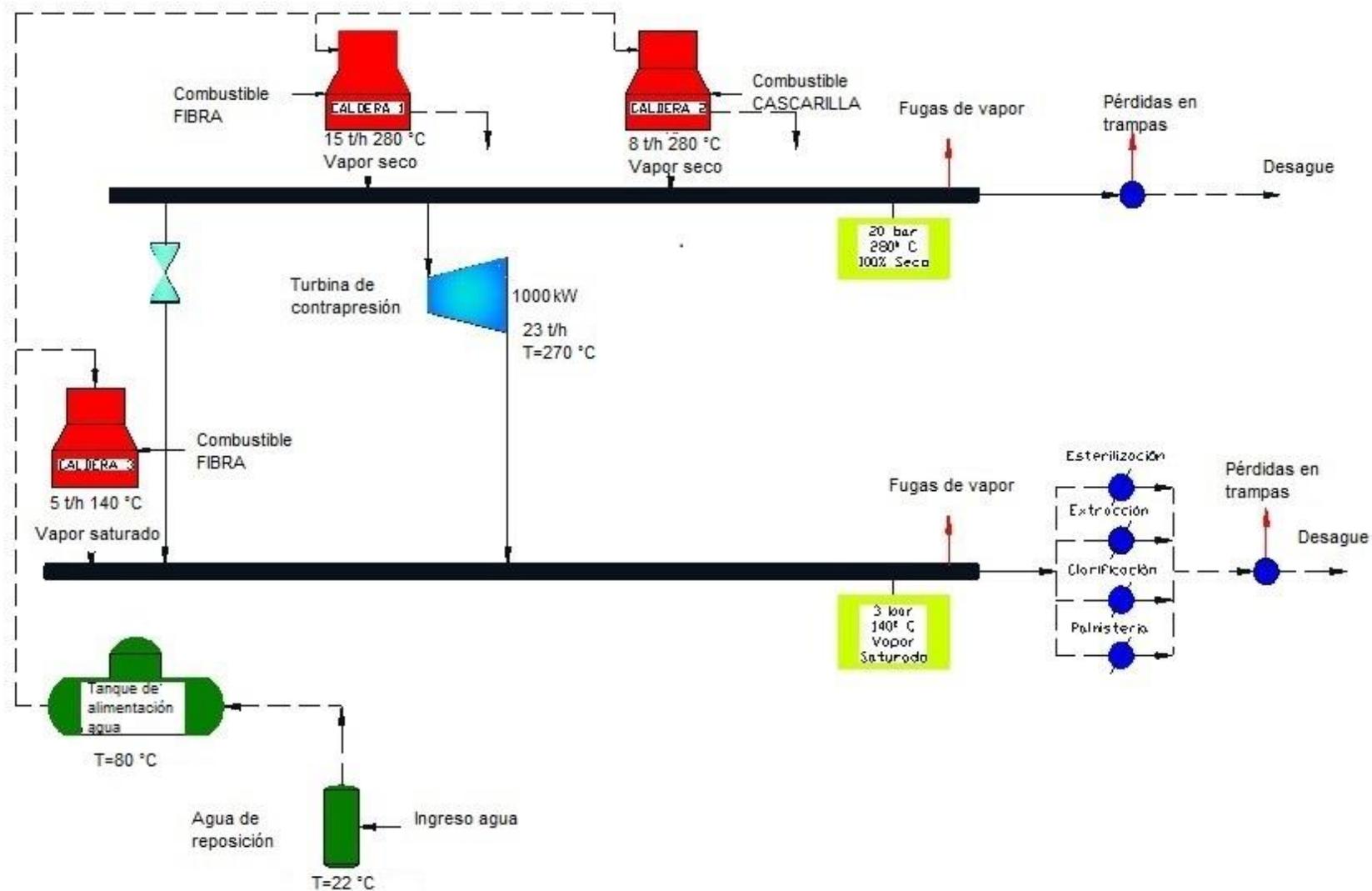


Figura 45. Configuración del sistema de vapor de Palmeras de los Andes.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

## 2. METODOLOGÍA

El propósito de la Norma ISO 50001 es facilitar a las organizaciones a establecer los procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la EE, el uso y el consumo de energía.

Su implementación está destinada a la mitigación del impacto ambiental, así como, a la reducción de los costos operativos a través de la gestión sistemática de la energía, a partir de la cual la Organización puede desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía, siendo aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independiente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales [13].

El Estándar de Gestión de Energía tiene un alto grado de compatibilidad con las Normas ISO 9001 e ISO 14001 y al igual que otros estándares se enmarca en las fases del ciclo de mejoramiento continuo: Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA).

La interpretación de las fases del modelo de mejora continua en el contexto del SGEN es de la siguiente manera:

- **Planificar**

Se refiere a las actividades asociadas con llevar a cabo la revisión energética, establecer la línea base energética, los indicadores del desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para elevar el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la Organización.

- **Hacer**

Considera las actividades relacionadas con la implementación de los planes de acción de gestión de la energía.

- **Verificar**

Consiste en realizar el seguimiento, la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético e informar sobre los resultados alcanzados.

- **Actuar**

Implica tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGEEn.

La Tabla 7 integra las fases, actividades y pasos a seguir que apuntan a la implementación del SGEEn [14].

Tabla 7. Fases, actividades y pasos para la implementación del SGEEn.

<b>FASES</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>PASOS</b>
<b>FASE I PLANIFICAR</b>	1. Establecer compromiso con el SGEEn.	1.1. Definir alcance y límites del SGEEn.
		1.2. Designar representante de la Organización.
		1.3. Establecer equipo de gestión de energía.
		1.4. Definir política energética.
	2. Evaluar el desempeño energético.	2.1. Identificar y evaluar requisitos legales y otros.
		2.2. Recopilar datos energéticos.
		2.3. Establecer usos significativos de energía.
		2.4. Definir línea base energética e indicadores de desempeño energético.
		2.5. Registrar oportunidades de mejora.
	3. Establecer objetivos, metas y planes de acción.	3.1. Estimar potencial de mejora.
		3.2. Definir objetivos y metas.
		3.3. Crear planes de acción.
<b>FASE II HACER</b>	4. Poner en práctica planes de acción.	4.1. Fortalecer competencias.
		4.2. Elaborar un plan de comunicación y sensibilización.
		4.3. Establecer documentación del SGEEn.
		4.4. Generar controles operacionales.
		4.5. Incorporar el desempeño energético en el proceso de diseño.
		4.6. Establecer criterios de compras.
<b>FASE III VERIFICAR</b>	5. Evaluar progreso.	5.1. Dar seguimiento y control.
		5.2. Medir los resultados.
		5.3. Revisar los planes de acción y el SGEEn.
<b>FASE IV ACTUAR</b>	6. Reconocer logros.	6.1. Realizar revisiones por la dirección.
		6.2. Tomar decisiones para mejorar el SGEEn.
		6.3. Evaluar conformidad.

(Fuente: L. F. Díaz, Manual para la implementación de un sistema de gestión de energía [14].)

La Figura 46 muestra el esquema que resume el método a seguir para la implementación del SGEEn. Comienza con la definición de la política energética, continúa con el desarrollo de la planificación energética, implementación y operación, hasta las fases de verificación y revisión.

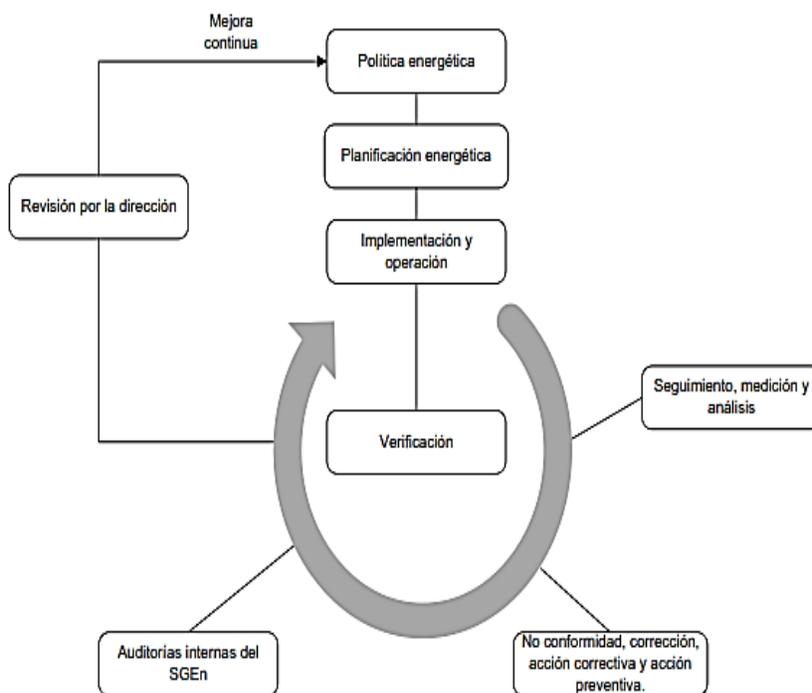


Figura 46. Modelo de implementación del SGen

(Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 50001:2012 [13].)

A continuación la descripción de cada fase:

## 2.1. Fase I. Planificar

### 2.1.1. Actividad 1. Establecer compromiso con el SGen

- Paso 1.1. Definir alcance y límites del SGen.

Acorde a lo establecido en la Norma, la Organización primero debe definir el alcance y límites del SGen donde figuran aquellas actividades, sistemas energéticos, lugares físicos o procesos con influencia en el consumo y uso de la energía (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.1).

Las fuentes de energía externas, así como, las que se puedan gestionar y reducir constituyen la base para definir el alcance del SGen. Incluyen las fuentes de energía renovables como la biomasa [15].

Otros aspectos a considerar para definir el alcance y los límites, es excluir las edificaciones, instalaciones y procesos productivos de la Organización que no serán parte del SGen [16].

- Paso 1.2. Designar representante de la Organización.

La Alta Dirección (AD) debe designar un representante con las habilidades y competencias adecuadas, que entre otras responsabilidades contempla, dar seguimiento al progreso del SGEEn y promoverlo en todos los niveles de la Organización (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.2).

➤ Paso 1.3. Establecer equipo de gestión de energía.

Entre las responsabilidades de la AD también se encuentra la creación de un equipo de gestión de energía el cual será el responsable de su ejecución (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.2).

La finalidad de formar un equipo de gestión de energía es para que sus miembros colaboren con el representante de la Organización en el proceso de implementación del SGEEn.

➤ Paso 1.4. Definir política energética.

La política energética debe establecer el compromiso de la Organización para alcanzar la mejora del desempeño energético y respaldar todas las acciones para lograr dicho fin (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.3).

A su vez es un documento clave en que la AD da muestras de su apoyo con el SGEEn [15] y puede ser una breve declaración para que los miembros de la Organización puedan entenderla fácilmente y aplicarla en sus actividades laborales[17]. Se pueden tomar en cuenta las siguientes consideraciones para componer la política energética de la Organización [18] :

- 1 Describir el negocio de la empresa.
- 2 Pensar cómo se utiliza la energía.
- 3 Comprometerse a lograr una mejora continua en el rendimiento energético.
- 4 Comprometerse la compra de productos y servicios eficientes.
- 5 Comprometerse a proporcionar los recursos y la información necesaria para alcanzar las metas y objetivos energéticos.
- 6 Comprometerse a cumplir con los requisitos legales y otros requisitos relacionados con el uso de la energía.
- 7 Comprometerse a cumplir los objetivos y metas energéticos.
- 8 Combinar las declaraciones de los puntos 1 a 7 en un párrafo para formar la declaración de la política.

## 2.1.2. Actividad 2. Evaluar el desempeño energético

- Paso 2.1. Identificar requisitos legales y otros.

La Organización debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales relacionados con el uso y consumo de la energía, así como de la eficiencia energética (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.2).

Para cumplir con este requisito se pueden seguir los siguientes pasos [17]:

- Identificar fuentes oficiales de información legal aplicable.
- Analizar el marco legal para identificar los requisitos legales en materia energética (uso, consumo y eficiencia).
- Determinar cómo los requisitos legales aplican a las actividades de la Organización.

El formato para registro de los requerimientos legales es el siguiente:

Tabla 8. Formato para registro de requisitos legales.

REGISTRO DE REQUISITOS LEGALES						
Título de requisito legal	Estado	Tipo de requerimiento Legal = L Otro= O	Se aplica a:	Fecha de vencimiento	Responsabilidad	Fecha revisión

(<https://navigator.industrialenergytools.com/guidance/detail/planning/5> [19].)

- Paso 2.2. Recopilar datos energéticos.

Consiste en analizar el uso y consumo de la energía basándose en mediciones, datos de consumo pasados y presentes de fuentes de energía actuales (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.3).

Para esto se utiliza datos de facturas de energía eléctrica, de consumo de diésel, de hojas de registros y de producción. Para el tratamiento de los datos se utiliza hojas de cálculos y gráficos que permitan analizar la tendencia del consumo de energía.

- Paso 2.3. Establecer usos significativos de energía (USEn).

Consiste en identificar las áreas de uso significativo de energía de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos que afecten significativamente el consumo de la energía, así como el de estimar el uso y consumo futuro. (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.3).

Al analizar los USEn se prioriza los esfuerzos para mejorar el desempeño energético. En general, en un nivel bajo, los motores eléctricos son los mayores usuarios de electricidad en la industria. En un nivel más alto, los mayores consumidores de electricidad podrían ser la línea de envasado, la unidad de generación de aire comprimido, en términos generales.

Por otro lado, el consumo de energía es función del nivel de una determinada actividad de la industria que hace que disminuya o incremente en el tiempo, y frecuentemente tiene relación con los niveles de producción.

Las tareas asociadas con la determinación de los USEn son las siguientes:

- Identificar equipos de mayor consumo energético.
- Desarrollar balance energético.
- Identificar variables relevantes que afectan a los USEn.

En la industria, la regla del 80/20 de Pareto es una metodología ampliamente aplicada como criterio de selección de los equipos de mayor consumo energético. En términos estadísticos, el principio de Pareto, supone que existe un 20% de la población que ostenta del 80% de algo. Por ejemplo, en la Figura 47 se puede apreciar que son 2 (20%) usos de la energía que representan casi el 80% del consumo total, por lo que pueden ser denominados como usuarios significativos.

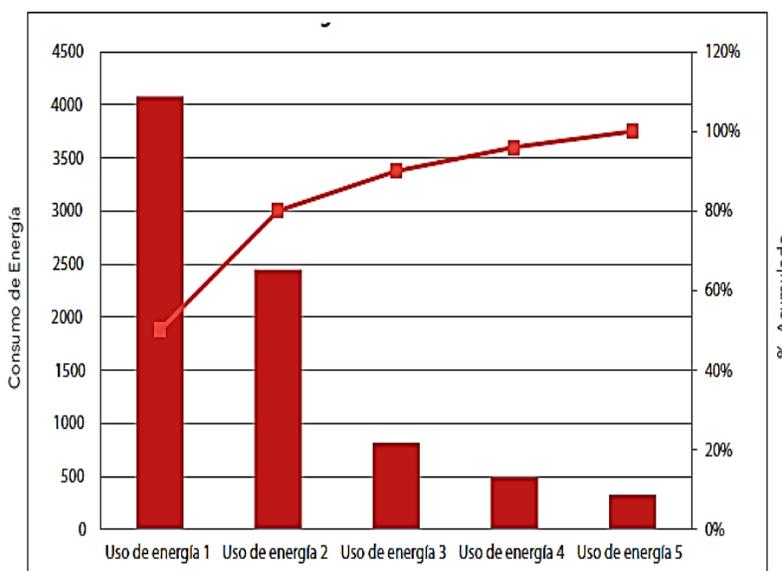


Figura 47. Diagrama de Pareto.

(Fuente: M. Laire, Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basada en ISO 50001 [17].)

Se puede aplicar la siguiente metodología para realiza el balance energético [19]:

- Se necesita conocer el factor de carga, el factor de servicio, la potencia nominal de equipo (kW o HP) y sus horas de funcionamiento.
- Una vez que se conocen estos factores operativos, el consumo de energía se determina multiplicando la potencia nominal del equipo, el factor de servicio<sup>1</sup>, el factor de carga<sup>2</sup> y las horas de operación.
- Después de calcular el consumo estimado de energía de todos los equipos, se suman y compara con la entrada de energía.
- Si la estimación coincide con lo real, se registra el consumo de cada elemento y se utiliza para compilar en una clasificación de usuarios. Si la estimación no coincide con lo real, se debe comprobar que todos los equipos están incluidos y a continuación ajustar los factores de carga y de uso para equilibrar el uso real y estimado.
- Después que se ha determinado el uso de energía de los equipos se clasifican en orden de consumo desde el más grande hasta el más pequeño y el proceso de identificación de los usos significativos de energía puede empezar.
- Aplicar criterio de selección de Pareto.

Por otro lado, el uso de la energía en todas las instalaciones industriales está definido por una determinada variable. Siempre hay algo que hace que el consumo de energía varíe de un periodo a otro. Por ejemplo, si la producción aumenta se espera que el consumo de energía aumente, si el invierno es frío se espera que se consuma más energía para calefacción, o si no hay operaciones se espera que el consumo de energía disminuya. La experiencia ha mostrado que las actividades productivas y el clima son las dos variables relevantes más frecuentemente utilizadas [15].

- Paso 2.4. Definir línea base energética e indicadores de desempeño energético.

La Organización debe establecer una línea de base energética (LBE<sub>n</sub>) utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un periodo para la recolección adecuado al uso y al consumo de energía de la Organización (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.4).

---

<sup>1</sup> El factor de servicio se define como la relación entre el tiempo que el equipo está realmente en funcionamiento a las horas programadas de trabajo.

<sup>2</sup> El factor de carga es la relación entre la potencia medida del equipo en funcionamiento y la nominal que indica la placa.

La LBE<sub>n</sub> es la base de referencia que permitirá medir las mejoras en el desempeño energético. Esta línea se construye con la información histórica de la empresa relacionando el consumo de energía y la variable significativa que explica de mejor manera la variación del consumo.

Es importante saber si la implementación de medidas de mejora incide o no en el desempeño energético, esto es, lo hacen mejorar o no. Uno de los requisitos de la ISO 50001 es que el desempeño energético debe mejorar, para lo cual debe haber el correspondiente seguimiento.

Por otro lado, la LBE<sub>n</sub> muestra las mejores actuaciones del desempeño energético que la empresa ha tenido. Esto es, los menores consumos energéticos para similares niveles de producción. Para destacar, la LBE<sub>n</sub> representa de manera gráfica la variabilidad del o los procesos. Para similares niveles de producción los consumos de energía no siempre son los mismos. Una alta variabilidad indicará una falta de uniformidad en cuanto a los consumos de energía y sus correspondientes niveles de producción, y como consecuencia, la empresa muestra mayores potenciales de conseguir ahorros utilizando los mismos recursos humanos y tecnológicos actuales. En otras palabras, una reducción en la variabilidad del proceso, significará consumos menores de energía.

La línea base energética es una herramienta del escenario más probable que hubiese ocurrido en ausencia de la implementación del SGE<sub>n</sub> en la Organización, con la consecuente implementación de medidas que mejoran el desempeño energético. La utilidad de la línea base energética es la posibilidad de evaluar los avances o retrocesos de la Organización en materia de desempeño energético, al comparar el escenario real con esa línea base.

La determinación de la LBE<sub>n</sub> se basa en un análisis de regresión lineal que es un procedimiento estadístico que permite entender la relación entre una variable independiente y una o más variables dependientes.

Se propone la siguiente metodología para determinar la LBE<sub>n</sub> [15] :

- Escoger la fuente de datos de energía que se va a analizar, éstas pueden ser las facturas de energía de los últimos 12 meses e incluso los datos diarios de un USE<sub>n</sub> determinado.
- Seleccionar las variables relevantes o significativas más susceptibles que afecta al consumo de energía.



La comparación entre el consumo real y el esperado que se indica en la fórmula siguiente permite estimar los ahorros reales de energía en un determinado periodo de la Organización [15].

$$\text{Ahorro real} = \text{consumo real}(\text{electricidad según factura}) - \text{línea base}(\text{esperado})$$

Si el resultado de la ecuación anterior es positivo, significa que se está consumiendo mayor energía de lo esperado, mientras que si el número es negativo, significa que se está ahorrando energía o usando menos energía de lo esperado y con estos últimos resultados se define la línea meta energética (LME) [15].

El ahorro de energía, no se puede medir de manera directa ya que representa la ausencia del consumo de energía. Por ese motivo se determina comparando el consumo, o la demanda, antes y después de la implementación de un proyectos de eficiencia energética, al tiempo que se realizan los ajustes necesarios según la variación de la condiciones iniciales [20].

Como ejemplo del proceso para determinar el ahorro, la Figura 49 presenta el histórico del consumo de energía de una caldera industrial antes y después de la implantación de una medida de mejora de la eficiencia energética (MMEE) para recuperar el calor de los gases de escape [20].

Para valorar de forma adecuada el impacto energético de la implementación de la MMEE tiene que ser separado del efecto provocado por el aumento de la producción. Para ello se realiza un estudio del patrón de consumo antes de implantar la MMEE para determinar la relación existente entre el consumo de energía y la producción. Tras implantar la MMEE esta relación de referencia se utiliza para estimar la cantidad mensual de energía que habría consumido la caldera si no se hubiera implementado la MMEE, denominada energía de referencia ajustada. El ahorro o el consumo de energía evitado es la diferencia entre la energía de referencia ajustada y la energía que realmente se mide durante el periodo demostrativo de ahorro [20].

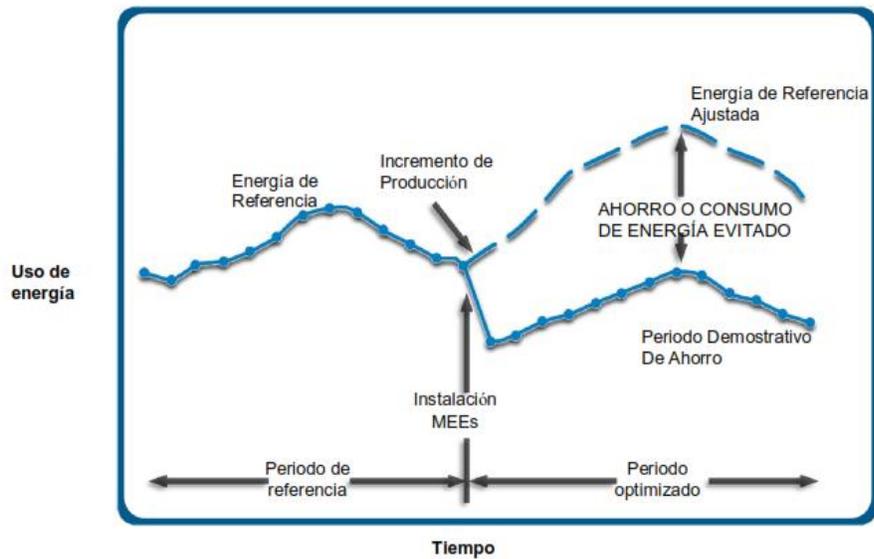


Figura 49. Ejemplo del consumo histórico del consumo de energía de una caldera.  
(Fuente: Protocolo Internacional de Medida y Verificación [20].)

La comparación del consumo de energía antes y después también se puede realizar utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro} = (\text{Energía de Referencia} - \text{Energía Periodo Demostrativo} \pm \text{Ajustes})$$

Por otra parte, la Organización debe identificar los IDEn apropiados para realizar el seguimiento y la medición del desempeño energético y documentar la metodología de su determinación (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.5). Normalmente el índice de desempeño energético (IDEn) es un cociente simple entre el consumo de energía y las unidades producidas. La lista siguiente proporciona potenciales IDEn que orientan para su determinación y que son aceptados por los SGEN.

Tabla 9. Lista de potenciales índices de desempeño energético.

Tipo	Output unidades	Input energía	IDEn
<b>Planta</b>	Masa: lb., toneladas	Btu o kWh	Btu/lb, Btu/t, kWh/lb, kWh/t
<b>Línea de Producción</b>	Masa: lb., toneladas a través de línea.	Btu o kWh ingresada a línea	Btu/lb, Btu/t, kWh/lb, kWh/t por línea.
<b>Procesos</b>	Masa: lb., toneladas a través del proceso.	Btu o kWh ingresada al proceso	Btu/lb, Btu/t, kWh/lb, kWh/t para el proceso

(Fuente: <https://navigator.industrialenergytools.com/guidance/detail/energyReview/10> [19].)

➤ Paso 2.5. Registrar oportunidades de mejora.

Las oportunidades para mejorar el rendimiento energético, son un paso clave de la planificación energética, ya que identifica las mejores prácticas operativas de los sistemas, equipos y procesos productivos de la Organización. Estas oportunidades, se identifican por recomendaciones de proveedores, de análisis de los USEn, de evaluaciones energéticas, e ideas que tienen el personal técnico que trabaja día a día en la planta. Para el registro de las oportunidades se puede usar el formato siguiente [17]:

Tabla 10. Formato de registro de oportunidades.

Aspecto energético	Acción propuesta	Inversión Si/No	Monto (USD)	Ahorro de energía anual	Ahorro económico anual USD/año	Retorno simple (Años)
--------------------	------------------	-----------------	-------------	-------------------------	--------------------------------	-----------------------

(Fuente: M. Laire, Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basada en ISO 50001 [17].)

Las oportunidades de mejora pueden clasificarse en dos grandes grupos: las que no conllevan gasto alguno (cambio de hábitos de consumo, mantenimiento, etc.) y aquellas que si necesitan una inversión inicial. Para cada propuesta se calcula una estimación de la inversión a realizar y su rentabilidad (periodo de retorno simple de la inversión). Se proporciona los criterios de la Tabla 11 para la priorización de oportunidades. En este cuadro se enumera y describe los criterios elegidos con una escala numérica de calificación de 4 puntos. El puntaje de oportunidad se obtiene multiplicando las calificaciones de donde los resultados más altos son los que tienen mayor prioridad.

Tabla 11. Criterios y calificaciones para la priorización de oportunidades.

Criterio	Escala de calificación			
	1	2	3	4
1) Ahorro del costo de energía anticipado anual.	Menos de \$5,000/año	\$5,000-\$10,000/año	\$10,000-\$20,000/año	Más de \$20,000/año
2) Tiempo esperado para la implementación.	Más de 12 meses	6-12 meses	Menos 6 meses	Inmediato
3) Retorno simple de la inversión.	Mayor 36 meses	12-36 meses	6-12 meses	Menos 6 meses

(Fuente: <https://navigator.industrialenergytools.com/guidance/detail/energyReview/12> [18].)

### 2.1.3. Actividad 3. Establecer objetivos, metas y planes de acción

- Paso 3.1. Estimar potencial de mejora.

Este potencial considera la energía no asociada a la producción (ENAP) calculada como la diferencia entre los términos independientes de la LBE<sub>n</sub> y LME<sub>n</sub>, así como, la energía que se ahorra de la implementación de oportunidades de mejora identificadas dentro del proceso productivo.

- Paso 3.2. Definir objetivos y metas.

La Organización debe establecer objetivos y metas energéticas de acuerdo a las funciones, niveles, procesos o instalaciones dentro de la Organización. Para su definición toma en cuenta la política energética, los requisitos legales, los USE<sub>n</sub> y las oportunidades de mejora (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.6). A continuación se indica un ejemplo de objetivo y meta [17].

Tabla 12. Ejemplo de registro de objetivos y metas.

No	Objetivo	Meta
1	Disminuir el consumo de electricidad por aire acondicionado.	Reducir 15% el consumo de electricidad por aire acondicionado.

(Fuente: M. Laire, Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basada en ISO 50001 [17].)

- Paso 3.3. Crear planes de acción.

Se debe establecer, implementar y mantener planes de acción para alcanzar los objetivos y metas considerando, entre otras cosas, la designación de responsabilidades, recursos y plazos (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.4.6).

La Organización debe implementar y mantener planes de acción que permita dar seguimiento y monitoreo a los objetivos y metas, teniendo que contener al menos lo siguiente [17]:

- Designación de responsabilidades.
- Medios y plazos previstos para lograr las metas individuales.
- Método para verificar la mejora del desempeño energético.
- Método de verificación de resultados.

En base al objetivo y meta señalada es posible construir un plan de acción según se muestra en el siguiente ejemplo [17].

Tabla 13. Ejemplo de plan de acción que puede definir una empresa.

No	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Responsable	Plazo
1	Disminuir el consumo de electricidad por aire acondicionado.	Reducir 15% el consumo anual de electricidad comparado contra el consumo del 2011.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aplicar nuevos programas de mantenimiento.</li> <li>•Sustituir equipos obsoletos.</li> <li>•Instalación de equipos de alta eficiencia.</li> <li>•Instalación de apagadores automáticos.</li> </ul>	kWh /AC	Mantenimiento	1 año

(Fuente: M. Laire, Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basada en ISO 50001 [17].)

## 2.2. Fase II. Hacer

### 2.2.1. Actividad 4. Poner en práctica planes de acción

- Paso 4.1. Fortalecer competencias.

La Organización debe asegurarse que cualquier persona que realice tareas relacionadas con los USEn, sea competente tomando como base una educación, formación, habilidades, o experiencia adecuada basada en sus necesidades organizacionales por lo que debe proporcionar la capacitación necesaria (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.5.2).

- Paso 4.2. Elaborar un plan de comunicación y sensibilización.

Un plan de comunicación permite comunicar internamente la información relevante sobre el desempeño energético de la Organización y establecer el proceso por el cual todo empleado pueda hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGen (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.5.3).

- Paso 4.3. Establecer documentación del SGen.

La documentación busca asegurar que se cuente con evidencia de las actividades realizadas en el proceso de implementación del SGen [14].

La Organización puede desarrollar y documentar todos aquellos documentos que considere necesarios para el SGE<sub>n</sub>, que entre otros están: el alcance y límites del SGE<sub>n</sub>; la política energética; los objetivos, las metas y planes de acción (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.5.4).

➤ Paso 4.4. Generar controles operacionales.

Se evalúan aquellas operaciones de control que están asociadas con los USE<sub>n</sub>, de tal manera que se controlen o reduzcan los impactos adversos asociados con estos incluyendo las actividades de mantenimiento (NTE INEN ISO 50001:2012, A.5.5).

Los criterios de control operacional describen el modo y los horarios de funcionamiento de los equipos, sistemas o procesos identificados como USE<sub>n</sub> de las instalaciones consideradas en el alcance y límites del SGE<sub>n</sub>, mientras que los de mantenimiento definen la periodicidad con las que se realizan las tareas de mantenimiento [14].

➤ Paso 4.5. Incorporar el desempeño energético en el proceso de diseño.

La Organización debe considerar las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, de sistemas y procesos que puedan tener un impacto significativo (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.5.6).

El costo de implementar medidas de EE durante la etapa de diseño es normalmente mucho menor cuando se hace al principio y los beneficios son mayores cuando se las implementa [15].

➤ Paso 4.6. Establecer criterios de compra.

La Organización debe establecer e implementar criterios para evaluar el uso y consumo de la energía de los productos, equipos y servicios que pueden tener un impacto significativo en el desempeño energético de la Organización (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.5.7).

Las adquisiciones brindan una oportunidad para mejorar el desempeño energético a través del uso de productos y servicios más eficientes. La aplicabilidad de las especificaciones de compra de energía incluye la calidad, disponibilidad, costo, impacto ambiental y fuentes renovables (NTE INEN ISO 50001:2012, A.5.7).

## **2.3. Fase III. Verificar**

### **2.3.1. Actividad 5. Evaluar progreso**

- Paso 5.1. Dar seguimiento y control.

La Organización debe asegurar que las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.6.1).

El seguimiento permite saber si el desempeño energético está mejorando de acuerdo a lo previsto o tiene desviaciones; ayuda a verificar si se están cumpliendo los objetivos, metas, los planes de acción, de capacitación y medición [15].

- Paso 5.2. Medir los resultados.

Los planes de acción deben contemplar un plan de verificación para evaluar y validar los resultados obtenidos. Entre los aspectos clave para la medición de resultados está el de comparar el desempeño energético real con la LBE y con las metas establecidas, a fin de aplicar acciones correctivas a las desviaciones identificadas [14].

- Paso 5.3. Revisar los planes de acción y el SGE.

Las actividades de planificación establecen metas y planes de acción para el ahorro de una determinada cantidad de energía. Para asegurar que así sea se debe medir o verificar los ahorros reales establecidos y hacer el seguimiento de los IDE, que en caso de no lograrlos se debe estudiar el por qué, para tomar medidas correctivas [15].

## **2.4. Fase IV. Actuar**

### **2.4.1. Actividad 6. Reconocer logros**

- Paso 6.1. Realizar revisiones por la dirección.

El propósito de este paso es reportar las áreas donde se han identificado barreras para la óptima implementación del SGE, identificar los recursos necesarios para apoyar la mejora continua, definir planes de acción y objetivos para años futuros. Entre los aspectos clave tratados en la revisión de la alta dirección están: resultados del desempeño energético; análisis del cumplimiento de objetivos y metas; barreras y oportunidades de mejora; revisión de la política energética y requisitos legales [14].

Reconocer los logros individuales y de los equipos responsables es clave para mantener el apoyo y soporte para iniciativas de gestión de energía.

- Paso 6.2. Tomar decisiones para mejorar el SGEEn.

Para garantizar una mejora continua, los resultados de la revisión por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones que se relacionen con cambios en: el desempeño energético de la Organización, la política energética, los IDEn, los objetivos y metas [14].

- Paso 6.3. Evaluar conformidad.

La Organización debe tratar las no conformidades reales y potenciales haciendo correcciones, y tomando acciones correctivas y preventivas (NTE INEN ISO 50001:2012, 4.6.4).

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Resultados**

En este capítulo se expone los resultados de la fase de planificación del SGEEn para la Empresa Palmeras de los Andes.

##### **3.1.1. Alcance y límites del sistema de gestión de energía**

El alcance de la fase de planificación, se aplicará a los procesos operativos de la producción de aceite de palma y palmiste de la planta ubicada en Quinindé. Los principales procesos productivos que serán parte del SGEEn son: esterilización, desfrutación, digestión, prensado, clarificación, desfibrado y palmistería.

Los límites se corresponden con las áreas físicas que involucra a los procesos productivos anteriormente señalados.

Las edificaciones, instalaciones y procesos que no serán parte del SGEEn son: comedores, oficinas administrativas, cosecha, transporte, recepción del fruto, almacenamiento de aceite y tratamiento de aguas residuales.

Palmeras de los Andes para la extracción de aceite de palma utiliza cuatro fuentes de energía que son: la energía eléctrica suministrada por CNEL ESMERALDAS, el cuesco y la fibra de palma que se generan en la propia planta y el diésel para generación eléctrica complementaria.

### 3.1.2. Representante de la empresa

Para el presente estudio el actual director de la planta de extracción es la persona que llevará adelante la implementación del SGEEn porque cumple con las habilidades y competencias que exige la norma como representante de la Organización.

### 3.1.3. Equipo de gestión de energía de la empresa

La Tabla 14 determina los miembros del equipo que se encargarán de la implementación de sistema de gestión de energía.

Tabla 14. Nómina equipo de gestión de energía de la Planta Industrial Palmeras de los Andes.

Nombre	Área	Posición	Email
Ramiro Erazo	Extracción	Director planta	<a href="mailto:rerazop@danec.com">rerazop@danec.com</a>
Patricio Canelos	Extracción	Jefe de producción	<a href="mailto:pcanelosr@danec.com">pcanelosr@danec.com</a>
Javier Francis	Extracción	Técnico eléctrico	<a href="mailto:francisjavier80@hotmail.com">francisjavier80@hotmail.com</a>

(Fuente: Elaboración propia.)

El responsable de coordinar la implementación de este procedimiento y mantenerlo actualizado es el director de la planta.

El responsable de coordinar la revisión energética inicial y realizar sus actualizaciones anualmente en lo referente a cambios tecnológicos, datos de consumo y producción, indicadores de desempeño, oportunidades de mejora, líneas base y/o meta será el jefe de producción.

La medición de indicadores de gestión de desempeño energético es responsabilidad del técnico de mantenimiento eléctrico.

### 3.1.4. Política energética de la empresa

La política energética que declara las intenciones de la empresa para lograr la mejora de su desempeño energético es la siguiente:

*La Empresa Industrial Palmeras de las Andes S.A dedicada a la extracción de aceite de palma con un uso intensivo de energía y de conformidad a la obligación de proteger el medio ambiente, el compromiso por el desarrollo social y sustentable, se compromete mediante un*

proceso de mejora continua a esforzarse por incrementar el desempeño energético, teniendo que:

- Garantizar los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y metas.
- Cumplir con los requisitos legales vigentes que se relacionen con el uso eficiente de la energía, y;
- Comprar, usar, contratar productos y servicios energéticos eficientes.

### 3.1.5. Requisitos legales aplicables al consumo y uso de energía de la empresa

La normativa vigente que debe cumplir la empresa con relación al uso y consumo de la energía se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Registro de requisitos legales de Palmeras de los Andes.

REGISTRO DE REQUISITOS LEGALES						
Título de requisito legal	Estado	Tipo de requerimiento Legal = L Otro = O	Se aplica a:	Fecha de Vencimiento	Responsabilidad	Fecha Revisión
Emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.	Vigente	L	Planta de generación diésel.	—	Mantenimiento	01/03/2017
Factor de potencia. Regulación No. CONELEC 004/01 Calidad del servicio eléctrico de distribución.	Vigente	L	Todos	—	Mantenimiento	01/03/2017

(Fuente: Elaboración propia.)

**Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.**-Tiene como objetivo principal el preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades. La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión de fuentes fijas [19].

Del último informe realizado por la Empresa Leycom que realiza a Palmeras de los Andes el estudio del funcionamiento de los calderos y los generadores que abastecen la demanda de energía, concluye que estos equipos se encuentran trabajando dentro de los parámetros ambientales establecidos por la norma y además estima los posibles ahorros por mejora de combustión de los calderos.

**Regulación Conelec-004/1.**-Tiene como objetivo establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras [20].

Esta regulación indica en su numeral 2.3 que para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del periodo evaluado el valor de factor de potencia es inferior a los límites, el consumidor está incumpliendo con el índice de calidad y en consecuencia se le podrían aplicar cargos económicos. El valor límite que indica la regulación es de 0,92.

Palmeras de los andes mantiene el factor de potencia dentro de lo que exige la norma y a su vez maneja un factor interno de 0,98. Ver Figura 50.



Figura 50. Factores de potencia de Palmeras de los Andes.  
(Fuente: Palmeras de los Andes.)

### 3.1.6. Datos energéticos de la empresa

Para el análisis del consumo energético en la planta, se utilizaron los datos históricos del año 2016 de los registros de las fuentes secundarias (generación energía eléctrica turbo vapor, diésel y servicio público) y primarias de energía (cuesco, fibra y diésel).

#### 3.1.6.1. Consumo de energía eléctrica de generación turbo vapor (TV)

Las condiciones del vapor de entrada, la presión de salida y la potencia del turbo alternador de la turbina son apuntados en sus respectivas hoja de registro por el operador de casa de

máquinas cada hora, y para poder conocer el comportamiento de operación de la turbina, se ingresaron y graficaron estos datos en una hoja de Excel con datos de 2016. (Ver Anexo 2)

La Figura 51 indica que la máxima potencia alcanzada por la turbina fue de 935 kW en el mes de junio del 2016 y la potencia promedio fue de 630 kW.

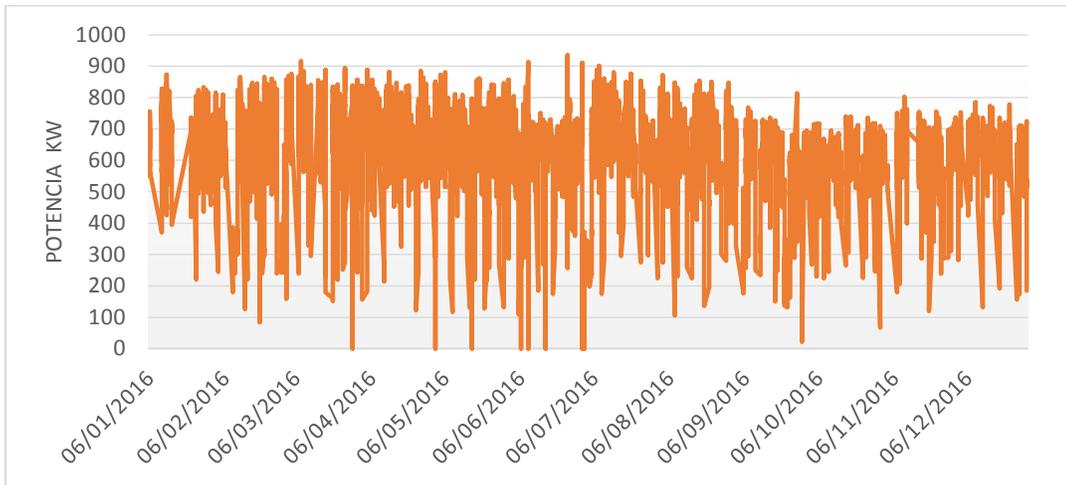


Figura 51. Comportamiento operacional de la Turbina Shinko durante el 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

A su vez la Figura 52 muestra que para una potencia de 689 kW están contenidos la mayoría de los datos.

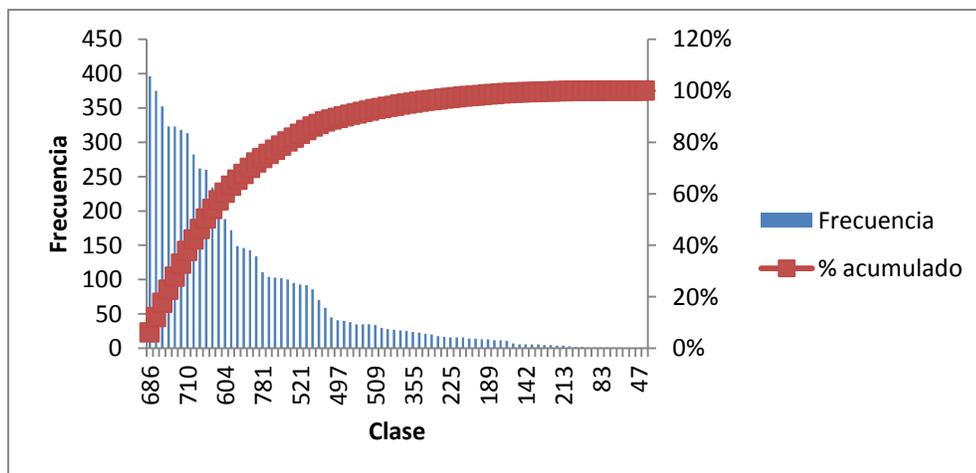


Figura 52. Histograma datos de potencia de la Turbina Shinko durante el 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 53, por su parte muestra que la máxima energía eléctrica mensual producida por la turbina en el 2016 fue de 415.379 kWh en el mes de junio y la promedio de 336.815 kWh.

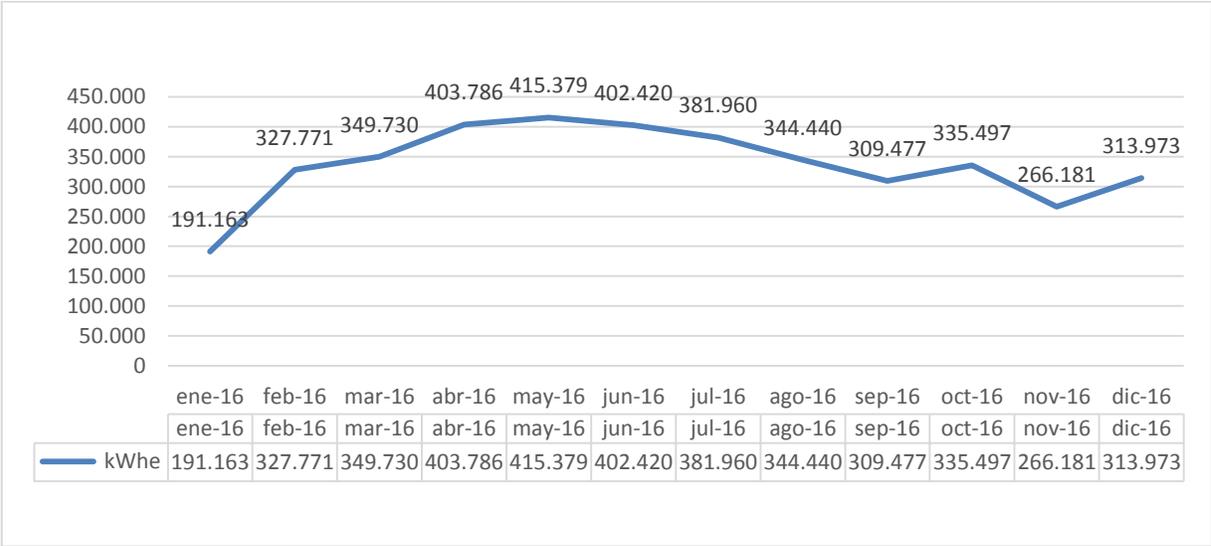


Figura 53. Energía eléctrica mensual generada por la turbina de vapor en el año 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

Este análisis indica que la turbina no está trabajando permanentemente con su potencia nominal de 1.000 kW.

**3.1.6.2. Consumo de energía eléctrica de generación a diésel**

Las horas de operación y el consumo mensual de galones de diésel del generador son apuntados por el operador cada hora y por día en el respectivo registro (Ver Anexo 3).

Para determinar la energía eléctrica producida por este equipo se multiplica la potencia del generador de 225 kW por las horas de operación. El equipo tiene una eficiencia del 95%.

La Figura 54 indica que la energía eléctrica máxima por el generador fue de 43.391 kWh en diciembre del 2016 y la promedio de 21.018 kWh.

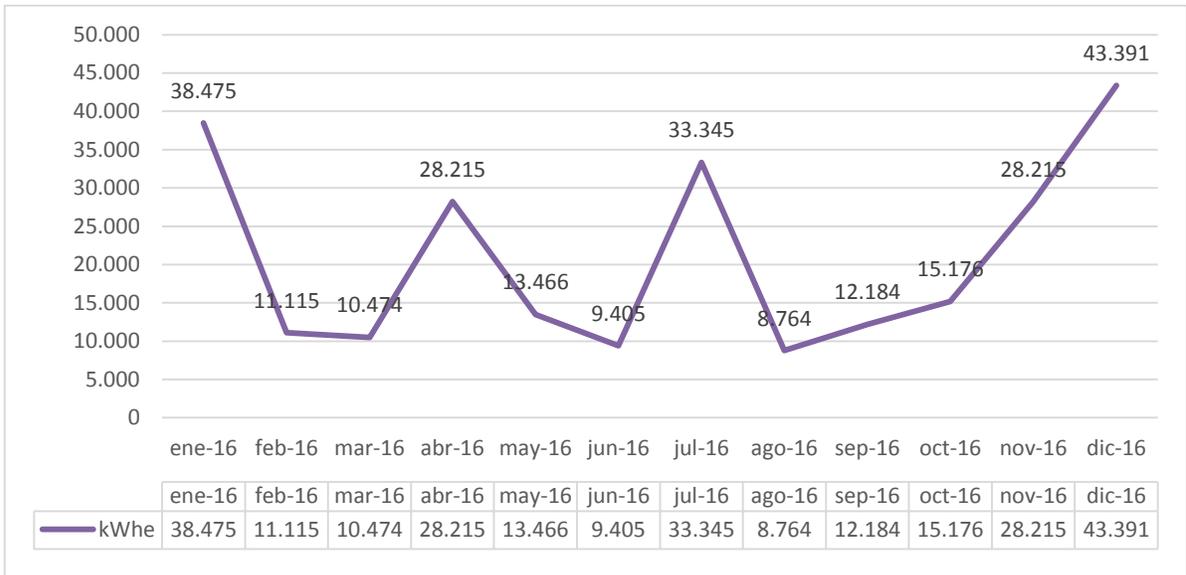


Figura 54. Consumo de energía eléctrica de generación diésel en el 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.6.3. Consumo energía eléctrica del servicio público (SP)

El consumo mensual de electricidad en 2016 del SP se obtuvo de las planillas o facturas que la empresa paga a CNEL ESMERALDAS (Ver Anexo 4).

La Figura 55 muestra que la demanda máxima de energía del SP fue 152.147 kWhe en el mes de enero del 2016 y la promedio de 124.705 kWhe, siendo el factor de carga de 0,92.

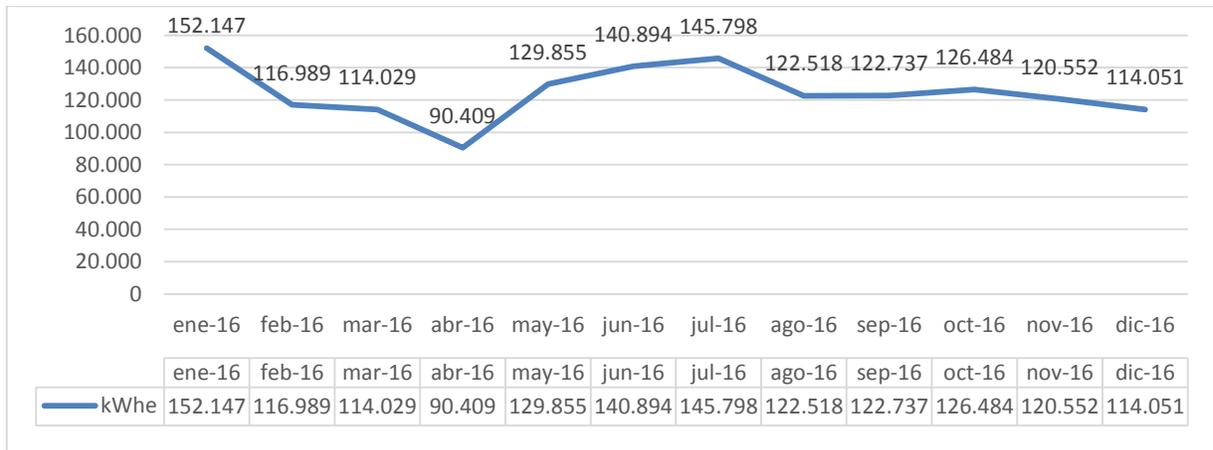


Figura 55. Consumo mensual de energía eléctrica del SP del año 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 56 muestra el resumen del comportamiento del consumo mensual de electricidad de generación turbo vapor, de generación diésel y servicio público.

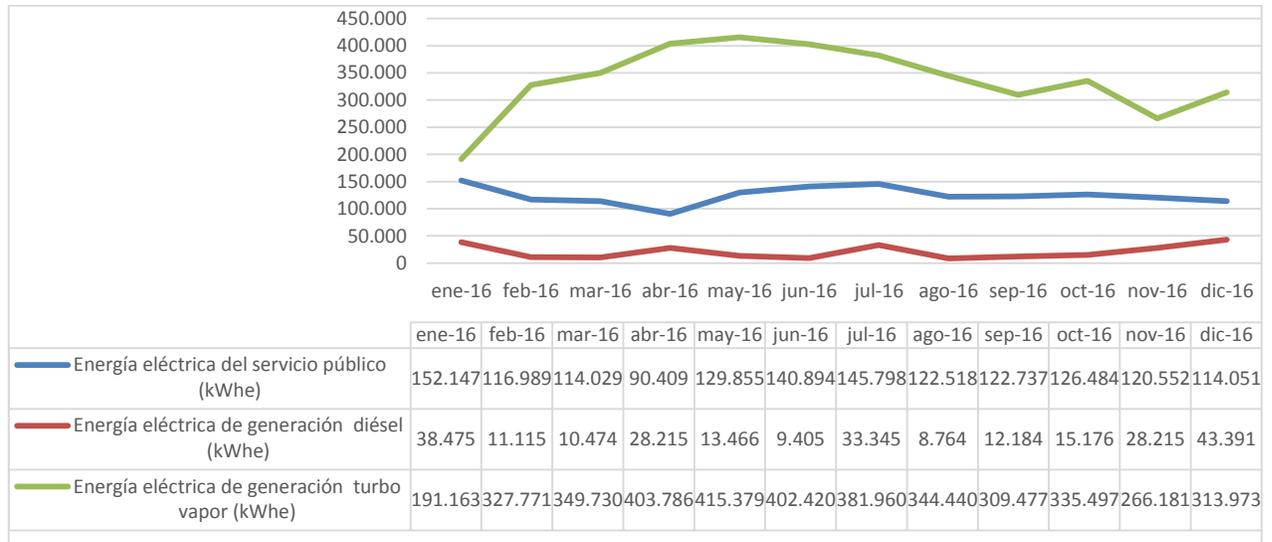


Figura 56. Resumen del consumo mensual de electricidad según su origen.  
(Fuente: Elaboración propia.)

Considerando las tres fuentes de energía eléctrica citadas anteriormente, la planta ha consumido un total de 5.790.465 kWhe durante el 2016, de los cuales el 70% proviene de la generación eléctrica turbo vapor, el 26 % del servicio público y el 4% de la generación eléctrica a diésel. Ver Figura 57.

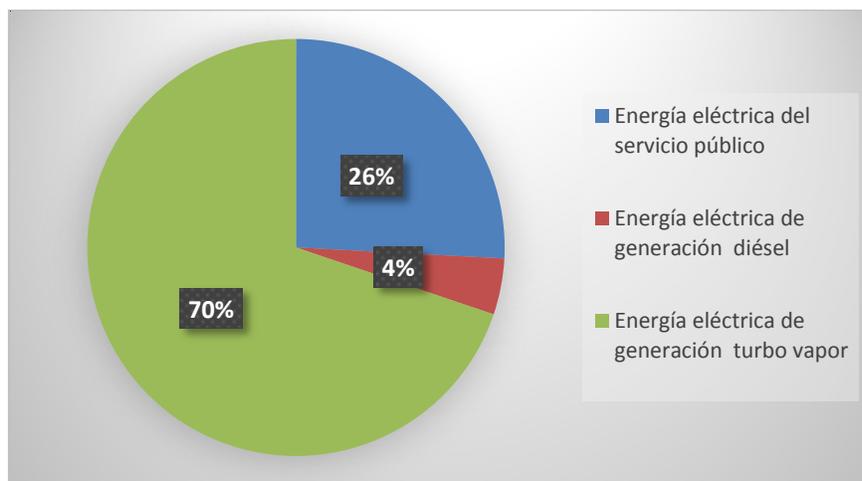


Figura 57. Participación porcentual del consumo de energía eléctrica por fuentes 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 58 presenta en gráficos de barras el consumo de energía eléctrica por fuentes y total de la planta durante el 2016.

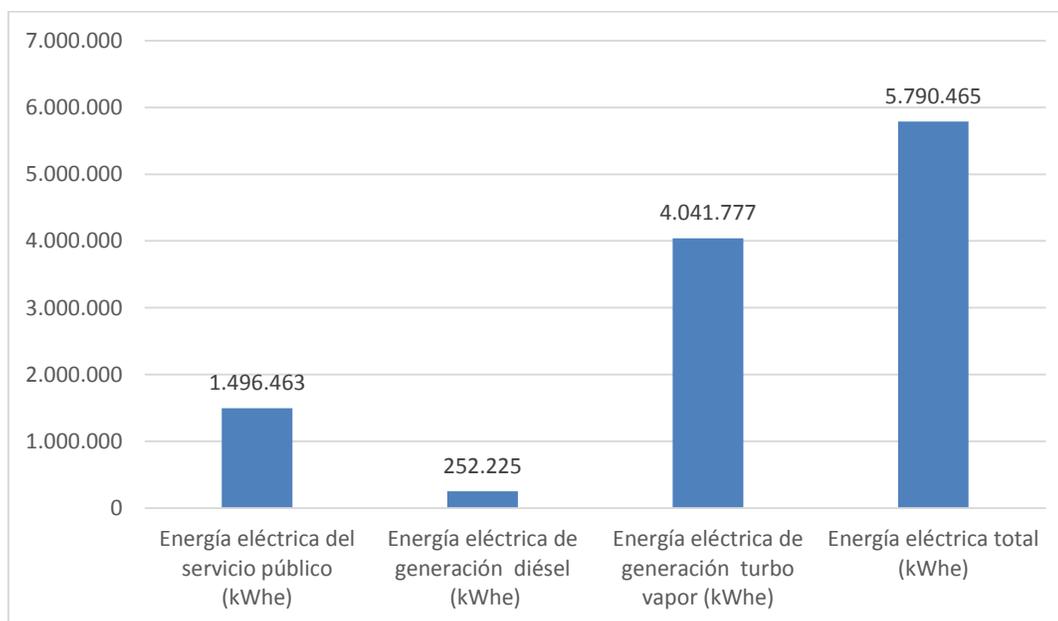


Figura 58. Consumo total de energía eléctrica por fuentes 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.6.4. Consumo de energéticos primarios

La Figura 59 muestra el consumo de galones de diésel durante el 2016 de Palmeras de los Andes que alcanzan los 12.754 galones, siendo el consumo máximo de 2.246 galones en diciembre.

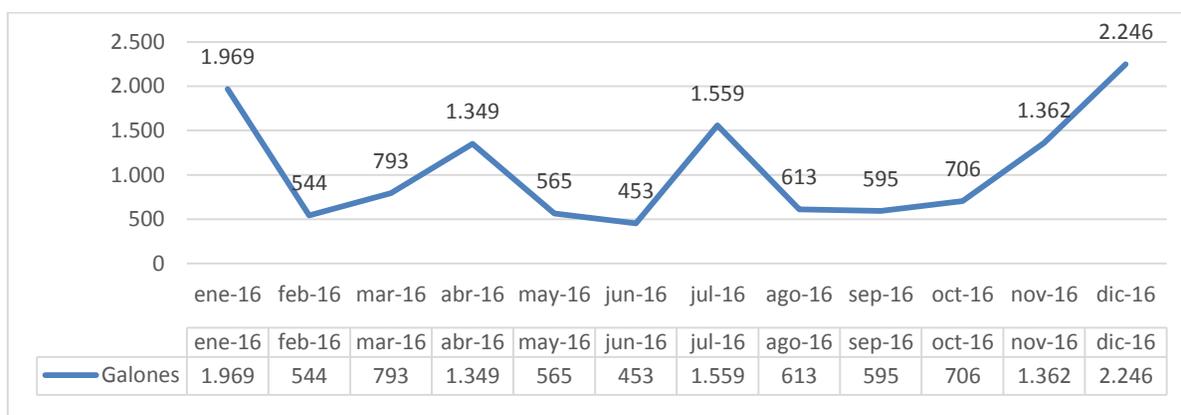


Figura 59. Consumo de diésel para generación de energía eléctrica en 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

Las toneladas de fibra y cascarilla utilizadas como combustibles constan en los registros históricos de producción de fruta y consumo de biomasa que lleva la empresa.

En 2016 se consumió un total de 18.109 toneladas de fibra y 14.042 toneladas de cuesco. La Figura 60 muestra que el consumo máximo de fibra fue de 2.284t en el mes de abril, mientras que para el cuesco fue 1.470t en junio del mismo año.

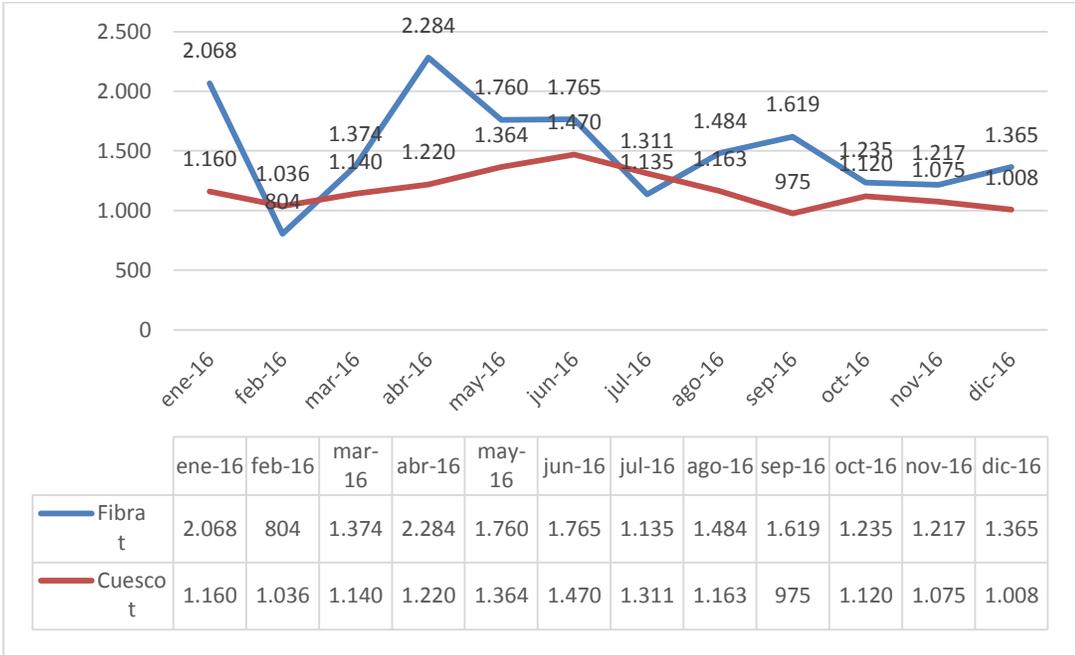


Figura 60. Consumo mensual de fibra y cuesco para generación de energía eléctrica turbo vapor en 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La planta ha utilizado 122.595.039 kWh de energéticos primarios durante el 2016, de los cuales la cascarilla tiene una participación del 53%, la fibra del 46% y el diésel del 1%. Ver Figura 61.

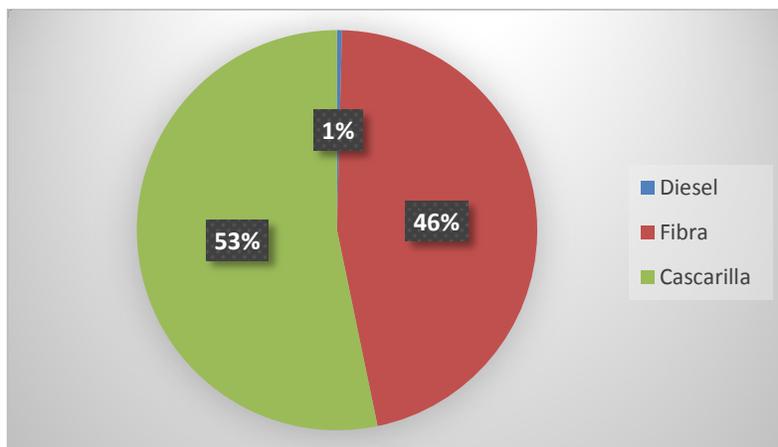


Figura 61. Participación porcentual de cascarilla, fibra y diésel para la autogeneración de electricidad en 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 62 presenta en gráficos de barras el consumo de energía térmica por fuentes y total de la planta durante el 2016.

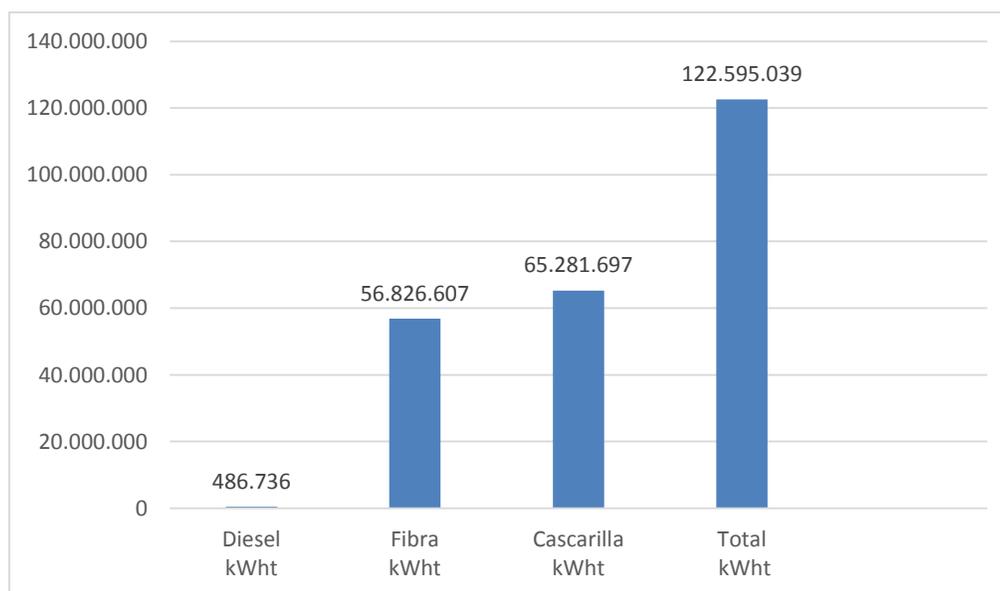


Figura 62. Consumo total de cascarilla, fibra y diésel para la autogeneración de energía eléctrica, año 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

A continuación se muestra el ejemplo de transformación del consumo de los energéticos primarios (diésel, fibra y cuesco) a kWh. Los poderes caloríficos de estos combustibles nuevamente se resumen en la Tabla 16.

Tabla 16. Poderes calóricos de los combustibles utilizados por Palmeras de los Andes

Combustible	Densidad	PCi
Diésel	0,85 (t/m <sup>3</sup> )	10.200 (kcal/kg)
Fibra	–	11.296,8 (kJ/kg)
Cuesco	–	16.736 (kJ/kg)

(Fuente: N. Wambeck, Sinopsis del proceso de la palma de aceite [10].)

La transformación de los galones de diésel, las toneladas de fibra y cuesco a kilovatios horas térmicos es como sigue:

$$12.754 \text{ galones diésel} * 0,85 \frac{t}{m^3} * 10.200 \frac{kcal}{kg} * 0,003785 \frac{m^3}{gal} * 1.000 \frac{kg}{t} * 1.000 \frac{cal}{kcal} * \frac{Tcal}{10^{12}cal} \\ * 1.162,95 \frac{MWh}{Tcal} * 1.000 \frac{kWh}{MWh} = 486.736 \text{ kWh}$$

$$18.109 \text{ t fibra} * \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} * 11.296,8 \frac{kJ}{kg} * \frac{1.000 \text{ J}}{kJ} * \frac{1kWh}{3.600.000 \text{ J}} = 56.826.042 \text{ kWh}$$

$$14.042 \text{ t cuesco} * \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} * 16.736 \frac{kJ}{kg} * \frac{1.000 \text{ J}}{kJ} * \frac{1kWh}{3.600.000 \text{ J}} = 65.279.697,78 \text{ kWh}$$

### 3.1.6.5. Costo del uso de la energía eléctrica

Los parámetros utilizados para determinar los costos totales del consumo de energía eléctrica de Palmeras de los Andes son los siguientes:

- Precio del diésel para el sector industrial: USD 1,57/ galón<sup>3</sup>
- Precio de compra de energía eléctrica del SP por parte de la empresa: USD 0,09/kWh.<sup>4</sup>
- Costo de generación de energía eléctrica turbo vapor: USD 0,06/kWh<sup>5</sup>
- Costo de los residuos de palma para uso energético: 15 USD/t<sup>6</sup>

Los costos del consumo de la energía en el año 2016 fueron de USD 413.337, de donde el 58% se atribuye a la generación eléctrica turbo vapor, seguido por el costo del consumo de electricidad del servicio público con el 37 % y el costo de generación eléctrica diésel con el 5%. Ver Figura 63.

<sup>3</sup> Petroecuador.

<sup>4</sup> Pliego tarifario 2017

<sup>5</sup> Valor dado por Palmeras de los Andes, el cual considera los costos de mantenimiento del turbo generador, repuestos y horas hombre de trabajo.

<sup>6</sup> Palmeras de los Andes.

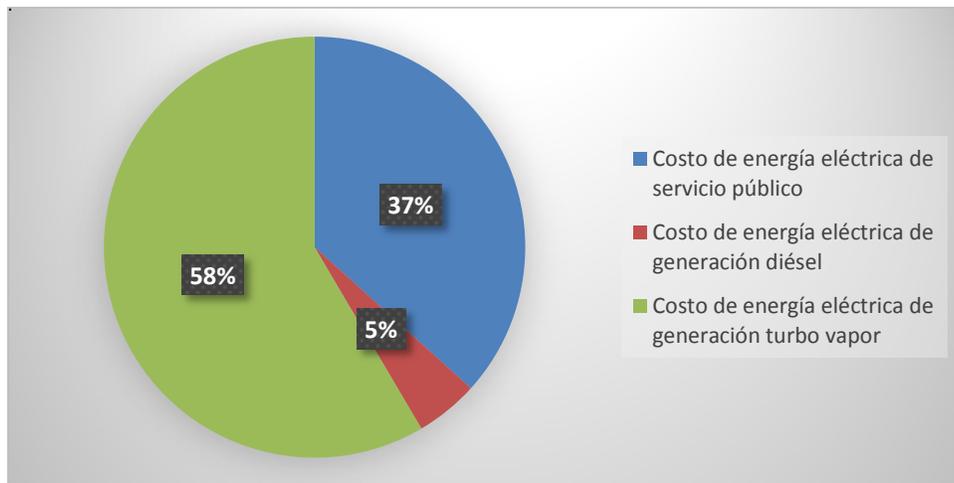


Figura 63. Participación porcentual del costo de la de energía eléctrica por fuentes.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 64 presenta en gráficos de barras el costo de la energía eléctrica por fuentes y total de la planta durante el 2016.

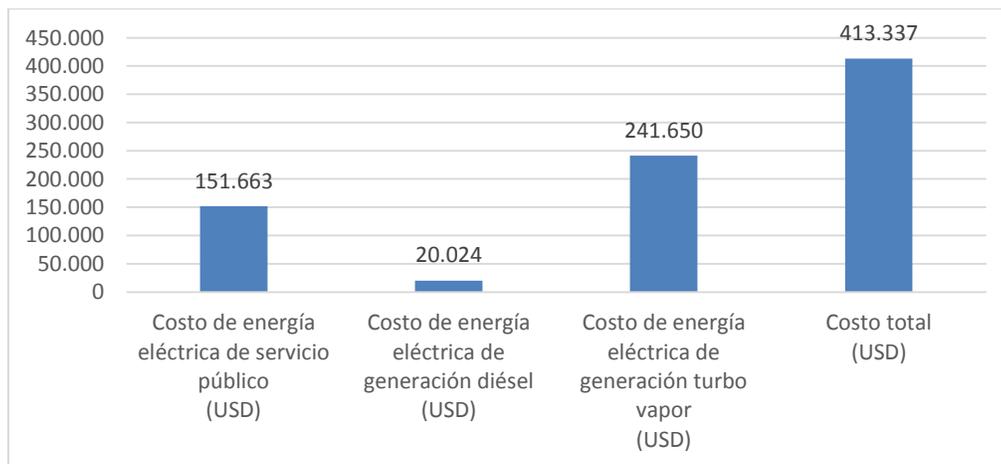


Figura 64. Costo del uso de energía eléctrica por fuentes en 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.7. Determinación de los usos significativos de energía en Palmeras de los Andes

Aquí se identifican las instalaciones, equipamiento, sistemas, y procesos que afectan significativamente al uso y consumo de la energía de la empresa considerando las fuentes primarias y secundarias.

### 3.1.7.1. Usos significativos de energía considerando el consumo de electricidad

Los motores eléctricos son los equipos más utilizados en la extracción de aceite de palma en la Empresa Palmeras de los Andes. Asumiendo que funcionan de acuerdo a sus cargas nominales, la electricidad que utilizan se determina en función de las potencias nominales que constan en los datos de placa, multiplicado por las horas de trabajo, el factor de carga a la que trabajan y su eficiencia nominal. La Figura 65 muestra el consumo de electricidad de los motores eléctricos por proceso productivo.

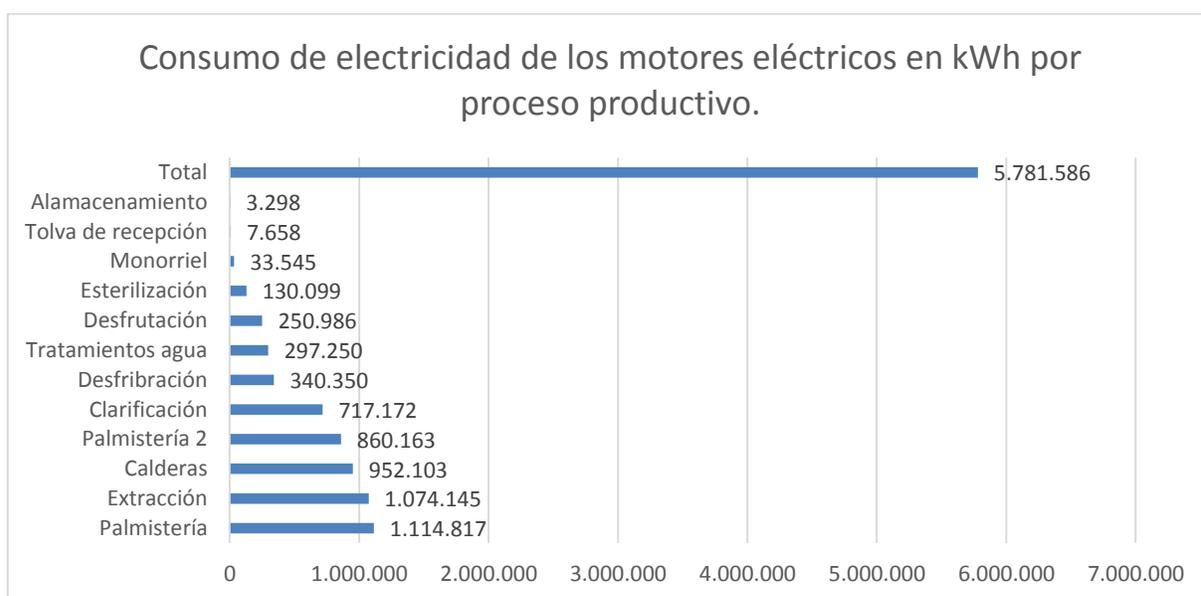


Figura 65. Consumo de electricidad de motores eléctricos por proceso productivo de la Planta Industrial Palmeras de los Andes en 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

Los resultados de la Figura 65 indican que los motores eléctricos de todo el proceso productivo han consumido en 2016 un total de 5.781.586 kWh. Aplicando el principio de Pareto, que considera como usos significativos al 20% de los sistemas que consumen el 80% de la energía, se logró identificar que los procesos de palmistería, extracción, calderas, y clarificación son los principales usuarios de la electricidad. Ver Figura 66.

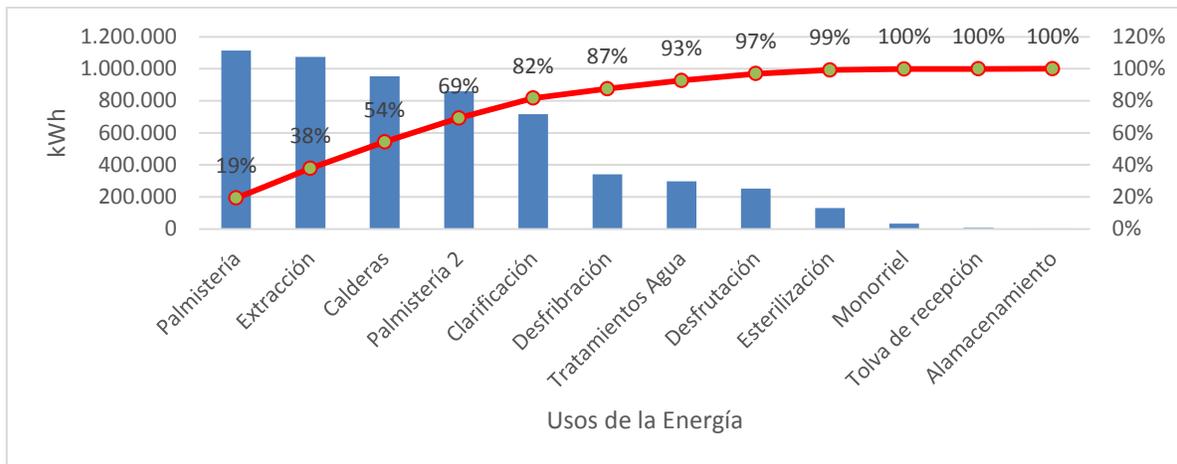


Figura 66. Diagrama de Pareto de usos significativos de electricidad por proceso de la Planta Industrial Palmeras de los Andes, año 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.7.2. Usos significativos de energía considerando el consumo del vapor de alta y baja presión

El principal uso final del vapor de alta presión está determinado para la generación de energía eléctrica mediante la turbina de contrapresión, mientras que el vapor de baja presión para los procesos de palmistería, clarificación, extracción, calentamiento del agua de reposición a las calderas y esterilización del fruto. De la información dada por la empresa de las 28 toneladas de vapor a baja presión disponibles, la esterilización resalta como mayor consumidor. Ver Figura 67.

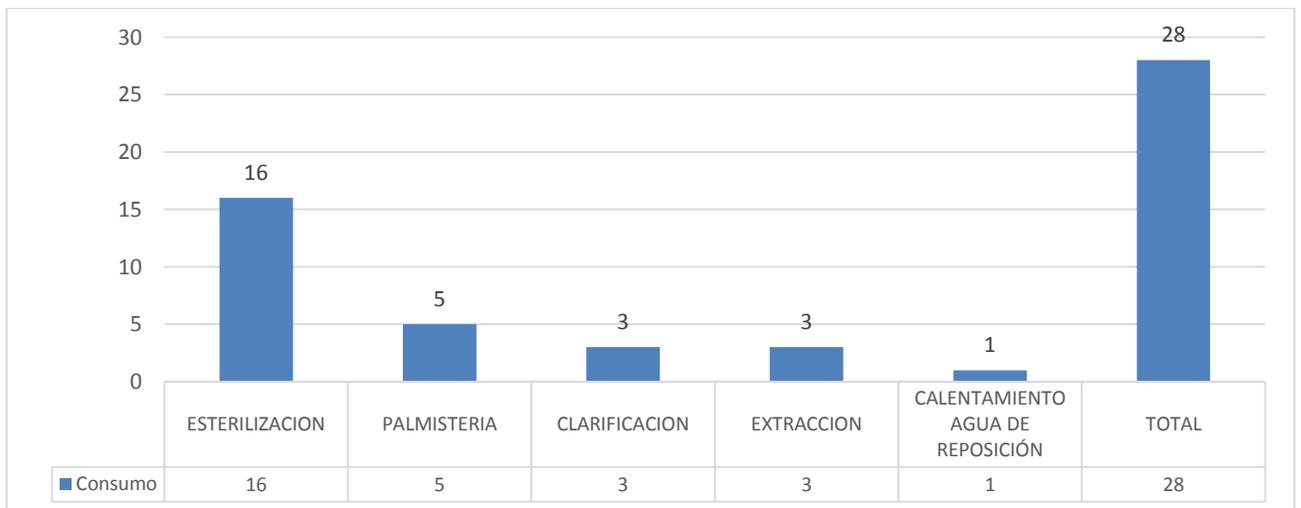


Figura 67. Consumo de vapor de baja presión en t/h.  
(Fuente: Palmeras de los Andes)

### **3.1.7.3. Usos significativos de energía considerando el uso de fibra y cuesco**

La fibra y el cuesco es el principal combustible utilizado para alimentar las calderas que generan el vapor de alta presión para la turbina de contrapresión y representan el 99% de la energía primaria que utiliza la planta. La totalidad de la fibra es utilizada por la caldera Vincke, mientras que el cuesco se reparte entre la caldera Towler y Distral que generan 15, 8 y 5 t/h de vapor respectivamente.

### **3.1.7.4. Usos significativos de energía considerando el uso de diésel**

El diésel es utilizado principalmente para la generación de energía eléctrica mediante el uso de motores diésel, y representa solo el 1% del consumo total de energía térmica primaria de Palmeras de los Andes.

### **3.1.8. Análisis de variables relevantes que afectan a los USEn**

Como se indicó en el marco teórico, las variables relevantes son aquellas que afectan a los USEn identificados en las áreas, procesos o equipos de la planta. Para el caso de Palmeras de los Andes se consideran las siguientes:

Tabla 17. Procesos y variables relevantes de Palmeras de los Andes.

<b>Procesos</b>	<b>Energético</b>	<b>Variable significativa</b>
Producción de vapor	Fibra y cuesco	Vapor producido (t)
Generación de electricidad turbo vapor	Vapor	kWhe generados
Generación de electricidad diésel	Diésel	kWhe generados
Extracción	Vapor y electricidad	Aceite producido (t)

(Fuente: Elaboración propia.)

### **3.1.9. Línea base energética e indicadores de desempeño energético de Palmeras de los Andes**

#### **3.1.9.1. Líneas de base energética (LBEn)**

La línea base energética del 2016 de la empresa se establece relacionado el consumo total de energía eléctrica y la producción de aceite. La Tabla 18 indica el consumo de energía eléctrica por fuentes en kWhe y la producción de aceite en toneladas que ha tenido la empresa durante el 2016.

Tabla 18. Datos mensuales del consumo de energía y producción de aceite extraído.

Mes	Energía eléctrica de servicio público (kWhe)	Energía eléctrica de generación diésel (kWhe)	Energía eléctrica de generación turbo vapor (kWhe)	Consumo total real de energía eléctrica (kWhe)	Producción total de aceite (t)
01/01/2016	152.147	38.475	191.163	381.785	3.234
01/02/2016	116.989	11.115	327.771	455.875	3.092
01/03/2016	114.029	10.474	349.730	474.233	3.254
01/04/2016	90.409	28.215	403.786	522.410	3.628
01/05/2016	129.855	13.466	415.379	558.700	3.922
01/06/2016	140.894	9.405	402.420	552.719	4.539
01/07/2016	145.798	33.345	381.960	561.103	3.895
01/08/2016	122.518	8.764	344.440	475.722	3.564
01/09/2016	122.737	12.184	309.477	444.398	3.008
01/10/2016	126.484	15.176	335.497	477.157	3.351
01/11/2016	120.552	28.215	266.181	414.948	3.034
01/12/2016	114.051	43.391	313.973	471.415	2.916

(Fuente: Palmeras de los Andes)

El Departamento de Energía de Estados Unidos ha desarrollado la herramienta *Energy Performance Indicator V4.0* (EnPI V4.0) que ayuda a las empresas industriales a obtener una imagen del uso de la energía dentro de sus instalaciones, así como, una lectura precisa del efecto de los esfuerzos de la EE, y realizar el seguimiento del rendimiento energético [22]. La herramienta ayuda a las Organizaciones a calcular los indicadores de rendimiento energético tomando en cuenta variables como el clima, la producción, etc. Para esto emplea el análisis de regresión que es una técnica estadística que estima las relaciones entre variables, que para el propósito de Palmeras de los Andes interesa observar la relación entre el consumo de energía y la producción de aceite.

Una vez instalado el programa EnPI V4.0 en el computador, se ingresan los datos del consumo de electricidad, los de producción y el periodo o año de referencia a fin de calcular los valores de p-value,  $R^2$ , la ecuación del modelo y los gráficos de las variables de producción en función del flujo de energía.

El programa EnPI V4.0 considera un modelo apropiado cuando cumple los siguientes criterios [22]:

1. p-value menor que 0.1
2. R<sup>2</sup> mayor a 0.5

La Tabla 19 muestra ejemplos de modelos de regresión realizados con el programa EnPI V4.0 para el consumo de electricidad con variables de producción, grados día de calefacción (HDD) y de refrigeración (CDD). El modelo resaltado en verde es aquel que tiene el valor más alto de R<sup>2</sup>. Para cualquiera de los casos, si el modelo es verdadero (TRUE) significa que es válido y que cumple con los criterios de p-value y R<sup>2</sup>.

Tabla 19. Ejemplos de resultados modelos de regresión con EnPI V4.0

Model Number	Model is Appropriate for SEP	Variables	Variable p-Values	R2	Adjusted R2	Model p-Value	Formula
7	TRUE	Production HDD CDD	0.0000 0.0826 0.0336	0.9398	0.9172	0.0000	(0.0378934327071224 *
5	TRUE	Production CDD	0.0000 0.1928	0.9102	0.8902	0.0000	(0.0344023534416196 *
1	TRUE	Production	0.0000	0.8904	0.8794	0.0000	(0.0344390588980382 *
4	FALSE	Production HDD	0.0000 0.9655	0.8904	0.8661	0.0000	(0.0345046854159836 *
6	FALSE	HDD CDD	0.3521 0.7167	0.1163	-0.0801	0.5734	(-0.196202130615188 *

(Fuente: EnPI V4.0 User Manual [22].)

El p-value representa la probabilidad que un valor derivado no este correlacionado con otro valor. Esta estadística se usa para determinar la importancia de un resultado modelado, y consecuentemente un valor de p-value bajo representa una alta correlación entre dos variables [22].

Por otro lado, el Protocolo Internacional de Medida y Verificación indica que para evaluar la precisión de un modelo consiste en examinar el coeficiente de correlación R<sup>2</sup>, que refleja la medida en que un modelo de regresión explica las variaciones observadas en la variable dependiente respecto a su valor medio. El intervalo de valores posibles para R<sup>2</sup> es de 0,0 a 1,0. Un R<sup>2</sup> de 0,0 significa que el modelo no explica ninguna de las variaciones, por lo tanto, el modelo no ofrece ninguna pista para comprender las variaciones en el eje Y. Un R<sup>2</sup> de 1,0 significa que el modelo explica el 100% de las variaciones observadas en Y [23].

En general, cuando mayor sea R<sup>2</sup>, más posibilidades tendrá el modelo de describir la relación de las variables independientes y la variable dependiente. Aunque no existe ningún estándar universal para un valor mínimo aceptable de R<sup>2</sup>, 0,75 se suele considerar como un

indicador razonable de una buena relación causal entre la energía y las variables independientes. Los modelos no tienen que ser aceptados o rechazados basándose únicamente en  $R^2$  [23].

Cuando se utilizan modelos de regresión, pueden aparecer diversos tipos de error como los que se relacionan a continuación [23]:

- Uso de datos fuera del intervalo

Si se construye el modelo sobre datos que no son representativos del comportamiento habitual de la energía en la instalación, no se podrá confiar en la modelación. Existe la posibilidad de que aparezcan datos atípicos o datos que se encuentran fuera del rango de valores normales por lo que habrá que cribar los datos antes de utilizarlos para construir el modelo.

- Omisión de variables relevantes

El enfoque práctico consiste en incluir sólo las variables independientes que se consideren que tienen un impacto significativo sobre la energía. Omitir una variable independiente relevante podría provocar graves errores.

- Inclusión de variables irrelevantes

Algunas veces los modelos incluyen variables independientes irrelevantes. Si la variable irrelevante no tiene relación (correlación) con las variables relevantes incluidas, el impacto sobre el modelo será mínimo. Sin embargo, si la variable irrelevante está relacionada con otras variables relevantes del modelo, hará que el impacto de las variables relevantes esté sesgado. Para juzgar la relevancia de las variables independientes se requiere tanto experiencia como intuición.

- Forma funcional

Es posible modelizar una relación utilizando una forma funcional incorrecta. Por ejemplo una relación lineal podría utilizarse de forma incorrecta al modelizar una relación física subyacente que no es lineal. Como el consumo de electricidad y la temperatura ambiente tienen tendencia a una relación no lineal con la temperatura exterior durante un periodo de un año en edificios con calefacción y refrigeración eléctrica. Modelizar esta relación no lineal con un único modelo lineal introducirá errores innecesarios.

- Carencia de datos

Los errores también pueden ser debidos a la falta de suficientes datos tanto en términos de cantidad (es decir, pocos puntos de datos) como de tiempo (utilizar los meses de verano del modelo e intentar extrapolarlos a los meses de invierno).

Los datos utilizados en la modelización deberán ser representativos de la variedad de operaciones que se realizan en la instalación.

El periodo temporal cubierto por el modelo tiene que incluir varias estaciones del año, tipos de utilización, etc. Esto podría implicar la ampliación de los periodos temporales utilizados o el aumento de los tamaños de las muestras.

La Tabla 20 presenta el resumen de los resultados del análisis de regresión entre el consumo de energía por fuentes y la producción de aceite de Palmeras de los Andes calculados con EnPI V4.0. Incluye el análisis de regresión para el consumo de energía total.

Tabla 20. Resultados de análisis de regresión entre fuentes de energía y producción de aceite.

<b>Modelo</b>	<b>Fuente Energía</b>	<b>Variable</b>	<b>p-value</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Modelo Apropriado</b>
1	Diésel	Toneladas de Aceite	0,3519	0,0870	Falso
2	Servicio Público	Toneladas de Aceite	0,2686	0,1207	Falso
3	Turbo Vapor	Toneladas de Aceite	0,0158	0,4568	Falso
4	Todas las fuentes.	Tonelada de Aceite.	0,0021	0,6291	Verdadero

(Fuente: Elaboración propia.)

De acuerdo a los resultados de la Tabla 20, el modelo número 4 es válido y es cuando se considera la suma de todas las fuentes de energía. La Figura 68 representa una idea de la correlación que existe en este modelo entre el consumo de energía total y la producción de aceite como variable principal. Tal y como se puede observar, la energía y la producción siguen un perfil similar a lo largo del periodo de referencia. Cuando esto ocurre se presume que habrá correlación entre la variable principal y el consumo de energía y se podrá usar la recta de regresión obtenida que se indica en la Figura 69 como modelo de correlación para proyectar o estimar consumo futuros como referencia y, de ese modo, determinar los ahorros con la evaluación respecto a la medición real del consumo de energía.

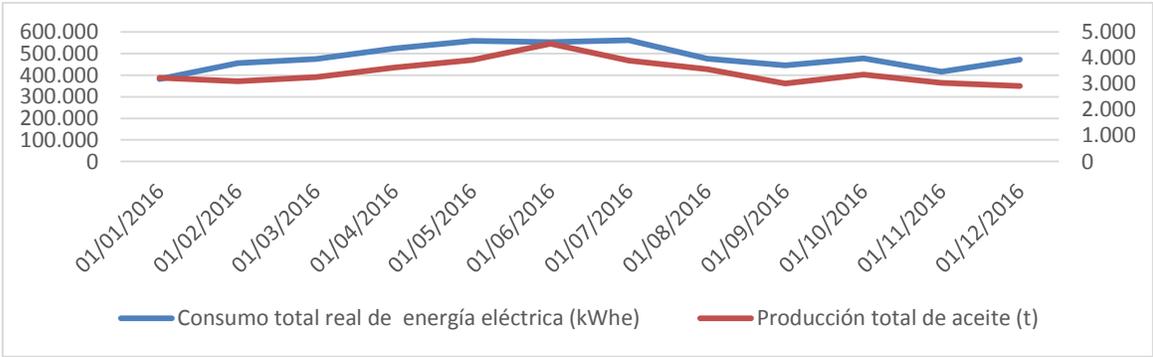


Figura 68. Consumo mensual de energía en relación con la producción de aceite extraído. (Fuente: Elaboración propia.)

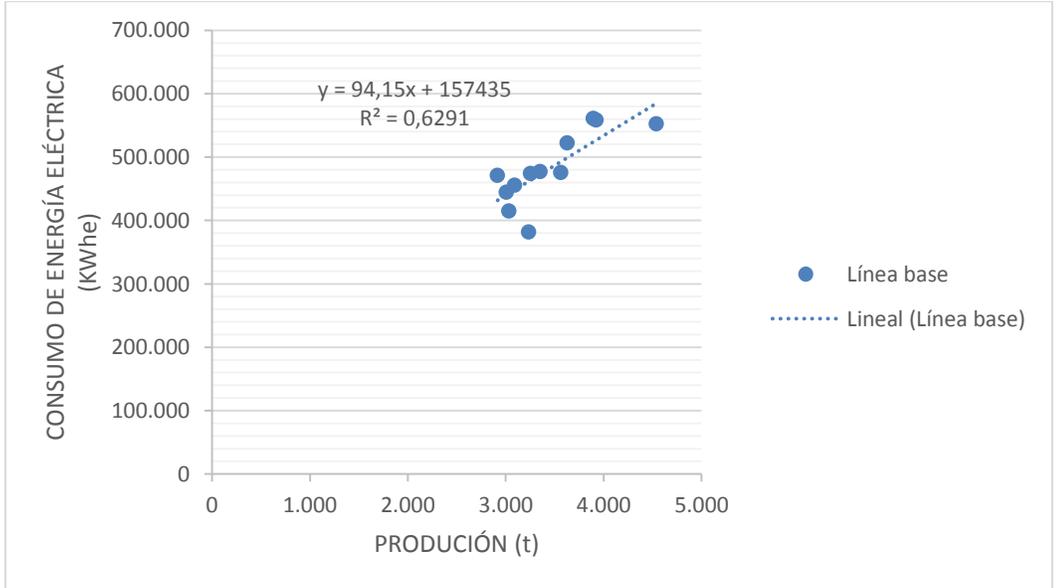


Figura 69. Modelo de la línea base energética. (Fuente: Elaboración propia.)

La ecuación del modelo de la LBE<sub>n</sub> es de la forma  $y = 94,15x + 157.435$ , donde:

$y = \text{consumo de energía}$  [kWhe]

$a = \text{tasa de consumo de energía}$  [kWhe/t]

$x = \text{producción de aceite}$  [t]

$b = \text{energía no asociada a la producción}$ <sup>7</sup> [kWhe]

La Tabla 21 indica los ahorros totales de electricidad calculados según lo indicado en el marco teórico como la diferencia entre el consumo total de energía eléctrica real y el consumo de energía eléctrica proyectada con el modelo de la LBE<sub>n</sub>.

Tabla 21. Estimación del consumo y ahorros totales de energía.

Mes	Consumo total real de energía eléctrica (kWhe)	Producción de aceite (t)	Consumo de energía eléctrica proyectado (kWhe)	Ahorros totales = energía eléctrica real - energía eléctrica proyectada (kWhe)
01/01/2016	381.785	3.234	461.883	-80.098
01/02/2016	455.875	3.092	448.564	7.311
01/03/2016	474.233	3.254	463.781	10.452
01/04/2016	522.410	3.628	498.971	23.439
01/05/2016	558.700	3.922	526.734	31.967
01/06/2016	552.719	4.539	584.784	-32.065
01/07/2016	561.103	3.895	524.182	36.921
01/08/2016	475.722	3.564	493.009	-17.287
01/09/2016	444.398	3.008	440.637	3.760
01/10/2016	477.157	3.351	472.937	4.220
01/11/2016	414.948	3.034	443.058	-28.110
01/12/2016	471.415	2.916	431.936	39.479

(Fuente: Elaboración propia.)

En la Figura 70 se observa como el consumo de energía proyectado, determinado con la ecuación del modelo de la LBE<sub>n</sub>, se aproxima al patrón real del consumo que más adelante ayudará a calcular los consumos de energía para el siguiente año.

<sup>7</sup> Corresponde a la energía que sería necesaria cuando la producción es igual cero.

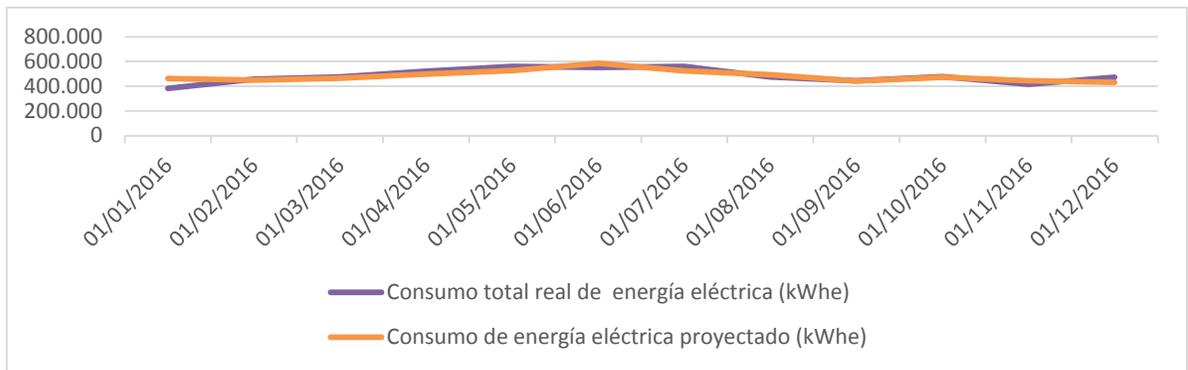


Figura 70. Consumo de energía real versus consumo proyectado.  
(Fuente: Elaboración propia.)

Los valores positivos de la columna “ahorros totales” de la Tabla 21 indican que se está utilizando más energía de lo esperado, mientras que los valores negativos representan un ahorro de energía y con los que se determina la LME que se presenta a continuación en la Figura 71.

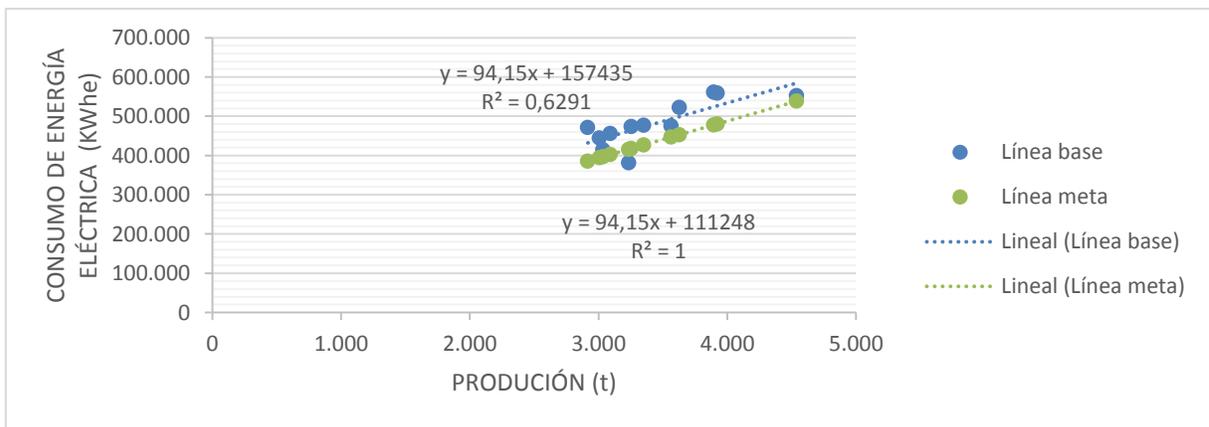


Figura 71. Línea base energética y meta de la Planta Industrial Palmeras de los Andes considerando el consumo de energía real y las toneladas de aceite extraído.  
(Fuente: Elaboración propia.)

Conociendo la LBE y LME se identifica una primera oportunidad de ahorro de energía de 46.187 kWhe/mes, calculada a partir de la diferencia de los términos independientes de la línea base y meta respectivamente. Esta energía se la puede gestionar con una mínima inversión, por ejemplo, mediante la reducción de equipos que están encendidos innecesariamente cuando la planta no se encuentra en operación o no se produce aceite. Además de esta oportunidad de ahorro se identificaron otras opciones para reducir el consumo de energía que se identifican y registran más adelante. El requerimiento de

toneladas de aceite para el año 2017 permite estimar el consumo de energía necesario para alcanzar esos niveles de producción. Ver Tabla 22.

Tabla 22. Proyección del consumo de energía de Palmeras de los Andes para la producción de aceite planificada para el año 2017.

2017	Producción de aceite (t)	Proyección del consumo de energía (kWhe)
ene-17	1.336	283.208
feb-17	1.084	259.466
mar-17	1.121	262.942
abr-17	1.103	261.314
may-17	1.043	255.627
jun-17	994	251.026
jul-17	947	246.635
ago-17	739	226.982
sep-17	745	227.580
oct-17	862	238.631
nov-17	863	238.665
dic-17	1.047	256.041

(Fuente: Elaboración propia.)

En la Figura 72 se representa la proyección del consumo de energía mensual que se necesita en el 2017. Se observa que el requerimiento de electricidad es menor con respecto a la que se utilizó en el 2016 debido principalmente a la disminución de los niveles de producción.

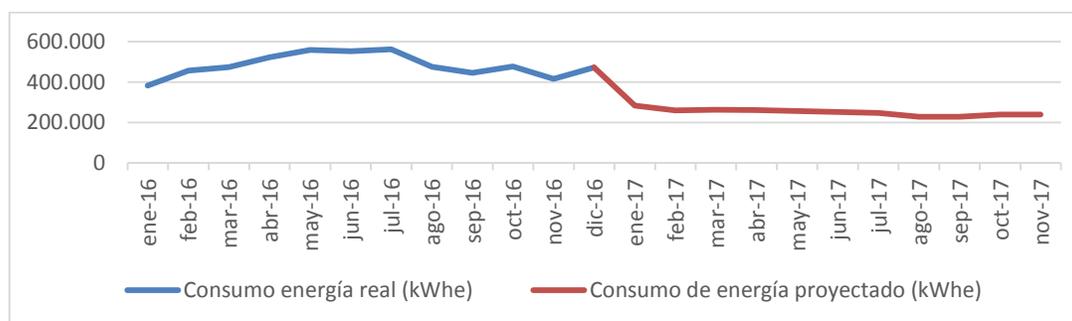


Figura 72. Proyección del consumo de energía de Palmeras de los Andes para el año 2017. (Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.9.2. Indicadores de desempeño energético (IDEn)

Palmeras de los Andes debe determinar indicadores para monitorear su desempeño energético, y puede calcularse anualmente, mensualmente o en el periodo que se

especifique. La Tabla 23 presenta el IDEn de Palmeras de los Andes para el monitoreo del desempeño, considerando el consumo de energía real con las toneladas de aceite extraído en 2016. Se incluye el índice de intensidad energética (IIE) como el cociente entre la energía real y la proyectada.

Tabla 23. Indicadores para el monitorio mensual del desempeño energético del Palmeras de los Andes.

Año	Producción de aceite (t)	Consumo real de energía (kWhe)	Consumo de energía proyectado (kWhe)	IDEn (kWhe/t)	IIE	IIE estándar
01/01/2016	3.234	381.785	461.883	118	0,83	1
01/02/2016	3.092	455.875	448.564	147	1,02	1
01/03/2016	3.254	474.233	463.781	146	1,02	1
01/04/2016	3.628	522.410	498.971	144	1,05	1
01/05/2016	3.922	558.700	526.734	142	1,06	1
01/06/2016	4.539	552.719	584.784	122	0,95	1
01/07/2016	3.895	561.103	524.182	144	1,07	1
01/08/2016	3.564	475.722	493.009	133	0,96	1
01/09/2016	3.008	444.398	440.637	148	1,01	1
01/10/2016	3.351	477.157	472.937	142	1,01	1
01/11/2016	3.034	414.948	443.058	137	0,94	1
01/12/2016	2.916	471.415	431.936	162	1,09	1

(Fuente: Elaboración propia.)

La variación del IDEn y del IIE dentro del periodo de estudio se muestra en la Figura 73 donde se observa que el mejor rendimiento fue en enero del 2016. Siempre que los indicadores se encuentren por debajo del IIE estándar significa que hay ahorros de energía.

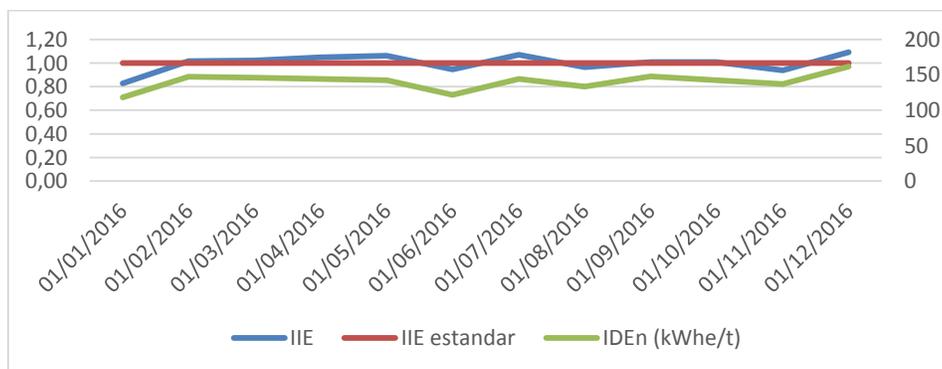


Figura 73. Índice de intensidad energética y estándar.  
(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 74 indica la variación del IDEn en función de la producción de aceite extraído.

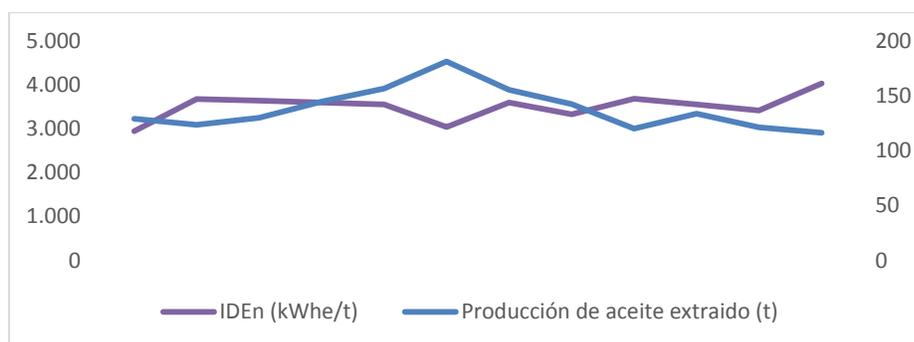


Figura 74. Variación del IDEn mensual durante el 2016.  
(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.10. Identificación de oportunidades de mejora en Palmeras de los Andes

La primera oportunidad de mejora que se identificó fue la que se podía gestionar cuando la producción de aceite es igual a cero y que de algún modo no requieren una alta inversión monetaria. Por otro lado existen otras opciones de mejora para reducir el consumo de energía eléctrica y térmica que necesitan de una inversión económica entre las cuales se pudo identificar las siguientes:

- Opción 1: sustituir el consumo parcial de electricidad del servicio público por incremento generación eléctrica turbo vapor.
- Opción 2: reemplazo de aislamiento en esterilizadores para reducir el consumo de cuesco para utilizarlo como combustible en el incremento de generación de electricidad turbo vapor.
- Opción 3: recuperación de condensados del proceso de palmistería para reducir el consumo de electricidad al disminuir la cantidad de agua bombeada hacia las calderas.

#### 3.1.10.1. Opción 1

Como se observó en la Figura 58, el consumo total de energía eléctrica en 2016 fue de 5.790.465 kWh, de los cuales 1.496.463 kWh fue del servicio público, 252.225 kWh de la generación eléctrica a diésel y 4.041.777 kWh de la generación eléctrica turbo vapor. Para

desplazar la totalidad de la electricidad del servicio público por generación turbo vapor implica que esta última debe incrementarse de 4.041.777 kWhe/año a 5.538.240 kWhe/año. Para determinar la viabilidad técnica de esta alternativa de mejora implica hacer un análisis del rendimiento actual de la turbina, determinar el incremento del flujo de vapor y calcular el combustible necesario que permita generar esa cantidad de electricidad.

Se conoce de los datos de placa que el turbo generador alcanza un ASR de 23 kg/kWhe a las condiciones de entrada de 20 bar y 3 bar como presión de salida, no obstante, se calculará el ASR a la condiciones reales de operación para evaluar el rendimiento de la turbina. Ver Tabla 24.

Tabla 24. Condiciones reales de operación de la turbina de la planta Palmeras de los Andes.

Condiciones	Presión (bar)	Temperatura (°C)
Entrada	21	280
Salida	2,8	142

(Fuente: Elaboración propia.)

Para calcular el ASR real se utiliza la siguiente ecuación [21]:

$$P = \dot{m}_{vapor} * (h_{evapor} - h_{svapor}) * \eta_e * \eta_i$$

Donde:

$P$ : potencia [kW]

$\dot{m}_{vapor}$ : flujo de vapor [kg/h]

$h_{evapor}$ : entalpía de entrada del vapor [kJ/kg]

$h_{svapor}$ : entalpía de salida del vapor [kJ/kg]

$\eta_e$ : rendimiento electromecánico [%]

$\eta_i$ : rendimiento isentrópico [%]

$h_i$ : entalpía isentrópica [kJ/kg]

El  $\eta_i$  se calcula como la relación entre el salto entálpico real y el ideal siguiendo la siguiente ecuación:

$$\eta_i = \frac{h_{evapor} - h_{svapor}}{h_{evapor} - h_i}$$

Para los cálculos, la Tabla 25 muestra las propiedades del vapor a las condiciones de presión y temperatura reales de la turbina.

Tabla 25. Propiedades del vapor a las condiciones de presión y temperatura reales de la turbina.

<b>Propiedades Termodinámicas</b>	<b>h kJ/kg</b>	<b>s kJ/kg*K</b>	<b>sg kJ/kg*K</b>	<b>sf kJ/kg*K</b>	<b>sfg kJ/kg*K</b>	<b>hg kJ/kg</b>	<b>hf kJ/kg</b>	<b>hfg kJ/kg</b>
Entrada	2.970,50	6,63	—	—	—	—	—	—
Salida	2.735,9	6,91	6,99	1,76	5,23	2.735,9	597,3	2.138,6

(Fuente: [https://www4.eere.energy.gov/manufacturing/tech\\_deployment/amo\\_steam\\_tool/propSaturated](https://www4.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/amo_steam_tool/propSaturated) [22].)

Para el cálculo entalpía isentrópica ( $h_i$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$h_i = h_f + x * (h_g - h_f)$$

Dónde:

$h_i$ : entalpía isentrópica [kJ/kgK]

$h_f$ : entalpía líquido saturado [kJ/kgK]

$x$ : calidad

$h_g$ : entalpía vapor saturado [kJ/kg]

Para el cálculo de la calidad ( $x$ ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$x = (s_e - s_i) / (s_g - s_f)$$

Donde:

$s_e$ : entropía de entrada [kJ/kgK]

$s_i$ : entropía de salida [kJ/kgK]

$s_g$ : entropía de vapor saturado [kJ/kgK]

$s_f$ : entropía de líquido saturado [kJ/kgK]

Por lo tanto,

$$x = \frac{6,63 - 1,76}{6,99 - 1,76} = 0,93$$

$$h_i = 597,3 + 0,93 * (2.735,9 - 597,3) = 2.588,30 \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$$

$$\eta_i = \frac{2.970,5 - 2.735,9}{2.970,5 - 2.588,3} = 0,61$$

$$ASR = \frac{3.600}{(2.970,5 - 2.735,9) * 0,95 * 0,61} = 26,32 \left[ \frac{kg}{kWh} \right]$$

El resultado del ASR determina que el rendimiento real de la turbina es de 26,32 kg/kWh y en consecuencia se necesita producir 26,32 t/h de vapor para aprovechar su potencia instalada de 1.000 kWh. Esta potencia puede generar para 5.280 horas de operación 5.280.000 kWh/año, lo que permitiría reducir el consumo de electricidad del servicio público en 83%.

La caldera Vyncke genera 15t/h de vapor utilizando como combustible fibra, mientras que la caldera Towler 8 t/h utilizando cascarilla, la cual se quiere sustituir por otra que genere hasta 15 t/h (Ver Anexo 5).

Para calcular las cantidades de fibra que utiliza la caldera Vyncke y el cuesco que utilizará la nueva caldera se aplica la siguiente ecuación:

$$\eta_c = \frac{\dot{m}_{vapor} \times (h_{evapor} - h_{agua})}{\dot{m}_{comb} \times PCI}$$

Donde:

$\eta_c$ : eficiencia de la caldera [%]

$\dot{m}_{vapor}$ : flujo de vapor [kg/h]

$h_{evapor}$ : entalpia de entrada del vapor [kJ/kg]

$h_{agua}$ : entalpia del agua de reposición [kJ/kg]

$\dot{m}_{comb}$ : flujo de combustible [kg/h]

$PCI$ : poder calórico inferior del combustible [kJ/kg]

Adicionalmente se consideran los siguientes parámetros:

- Poder calórico fibra: 11.297 kJ/kg.
- Poder calórico cuesco: 16.736 kJ/kg.

- Eficiencia caldera nueva: 85%
- Eficiencia caldera Vyncke:70%
- Temperatura del vapor caldera Vyncke: 280 °C
- Temperatura del vapor caldera nueva: 300 °C
- Temperatura del agua de alimentación: 80°

Consumo de fibra de la caldera Vyncke para generar 15t/h de vapor.

$$\dot{m}_{comb} = \frac{15.000(kg/h) \times (2.970,50 - 335,1)(kJ/kg)}{0,70 \times 11.297(kJ/kg)}$$

$$\dot{m}_{comb} = 4.998,33 \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

Consumo de cuesco de la caldera nueva para generar 11,32t/h de vapor.

$$\dot{m}_{comb} = \frac{11.320(kg/h) \times (3.015,5 - 335,1)(kJ/kg)}{0,85 \times 16.736(kJ/kg)}$$

$$\dot{m}_{comb} = 2.132,92 \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

Estos resultados determinan que la nueva caldera requiere 11.261,84t de cuesco, mientras que la caldera Vyncke 26.394,32t para generar las 26,32 t/h de vapor que necesita la turbina. Por otro para determinar el consumo de cuesco de la caldera Distral la cual genera 5t/h de vapor saturado para los procesos térmicos productivos de la planta, se considera los siguientes parámetros de operación:

- Eficiencia de la caldera: 70 %
- Temperatura del agua de alimentación: 80°C
- Presión de la caldera: 3 bar
- Flujo de vapor: 5t/h
- Temperatura del vapor: 140 °C

Por lo tanto,

$$\dot{m}_{comb} = \frac{5.000 (kg/h) \times (2.733,3 - 335,1)(kJ/kg)}{0,70 \times 16.736 (kJ/kg)}$$

$$\dot{m}_{comb} = 1.023,54 \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

Por su parte esta caldera requiere para su operación 5.404,3t de cuesco para 5.280 horas de operación. La Tabla 26 muestra el resumen de los consumos de fibra y cuesco en 2016 de las tres calderas, donde se observa que existe un faltante de cuesco de 2.068,14t que se puede reducir aplicando las alternativas de mejora que se indican más adelante o si es necesario se la podría adquirir de alguna otra extractora cercana.

Tabla 26. Consumo y disponibilidad de fibra y cascarilla en Palmeras de los Andes en 2016 para generación de electricidad turbo vapor.

Descripción	Toneladas	Toneladas
<b>Fibra producida</b>	28.814	
<b>Cascarilla producida</b>		14.598
<b>Consumo caldera Vyncke</b>	26.394,32	
<b>Consumo caldera nueva</b>		11.261,84
<b>Consumo caldera Distral</b>		5.404,3
<b>Disponible</b>	2.419,68	-2.068,14

(Fuente: Palmeras de los Andes)

Para la evaluación económica de esta oportunidad de mejora se considera lo siguiente:

- Inversión nueva caldera<sup>8</sup>:  
*USD 700.000*
- Costo anual por incremento de generación turbo vapor:  
 $0,06 \left( \frac{USD}{kWhe} \right) * 1.238.223 kWhe = USD 74.293,38$
- Total costos: *USD 774.293,38*

Por otro lado, los ingresos tienen que ver con el ahorro de energía eléctrica no comprada a la red del servicio público. La Figura 75 muestra la demanda horaria de electricidad de la planta

<sup>8</sup> Cotización realizada por Palmeras de los Andes.

en 2016, donde 831.446 kWh se consumen en el horario de 22h-08h, 429.712 kWh de 08h-18h y 184.831 kWh de 18h-22h.

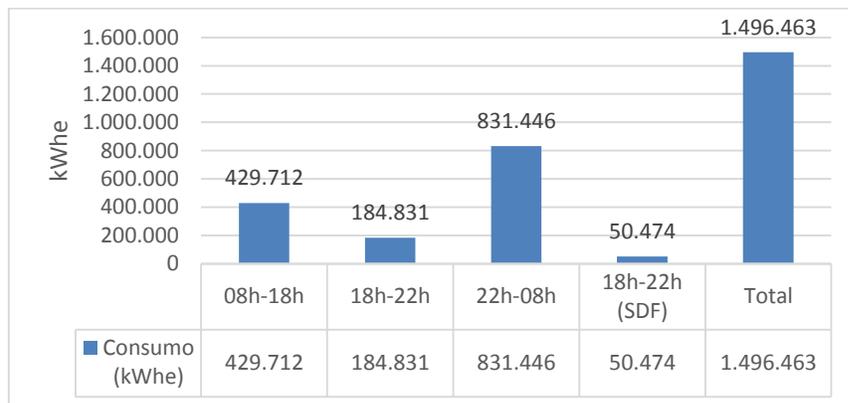


Figura 75. Demanda horaria de electricidad de servicio público de Palmeras de los Andes en 2016.

(Fuente: Elaboración propia.)

La Figura 76 indica que de la totalidad de electricidad que la planta ha comprado a CNEL Esmeraldas en 2016, el 12% se consume entre las 18h y 22h que es el horario de mayor demanda en el país y donde el precio de la electricidad se incrementa en el sector industrial de 0,09 a 0.105 USD/kWh.

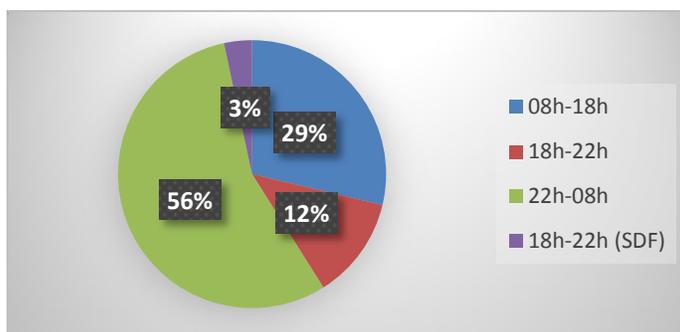


Figura 76. Demanda horaria del consumo de electricidad del servicio público del 2016.

(Fuente: Elaboración propia.)

Con estas consideraciones el ahorro de electricidad no comprada a la red resulta de la eliminación del consumo en el horario de 18h-22h, de 22h-08h y una parte en la jornada de 08h-18h.

Por lo tanto se tiene:

$$184.831 kWh \cdot 0,105 \left( \frac{USD}{kWh} \right) + 831.446 kWh \cdot 0,09 \left( \frac{USD}{kWh} \right) + 221.946 kWh \cdot 0,09 \left( \frac{USD}{kWh} \right) = USD 114.212,5$$

$$Payback = \frac{Costos}{Ahorros} = \frac{774.293,38}{114.212,5} \approx 7 \text{ años}$$

Tabla 27. Resumen del análisis económico del proyecto de reducción del consumo de energía del servicio público por incremento de la generación turbo vapor.

<b>Costos</b>	<b>USD</b>
Inversión nueva caldera	700.000
Costo por incremento de generación turbo vapor	74.293,38
<b>Total costos</b>	<b>774.293,38</b>
<b>Ahorros</b>	<b>USD</b>
Ahorro de electricidad no comprada a la red	114.212,5
<b>Total ahorros</b>	<b>114.212,5</b>
<b>Periodo de repago</b>	<b>7 años</b>

(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.10.2. Opción 2

El personal de la planta ha observado como una opción de mejora el aprovechamiento del condensado que proviene del secado de almendras y nueces del proceso de palmistería, que actualmente es arrojado por la alcantarilla. La idea de aprovechar el condensado es ahorrar electricidad al reducir la cantidad de agua bombeada hacia las calderas, ahorrar el consumo de cuesco y reducir el costo del tratamiento de agua. Con la ayuda de una cámara termográfica se identificó que la temperatura superficial por donde se descarga el condensado alcanza 127°C, mientras que el líquido 97 °C. Ver Figura 77.

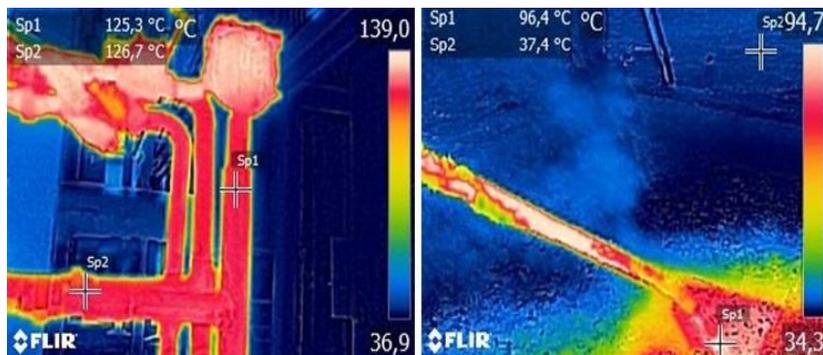


Figura 77. Termografía realizada a la tubería de descarga de condensado del proceso de palmistería. (Fuente: Elaboración propia.)

La tasa flujo de condensado es 0,32 l/s o 0,32 kg/s, que se determinó aplicando el método de cubeta y cronómetro, mismo que consiste en medir el tiempo para llenar un recipiente de 1l con el condensado que sale de la tubería de descarga. La Tabla 28 resume las condiciones de salida del condensado del proceso de palmistería.

Tabla 28. Condiciones de salida del condensado del proceso de palmistería de la Planta Palmeras de los Andes.

Descripción	Valor	Unidad
Temperatura de salida de condensado.	97	°C
Temperatura del agua de reposición a la caldera.	80	°C
Flujo de condensado	0,32	kg/s
Entalpia de salida condensado	406,40	kJ/kg
Entalpia del agua de reposición.	335,1	kJ/kg

(Fuente: Elaboración propia.)

Para calcular las pérdidas de calor por el desperdicio del condensado se utiliza la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = \dot{m}c * (hc - h_{agua})$$

Dónde:

$$\dot{Q}: \text{pérdidas de calor} \quad [kJ/s]$$

$$\dot{m}c: \text{flujo de condensado} \quad [kg/s]$$

$$hc: \text{entalpía salida de condensado} \quad [kJ/kg]$$

$$h_{agua}: \text{entalpía agua de reposición} \quad [kJ/kg]$$

$$\dot{Q} = \frac{0,32kg}{s} * \left( \frac{406,4kJ}{kg} - \frac{335,1kJ}{kg} \right) = 22,8 [kJ/s] = 22,8 [kW]$$

La implementación de esta opción de mejora puede ayudar a reducir el consumo de 37 toneladas de cuesco por año.

$$\begin{aligned} \text{Cuesco ahorrado} &= 22,8 \text{ kW} * 3.600 \frac{s}{h} * \frac{1 \text{ kg}}{16.736 \text{ kJ}} \times 5.280 \times \frac{1}{0,70} \times \frac{h}{\text{año}} \times \frac{t}{1.000kg} \\ &= 37 \left[ \frac{t}{\text{año}} \right] \end{aligned}$$

Los ahorros económicos por la implementación de esta opción de mejora resultan por evitar la compra de cuesco.

$$\text{Ahorro económico} = 37 \frac{t}{\text{año}} \times 15 \frac{\text{USD}}{t} = 555 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

Para calcular el ahorro de electricidad, se conoce que la potencia de los motores uno y dos de las bombas de alimentación de agua que permite generar 23 t/h de vapor es de 30 kW cada una, por consiguiente se tiene una potencia instalada de bombeo de agua de 60 kW (Ver Anexo 6).

Relacionado la producción de vapor y la potencia instalada de bombeo resulta que el consumo de energía eléctrica por metro cúbico de agua bombeada es de aproximadamente 2,6 kWh/m<sup>3</sup>. Ver Tabla 29.

Tabla 29. Consumo de electricidad por metro cúbico de agua bombeada hacia la caldera.

Descripción	Valor	Unidad
Generación de vapor caldera Vyncke.	23	t/h
Densidad del agua.	1.000	kg/m <sup>3</sup>
Flujo de agua requerido para generación de vapor.	23	m <sup>3</sup> /h
Potencia eléctrica instalada para bombeo de agua.	60	kW
Consumo de electricidad por metro cúbico de agua bombeada.	2,6	kWhe/m <sup>3</sup>

(Fuente: elaboración propia.)

La tasa de desperdicio de condensado es 0,32 kg/s, por lo que su aprovechamiento evitaría el bombeo de 6.083 m<sup>3</sup>. Ver Tabla 30.

Tabla 30. Volumen de condensado recuperado.

Descripción	Valor	Unidad
Flujo de desperdicio de condensado.	0,32	kg/s
Densidad del agua.	1.000	kg/m <sup>3</sup>
Horas de operación.	5.280	h
Volumen de condensado recuperado.	6.083	m <sup>3</sup>

(Fuente: elaboración propia.)

Con las consideraciones de las Tablas 29 y 30 la electricidad evitada alcanza 15.867,5 kWhe/año con un ahorro de USD1.428/año.

El costo del tratamiento de agua para las calderas es de USD 0,5/m<sup>3</sup>, por lo tanto se tendría un ahorro adicional USD 3.042/año.

Para recuperar el condensado hacia el tanque de agua de alimentación se dispone de algunos insumos en bodega, por lo que solamente se requiere 50 metros de tubería cuyo costo<sup>9</sup> es de USD 24/m.

La Tabla 31 muestra el resumen del análisis económico para esta opción de mejora donde se indica la inversión a realizar y el periodo de repago (payback) simple determinado con la siguiente expresión:

$$Payback = \frac{Costos}{Ahorros}$$

Tabla 31. Resumen del análisis económico del proyecto de recuperación del condensado del proceso de palmistería.

<b>Costos</b>	<b>USD</b>
Tubería para retorno de condensado.	1.200
<b>Total costos</b>	<b>1.200</b>
<b>Ahorros</b>	<b>USD</b>
Ahorro de energía por evitar el bombeo adicional de agua hacia calderas.	1.428
Ahorro costo de tratamiento de agua.	3.042
Ahorro por compra de cuesco.	555
<b>Total ahorros</b>	<b>5.025</b>
Periodo de repago simple.	3 meses

(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.10.3. Opción 3

La idea de eliminar las pérdidas de calor en los esterilizadores es para de igual manera reducir el consumo de cuesco. Las superficies expuestas de los esterilizadores deben estar bien aisladas para minimizar las pérdidas de calor y ser revisado periódicamente para repararlos cuando sea necesario. Palmeras de los Andes tiene cuatro esterilizadores de 30 m de longitud por 2 m de diámetro cada uno. Se pudo comprobar con la ayuda de la cámara termográfica que no se encuentran bien aislados, ya que su temperatura superficial cuando se encuentran en operación alcanza aproximadamente 130 °C y emisividad del 0,95. Ver Figura 78.

<sup>9</sup> Consulta realizada a la Empresa SERVIVAPOR.



Figura 78. Termografía esterilizadores de la Planta Industrial Palmeras de los Andes.  
(Fuente: Elaboración propia.)

El ahorro de cuesto se determina por la reducción de las pérdidas de calor por radiación al colocar el nuevo aislamiento térmico en los esterilizadores. Para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = \varepsilon * \sigma * A * (Ts^4 - Tair^4)$$

Dónde:

$Q$ : pérdidas de calor [kW]

$\varepsilon$ : emisividad

$\sigma$ : constante de Stefan Boltzman  $[\frac{5,67 * 10^{-8} W}{m^2 K^4}]$

$A$ : área de transferecia de calor [m<sup>2</sup>]

$Ts$ : temperatura superficial [K]

$Tair$ : temperatura de los alrededores [K]

Por lo tanto,

$$Q = 0,95 * 5,67 * 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4} * \pi * 2 * 30 m^2 (405^4 - 293^4) = 198,3 kW$$

Para los 4 esterilizadores en conjunto las pérdidas de calor alcanzan 793,3 kW, por lo que el ahorro de combustible que se tendría al año es:

$$\begin{aligned}
 \text{Cuesco ahorrado} &= 793,3kW \times 3.600 \frac{s}{1h} \times 5.280h \times \frac{1}{0,70} \times \frac{1}{16.736} \frac{kg}{kJ} \times \frac{t}{1.000kg} \\
 &= 1.287,13 \frac{t}{año}
 \end{aligned}$$

Los ahorros económicos por la implementación de esta opción de mejora resultan por evitar de igual manera la compra de cuesco.

$$\text{Ahorro económico} = 1.287,13 \frac{t}{año} \times 15 \frac{USD}{t} = 19.307 \frac{USD}{año}$$

El aislamiento térmico utilizado para aislar los esterilizadores es la fibra de vidrio, cuyas propiedades a 300 K se indican a continuación:

Tabla 32. Densidad y conductividad térmica de la fibra de vidrio.

Fibra vidrio	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad (W/m*K)
Revestida de papel.	16	0,046

(Fuente: Incropera, Fundamentos de transferencia de calor [24].)

Para determinar la inversión de la implementación de esta opción de mejora, se tiene que el costo de la lana de fibra de vidrio es de USD 49 por 20 kg al granel.<sup>10</sup> El volumen de cada esterilizador es de 94,2 m<sup>3</sup>, la fibra de vidrio tiene una densidad de 16 de kg/m<sup>3</sup> por lo que se requiere 15.072 kg aislamiento para los cuatro esterilizadores, consecuentemente el costo de inversión resultante es USD 14.770,5.

Tabla 33. Resumen análisis económico de reemplazo de aislamiento en esterilizadores.

<b>Costos</b>	<b>USD</b>
Aislamiento térmico	14.770,5
<b>Total costos</b>	<b>14.770,5</b>
<b>Ingresos</b>	<b>USD</b>
Ahorro de cuesco	19.307
<b>Total ingresos</b>	<b>19.307</b>
<b>Periodo de repago</b>	<b>9 meses</b>

(Fuente: Elaboración propia.)

<sup>10</sup> Cotización de ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A

La Tabla 34 lista el resumen de los resultados de las evaluaciones económicas de las oportunidades de mejora que fueron identificadas con la colaboración y sugerencia de los operadores de la planta. Para cada propuesta se determinó la inversión inicial, el ahorro de energía y económico anual, así como el periodo de retorno simple.

Tabla 34. Lista de oportunidades de mejora para la Planta Industrial Palmeras de los Andes.

<b>Aspecto energético</b>	<b>Acción propuesta</b>	<b>Inversión Si/No</b>	<b>Monto (USD)</b>	<b>Ahorro de energía anual</b>	<b>Ahorro económico anual (USD)</b>	<b>Retorno simple (Años)</b>
Reducción consumo de energía eléctrica de la red del servicio público.	Opción 1	Si	774.293,38	•1.238.223 kWhe	114.213	7 años
Reducción consumo de energía eléctrica para bombeo de agua hacia la caldera y ahorro de cuesco.	Opción 2	Si	1.200	•15.867,5kWhe •37t de cuesco	5.025	3 meses
Reducción consumo de cuesco.	Opción 3	Si	14.771	•1.287t de cuesco	19.307	9 meses

### **3.1.11. Potencial de mejora de Palmeras de los Andes**

El potencial de ahorro de electricidad de Palmeras de los Andes es de 1.808.330 kWhe anuales de los cuales 554.224 kWhe se les puede gestionar sin inversión, mientras que el resto mediante la aplicación de las oportunidades de mejora identificadas que tienen que ver con: la posibilidad de reducir el consumo de electricidad del servicio público al incrementar la generación de energía eléctrica turbo vapor, de la recuperación del condensado para evitar el bombeo adicional de agua hacia la caldera y del remplazo del aislamiento térmico de los esterilizadores.

### 3.1.12. Objetivos y metas de Palmeras de los Andes

Para fijar los objetivos, metas y planes de acción, se necesita priorizar las oportunidades de mejora identificadas y aplicando la metodología de priorización estudiada en el marco teórico se tiene los siguientes resultados:

Tabla 35. Resultados de priorización de oportunidades de Palmeras de los Andes.

Descripción de la oportunidad	Calificación de Oportunidad			Puntaje de oportunidad (1x2x3)
	Criterio #1	Criterio #2	Criterio #3	
	Ahorros	Tiempo para la implementación	Retorno simple	
Opción 1	4	1	1	4
Opción 2	2	3	4	24
Opción 3	3	3	3	27

(Fuente: Elaboración propia.)

Los objetivos y metas energéticas de Palmeras de los Andes para el periodo 2017-2018, considerando las opciones de mejora identificadas en la revisión energética se indican en la Tabla 36. Los objetivos están ordenados por el puntaje de oportunidad de mayor a menor.

Tabla 36. Objetivos y metas energéticas de Palmeras de los Andes.

No	Objetivo	Meta
1	Cambiar aislamiento de esterilizadores.	Sustituir aislamiento térmico de 4 esterilizadores.
2	Reducir el consumo de electricidad por bombeo de agua evitando por recuperar el desperdicio de condensado del proceso de palmistería.	Recuperar el 100% del condensado desperdiciado en el proceso de palmistería.
3	Sustituir el consumo de electricidad del servicio público por incremento de la autogeneración eléctrica turbo vapor.	Reducir el 80% del consumo de electricidad del servicio público.

(Fuente: Elaboración propia.)

### 3.1.13. Planes de acción de Palmeras de los Andes

Una vez que se han priorizado las oportunidades de mejora y planteado los objetivos y metas energéticas se desarrolla los planes de acción. Ver Tabla 37.

Tabla 37. Plan de acción implementación de oportunidades de mejora para la Planta Industrial Palmeras de los Andes.

<b>N</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicador</b>	<b>Responsable</b>	<b>Plazo</b>
1	Cambiar aislamiento de esterilizadores.	Sustituir aislamiento térmico de 4 esterilizadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Calcular aislamiento térmico de reemplazo.</li> <li>•Solicitud compra de materiales.</li> <li>•Programar instalación de aislamiento térmico.</li> <li>•Realizar revisión periódica del aislamiento térmico para detectar y reparar daños.</li> </ul>	Número de Autoclaves	Mantenimiento	6 meses
2	Reducir el consumo de electricidad por bombeo de agua evitado por recuperar el desperdicio de condensado del proceso de palmistería.	Recuperar el 100% del condensado desperdiciado en el proceso de palmistería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diseño sistema de recuperación del condensado.</li> <li>•Solicitud compra de materiales.</li> <li>•Implementación del sistema de recuperación del condensado.</li> </ul>	kWhe ahorrados	Mantenimiento	6 meses
3	Sustituir consumo de electricidad del SP por incremento de la autogeneración eléctrica Turbo vapor.	Reducir el 100% del consumo de electricidad del servicio público.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Maximizar operación del sistema de cogeneración.</li> <li>•Transferir consumo de electricidad del SP a barras del cogenerador.</li> </ul>	kWhe de SP desplazados.	Mantenimiento	5 años

(Fuente: Elaboración propia.)

### **3.2. Potencial de ahorro de electricidad en el Sector Palmero**

Las provincias con mayor producción de aceite de palma en el 2016 son Esmeraldas con 50.73%, y Los Ríos con 13.19% como indica la Tabla 38.

Tabla 38. Zonas y producción de palma de aceite durante el año 2016.

Provincia	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Porcentaje Nacional
Esmeraldas	138.566	1.584.758	11,44	50,73%
Los Rios	27.256	412.024	15,12	13,19%
Santo Domingo	21.399	272.519	12,74	8,72%
Resto de provincias	76.299	854.768	11,20	27,36%
<b>Total</b>	<b>263.520</b>	<b>3.124.069</b>	<b>11,86</b>	<b>100%</b>

(Fuente: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Palmas-de-Aceite.pdf> [25].)

Por otro lado el censo nacional palmero 2017 publicado por la Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional (Fedapal) indica que en la Provincia de Esmeraldas existen alrededor de 20 extractoras, seguido por Santo Domingo con 15. Ver Figura 79.



Figura 79. Extractoras a nivel nacional.

(Fuente: <http://www.fedapal.org/web2017/index.php/estadisticas/nacionales> [26].)

Con estos resultados, se observa que Esmeraldas es la Provincia de mayor producción de aceite de palma y en donde la implementación del SGEEn tendrá un elevado impacto en el ahorro de energía para el país.

A través de la información solicitada a la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) sobre el consumo de electricidad del segmento industrial a nivel nacional al mes septiembre del 2017, se pudo identificar luego de varios filtrados, que las extractoras

ubicadas en Esmeraldas consumieron en ese mes un total de 1.304.837 kWh. Ver Tabla 39.

Tabla 39. Consumo de electricidad extractoras de aceite palma a septiembre del 2017.

Nombre	Consumo de electricidad (kWh)
EXTRACTORA LA SEXTA S.A.	203.340
ENERGY & PALMA ENERGYPALMA S.A.	205.242
PLAMERA DE LOS ANDES EXTRACTORA	188.617
EXTRACTORA AGRICOLA RIO MANSO EXA SA	178.555
PALMERA DE LOS ANDES	132.968
OLEAGINOSAS DEL CASTILLO OLEOCASTILLO SA	86.933
EXTRACTORA AEXAV	71.177
EXTRACTORA UNIPAL	67.862
COMPADIA GRUIMASEL S.A.	46.455
AGROINDUSTRIAS QUININDE AIQUISA SA.	33.514
EXTRACTORA PALCIEN S.A.	32.683
EXTRACTORA NATURAL ECUADOR S.A.EXTRANATU	30.854
PALMAR DE LOS ESTEROS EMA SA. PALESEMA	14.391
COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL CIECOPALMA S.A	7.447
ALESPALMA SA.	4.799
<b>Total</b>	<b>1.304.837</b>

(Fuente: Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) [18].)

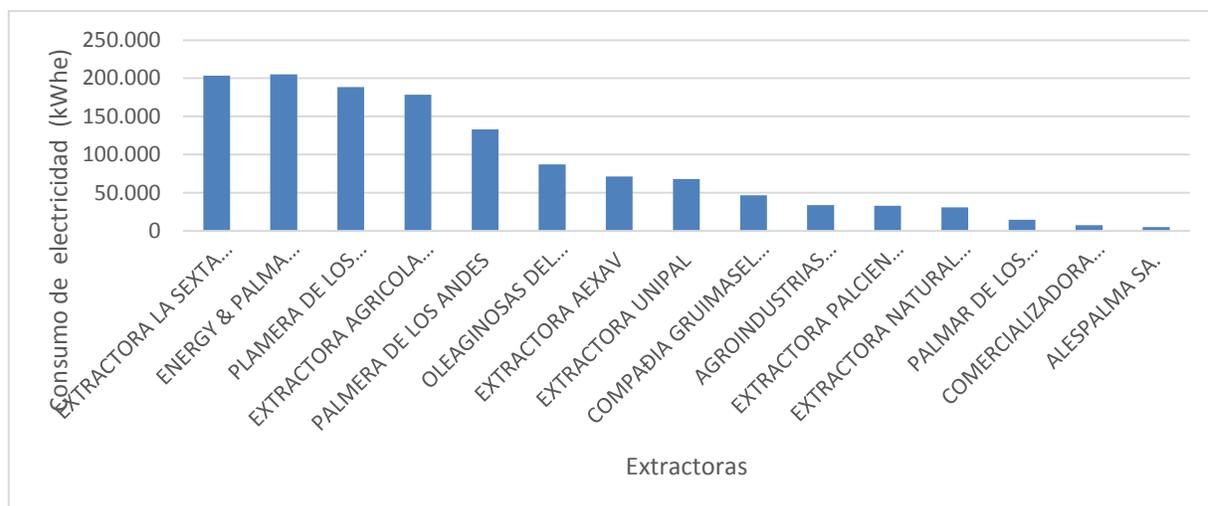


Figura 80. Consumo de electricidad de plantas extractoras ubicadas en Esmeraldas en septiembre del 2017.

(Fuente: Elaboración propia.)

Con la implementación del SGEEn, el ahorro de electricidad que se puede alcanzar sin ninguna inversión, y solamente con gestión en el control, disminución o eliminación de equipos que están funcionando innecesariamente cuando las plantas extractoras no tienen producción de aceite es de aproximadamente el 10% respecto a la situación actual. Ver Figura 81.

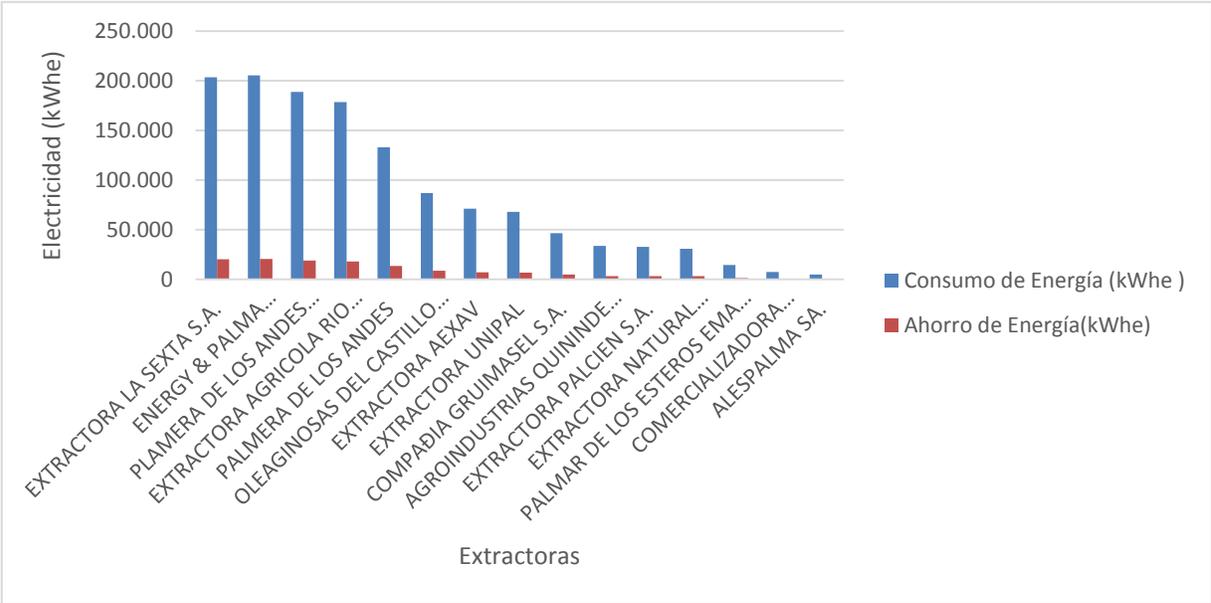


Figura 81. Estimación de ahorros de electricidad por la implementación de SGEEn en extractoras de la Provincia de Esmeraldas. (Fuente: Elaboración propia.)

Consecuentemente con ese 10% de ahorro de electricidad, le puede representar al sector un ahorro de 130.484 kWh/mes o 1.565.804,40 kWh/año y por tanto USD 140.922,40 anuales.

El otro escenario es que las plantas extractoras de aceite de palma en Esmeraldas también aprovechen sus residuos para elevar su autogeneración de electricidad de manera que desplacen al menos el 80% de la energía que consumen del servicio público. Esto permitiría alcanzar en el sector palmero de la región un ahorro monetario total que sobrepase USD 1.260.000 anuales.

Estos ahorros también son significativos para el país, ya que, actualmente los costos de la generación, transmisión y distribución de la electricidad se acercan al precio de venta al sector industrial, y a su vez se podría incrementar la cobertura del servicio eléctrico de la

Provincia de Esmeraldas que actualmente se encuentra por el 92% con la misma capacidad instalada de generación de energía actual.

### **3.3. Discusión**

- **Política Energética**

Dentro de la fase de planificación se ha planteado una política energética e identificado un representante de la alta dirección con la formación y capacidades que exige la norma. No obstante, la aplicación exitosa de la ISO 50001 implica que estos dos pasos iniciales sean documentados y presentados oficialmente de tal manera que exista un compromiso por parte de la Organización para llevar adelante la implementación del SGEEn en todas sus etapas.

- **Equipo de gestión de energía**

La norma indica que se conforme un equipo de gestión de energía para que apoye al representante de la alta dirección en la implementación del SGEEn, pero no dice de qué áreas deben ser sus miembros por lo que se consideraron a las personas que brindaron la ayuda necesaria para desarrollar este trabajo. Desde de la experiencia de profesionales se recomiendan que en el equipo siempre debe incluir a personal de compras y ya depende de la empresa como delega estas funciones.

- **Requisitos legales**

Los requisitos legales que se consideraron en este estudio son pocos de la gran normativa dispersa que podría existir tanto a nivel nacional como internacional, por lo que la identificación es un trabajo difícil y complicado que organizaciones comprometidas con la implementación del SGEEn contratan personal adecuado para que se encargue de esta actividad. Lo que se debe tomar en cuenta es que el requisito legal no debe ser una imposición sino una herramienta que permita mejorar el desempeño energético de la Organización y que impacte en el uso eficiente de la energía, además de que se puedan cumplir.

- **Revisión energética**

Para el desarrollo de la revisión energética la norma no dice cómo hacerlo ni en qué orden, pero exige que establezca un método o un procedimiento, determinar la distribución del uso de la energía, identificar los usos significativos de energía, determinar las variables que influyen en los usos y establecer un modelo de la línea base energética, así como

indicadores de desempeño energético, es decir que la Organización establece sus propios criterios. Por ejemplo los usos significativos de energía en Palmeras de los Andes se determinaron por proceso productivo, pero también podría ser por máquina o sistema.

- **Usos significativos de energía**

Los usos significativos de energía considerando el consumo de electricidad son los motores eléctricos. La planta tiene una gran cantidad de motores que se utilizan en los distintos procesos de la extracción del aceite que van desde 1,5 hasta 75 hp, que si bien se procura que trabajen de acuerdo a la carga nominal y que estén en su mejor punto de mantenimiento se ha consultado que la sustitución de motores antiguos por otros de alto rendimiento son alternativas de ahorro exitosas y se requiere de un estudio de diagnóstico más detallado que permita identificar los que necesitan recambio. En este trabajo solo se ha identificado los procesos que consumen mayor cantidad de energía por el uso de estos equipos.

Entre los usuarios significativos del vapor de baja presión de la planta se encuentran los esterilizadores. Se ha investigado que todas las superficies deben estar bien aisladas para minimizar las pérdidas de calor, y que el retorno típico por el aislamiento de los mismos, donde las temperaturas de la superficie expuestas son mayores a 75°C, es de dos a tres años. Para el caso de los esterilizadores de Palmeras de los Andes las temperaturas superficiales alcanzan los 130 °C y el repago simple de la inversión fue para 9 meses.

- **Línea base energética**

El mejor modelo de la línea base energética seleccionado tiene un coeficiente de correlación de 0,62, que el Departamento de Energía de Estados Unidos lo considera adecuado mayor a 0,5 para sus programas Better Plants. Por otro lado el Protocolo Internacional de Medida y Verificación indica que aunque no existe ningún estándar universal para un valor mínimo aceptable de  $R^2$ , 0,75 se suele considerar como un valor razonable entre la energía y las variables independientes. Para mejorar el coeficiente se requiere considerar un mayor número de muestras, por semana o días, y depende también de la facilidad de acceso a la información que brinde la empresa. Para este trabajo se utilizaron datos mensuales tanto del consumo de energía como de la producción de aceite solo del año 2016.

El porcentaje de error del consumo de energía pronosticado comparado con el consumo real es en promedio del 6%, lo que significa que es un modelo válido para proyectar los consumos de energía futuros en razón de que el error es menor al 10%, que es un valor

recomendado por los expertos consultados en implementación de sistemas de gestión de energía. Otros sugieren que el error debería estar por debajo del 6%.

- **Indicador de desempeño energético**

El mejor rendimiento de la planta fue en el mes de enero del 2016, porque se observa que para esa fecha el IDEn es el más bajo en comparación a los otros meses, además coincide con el mismo mes en el que el IIE es también el más bajo. Mientras el valor de este último indicador se encuentre por debajo del estándar significa que hay ahorros.

- **Potencial de ahorro de energía**

El contraste entre la energía real y la calculada con el modelo determina un porcentaje de ahorro de energía de aproximadamente de un 10%, respecto a la situación actual, que se puede alcanzar solamente con la gestión relacionada con la disminución o eliminación de equipos que están funcionando cuando la planta se encuentra en la mínima actividad de trabajo u operación.

- **Priorización de oportunidades**

Los criterios de priorización de oportunidades de mejora utilizados fueron los que se estudiaron en el marco teórico y que son propuestos por la guía en línea ISO 50001 del Departamento de Energía de los Estados Unidos. No obstante, también se puede considerar otros criterios como la facilidad de la implementación, el factor de carga, factor de servicio o por el impacto de ahorro. Finalmente depende de la empresa los criterios que quiera utilizar. Palmeras de los Andes empezará con aquellas cuyo retorno de la inversión no sobrepase los dos o tres años. Consecuentemente la opción 3 de aislamiento de esterilizadores tiene el mayor puntaje de oportunidad.

## 4. CONCLUSIONES

En el 2016 Palmeras de los Andes utilizó un total de energía eléctrica de 5.790.465 kWhe, de los cuales el 70% fue de la generación térmica turbo vapor, el 26 % del servicio público y el 4% de la generación térmica diésel, mientras que la demanda total de electricidad de los motores eléctricos fue de 5.781.586 kWhe, siendo los del proceso de palmistería, extracción, calderas y clarificación los de mayor consumo.

El principal usuario del vapor de alta presión es la turbina de contrapresión que se utiliza para la autogeneración de una parte de la electricidad que necesita la planta, mientras que el mayor usuario del vapor de baja presión es el proceso de esterilización del fruto que se realiza en cuatro autoclaves que necesitan el cambio de su aislamiento térmico ya que las pérdidas de calor hacen que se consuma 1.287 t/año de biomasa adicionales.

Se ha identificado que Palmeras de los Andes cuando tiene producción cero de aceite presenta una carga base de 46.187 kWhe, representando un potencial mensual de ahorro que se puede alcanzar con gestión, es decir, sin incluir nueva tecnología, sustituir equipos o modificar procesos, sino mediante acciones de implementación relativamente sencilla que en los primeros años permitirá alcanzar un ahorro del 10% del consumo de electricidad.

Se identificaron tres potenciales oportunidades de mejora que consisten en la recuperación de condensados del proceso de palmistería que permitirá reducir la electricidad utilizada en el bombeo de agua hacia las calderas, el recambio de aislamiento térmico en esterilizadores para eliminar las pérdidas de calor a fin disminuir el consumo de biomasa, y el incremento de la generación turbo vapor para sustituir una parte del consumo de energía eléctrica del servicio público, mismas que permiten un ahorro de energía de 15.867 kWhe, 1.287 toneladas de cuesco, y 1.238.223 kWhe respectivamente. Consecuentemente esto significa un ahorro económico anual de USD 138.545.

Se fijaron objetivos, metas y planes de acción considerando lo detectado en la revisión energética realizada en la planta y consecuentemente este trabajo ayudó a que esta empresa conozca la norma de sistemas de gestión de energía ISO 50001 y de los beneficios que se pueden obtener con su implementación como la optimización del uso de la energía, reducción de costos de operación, disminución de impactos ambientales e imagen empresarial.

Con la implementación del SGEEn se ha visto que en Palmeras de los Andes se puede ahorrar un 10% del consumo de electricidad solo con gestión, por lo tanto, su implementación masiva en el sector palmero de la Provincia de Esmeraldas puede generar ahorros cerca de USD 141.000 anuales con acciones sencillas que no requieren de una alta inversión económica, y a su vez, si se consideran la aplicación de similares oportunidades de mejora los ahorros superan USD 1.500.000 anuales.

Por último, la energía eléctrica que dejaría de consumir el sector palmero de Esmeraldas permitiría incrementar la cobertura del servicio eléctrico de la Provincia que actualmente se encuentra por debajo del 93% sin la necesidad de instalar nuevas centrales térmicas o hidroeléctricas.

## **5. RECOMENDACIONES**

En la planta quedan por revisar y analizar otras oportunidades de mejora que se podrían implementar para mejorar el desempeño energético, entre las cuales se encuentran la reparación de fugas de vapor; revisión y reparación de trampas de vapor; recambio de aislamiento térmico en tuberías de distribución de vapor; recuperación de condensados de otras áreas del proceso de extracción; optimización de la operación del sistema de iluminación; reducción de arranques y paradas bruscas de algunos motores eléctricos; etc.

Pese a los esfuerzos, trabajos y estudios que se realizan para el fomento de la eficiencia energética en la industria del país, así como, en otros sectores de elevado consumo energético, es necesario que las autoridades gubernamentales involucradas respalden con incentivos, regulaciones o normas técnicas que den carácter de obligatoriedad de la aplicación de estas acciones como se hace en otros países.

A pesar de la comprobada factibilidad económica de la implementación de las oportunidades de mejora en la industria, se requiere en algunos casos realizar inversiones fuertes, por lo que es necesario la creación de fuentes de financiamiento que permitan llevar a cabo estas acciones y/o proyectos.

Si bien existen limitados recursos para el desarrollo de programas y proyectos de eficiencia energética, es necesario que el Estado siga dando continuidad a las acciones que se encuentran en marcha en los sectores de elevado consumo energético, y a su vez complementar con la formación, capacitación, y entrenamiento de expertos nacionales para contar con mayor disponibilidad de profesionales que puedan ofrecer estos servicios a la industria del país.

## Referencias Bibliográficas

- [1] International Energy Agency, «Indicadores de Eficiencia Energética para el Establecimiento de Políticas,» IEA PUBLICATIONS, París, 2015.
  
- [2] P. Garcés, *Consumo industrial, comercial, servicios y sector público*, Quito, Pichincha, 2016.
  
- [3] Ministerio Coordinador de los Sectores Estratégicos, *Balance Energético Nacional*, Quito, Pichincha, 2015.
  
- [4] A. Mckane, R. Williams y D. Desai, «Thinking Globally: How ISO 50001 Energy Management can make industrial energy efficiency standard practice,» *ResearchGate*, 2009.
  
- [5] ISO, «International Organization for Standardization,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/home.html>.
  
- [6] Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, *Casos de Estudio de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía en la Industria del Ecuador*, Quito, 2016.
  
- [7] United Nations Industrial Development Organization, «Unido Energy Programme. Industrial Energy Efficiency Unit. A low carbon path to enhanced industrial competitiveness,» UNIDO, Vienna, 2015.
  
- [8] Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, «Análisis Sectorial de Aceite de Palma y Elaborados,» PROECUADOR, Quito, 2014.
  
- [9] G. Bernal, *Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite*, vol. 1, Documentación Palmeras de los Andes, 2005, pp. 1-62.

- [10] N. Wambeck, Sinopsis del Proceso de la Palma de Aceite, vol. 1, Documentación Palmeras de los Andes, 1993, pp. 3-8.
- [11] M. A. Lozano Serrano, Cogeneración, Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1998.
- [12] Organización Latino Americana de Energía, *Manual de Estadísticas Energéticas*, Quito: OLADE, 2017.
- [13] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 50001:2012*, Quito, Pichincha: INEN, 2011.
- [14] L. Flores Díaz, N. Escobar Pineda y D. Lameiras Barrera, *Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de Energía.*, 2 ed., México: Conuee, 2016.
- [15] L. McLaughlin, Guía práctica de Sistemas de Gestión de Energía para PyMES, Ginebra: UNIDO, 2015.
- [16] L. McLaughlin, *Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía.*, Quito: UNIDO, 2015.
- [17] M. Laire, *Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basada en ISO 50001*, 3 ed., AChEE, 2013.
- [18] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, *Dirección Nacional de Regulación Técnica*, Quito, 2018.
- [19] U.S DEPARTMENT OF ENERGY, «50001 Ready Navigator,» [En línea]. Available: <https://navigator.industrialenergytools.com>.

- [20] Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión. Libro VI Anexo 3.
- [21] Agencia de Regulación y Control de Electricidad, *Regulación No. CONELEC - 004/01*, ARCONEL, 2001.
- [22] U.S DEPARTMENT OF ENERGY, «EnPI V4.0 User Manual,» 2014. [En línea]. Available: <https://ecenter.ee.doe.gov/EM/tools/Pages/EnPI.aspx>.
- [23] Efficiency Valuation Organization, *Protocolo Internacional de Medida y Verificación.*, vol. 1, 2010, p. 110.
- [24] D. Fraile, *Cogeneración. Aspectos Tecnológicos*, Madrid: Escuela de Negocios. EOI, 2008.
- [25] U.S DEPARTMENT OF ENERGY, «Steam System Modeler Tool,» [En línea]. Available: <https://www4.eere.energy.gov>.
- [26] F. Incropera, *Fundamentos de transferencia de calor*, 4 ed., México: Prentice Hall Hispano América, S.A, 1999.
- [27] Corporación Financiera Nacional, «CFN,» 2018. [En línea]. Available: [www.cfn.fin.ec](http://www.cfn.fin.ec).
- [28] Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional, «FEDAPAL,» [En línea]. Available: <http://www.fedapal.org>.

## **Anexos**

Anexo 1. Norma Técnica Ecuatoriana NTE-ISO 50001:2012

Anexo 2. Registros de potencia mensual en kW de generación eléctrica turbo vapor de la Planta Industrial Palmeras de los Andes del 2016.

Anexo 3. Registros de consumo diario mensual de galones de diésel para generación de electricidad con motor de combustión interna de la Planta Industrial Palmeras de los Andes del 2016.

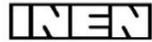
Anexo 4. Registro de consumo mensual y costo de la energía eléctrica en kWh del servicio público de la Industria Palmeras de los Andes del 2016.

Anexo 5. Especificaciones técnicas Caldera Mackenzie

Anexo 6. Inventario de motores eléctricos por proceso productivo de la Planta Industrial Palmeras de los Andes del 2016.

## **ANEXO I**

### **NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE-ENEN-ISO 50001:2012**



# INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN-ISO 50001:2012**

---

NÚMERO DE REFERENCIA ISO 50001:2011 (E)

## **SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO.**

**Primera Edición**

ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS - REQUIREMENTS WITH GUIDANCE FOR USE.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Ingeniería de energía y transferencia de calor, generalidades, requisitos con orientación para su uso.  
FD 03.05-452  
CDU: 621.3.316  
CIU: 4101  
ICS: 27.010

## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>Prólogo</b> .....	ii
<b>Prólogo de la versión en español</b> .....	iii
<b>Introducción</b> .....	iv
<b>1 Objeto y campo de aplicación</b> .....	1
<b>2 Referencias normativas</b> .....	1
<b>3 Términos y definiciones</b> .....	1
<b>4 Requisitos del sistema de gestión de la energía</b> .....	5
4.1 Requisitos generales.....	5
4.2 Responsabilidad de la dirección.....	5
4.2.1 Alta dirección.....	5
4.2.2 Representante de la dirección.....	5
4.3 Política energética.....	6
4.4 Planificación energética.....	6
4.4.1 Generalidades.....	6
4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos.....	7
4.4.3 Revisión energética.....	7
4.4.4 Línea de base energética.....	7
4.4.5 Indicadores de desempeño energético.....	8
4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.....	8
4.5 Implementación y operación.....	8
4.5.1 Generalidades.....	8
4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia.....	8
4.5.3 Comunicación.....	9
4.5.4 Documentación.....	9
4.5.5 Control operacional.....	10
4.5.6 Diseño.....	10
4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.....	10
4.6 Verificación.....	11
4.6.1 Seguimiento, medición y análisis.....	11
4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos.....	11
4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía.....	11
4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva.....	12
4.6.5 Control de los registros.....	12
4.7 Revisión por la dirección.....	12
4.7.1 Generalidades.....	12
4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección.....	12
4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección.....	13
<b>Anexo A (informativo) Orientación para el uso de esta Norma Internacional</b> .....	14
<b>Anexo B (informativo) Correspondencia entre las Normas ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO 22000:2005</b> .....	20
<b>Bibliografía</b> .....	23

## **Prólogo**

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar Normas Internacionales.

Los Proyectos de Normas Internacionales adoptados por los comités técnicos se envían a los organismos miembros para votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros que emiten voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma ISO 50001 fue preparada por el Comité de Proyecto ISO/PC 242 *Gestión de la energía*.

NOTA DEL INEN: La NTE INEN-ISO 50001:2011 es idéntica a la norma ISO 50001 de 2011.

### **Prólogo de la versión en español**

Esta Norma Internacional ha sido traducida por el Grupo de Trabajo *Spanish Translation Task Force (STTF)* del Comité Técnico ISO/PC 242, *Gestión de la energía*, en el que participan representantes de los organismos nacionales de normalización y representantes del sector empresarial de los siguientes países: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Perú y Uruguay.

Esta traducción es parte del resultado del trabajo que el Grupo ISO/PC 242/STTF viene desarrollando desde su creación en el año 2011 para lograr la unificación de la terminología en lengua española en el ámbito de la gestión de la energía.

## Introducción

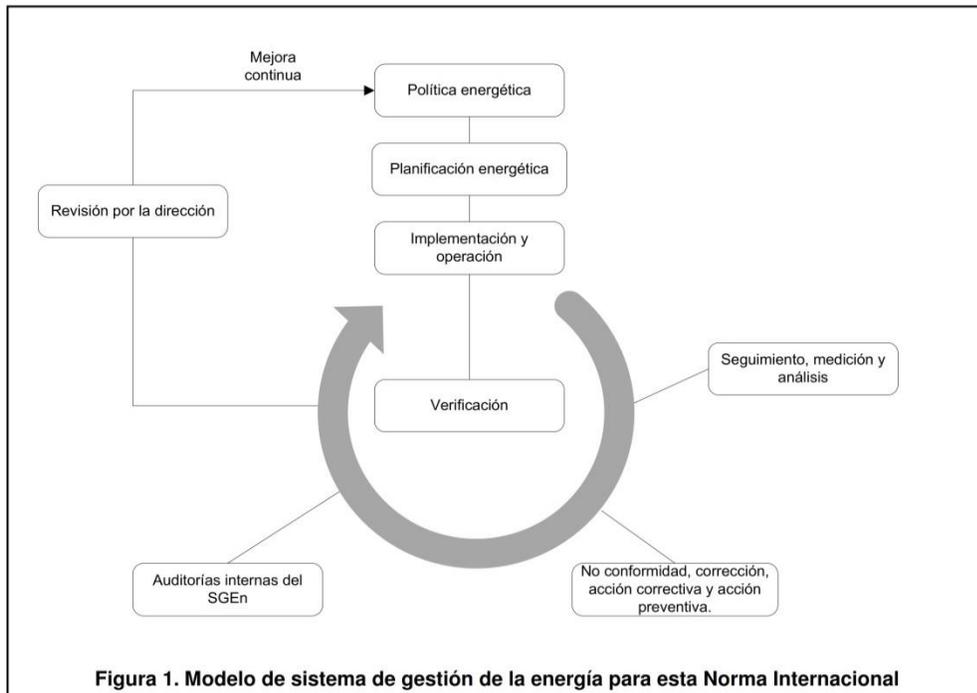
El propósito de esta Norma Internacional es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía. La implementación de esta Norma Internacional está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costes de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. Esta Norma Internacional es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) a partir del cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía. Un SGEn permite a la organización alcanzar los compromisos derivados de su política, tomar acciones, según sea necesario, para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. Esta Norma Internacional se aplica a las actividades bajo el control de la organización y la utilización de esta Norma Internacional puede adecuarse a los requisitos específicos de la organización, incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y los recursos.

Esta Norma Internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la figura 1.

**NOTA** En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede resumirse de la manera siguiente:

- Planificar: llevar a cabo la revisión energética y establecer la línea de base, los indicadores de desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización;
- Hacer: implementar los planes de acción de gestión de la energía;
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados;
- Actuar: tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGEn.



**Figura 1. Modelo de sistema de gestión de la energía para esta Norma Internacional**

La aplicación global de esta Norma Internacional contribuye a un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, a mejorar la competitividad y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados. Esta Norma Internacional es aplicable independientemente del tipo de energía utilizada.

Esta Norma Internacional puede utilizarse para la certificación, el registro y la autodeclaración del SGE de una organización. No establece requisitos absolutos del desempeño energético, más allá de los compromisos establecidos en la política energética de la organización y de su obligación de cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos. Por lo tanto, dos organizaciones que realicen actividades similares, pero que tengan desempeños energéticos diferentes, pueden ambas cumplir con sus requisitos.

Esta Norma Internacional está basada en los elementos comunes de las normas ISO de sistemas de gestión, asegurando un alto grado de compatibilidad principalmente con las Normas ISO 9001 e ISO 14001.

NOTA El anexo B muestra la correspondencia entre esta Norma Internacional y las Normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO 22000:2005.

Una organización puede elegir integrar esta Norma Internacional con otros sistemas de gestión, incluyendo aquellos relacionados con la calidad, el medio ambiente y la salud y seguridad ocupacional.

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA – REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO</b>	<b>NTE INEN-ISO 50001:2012 2012-03</b>
<p><b>1. Objeto y campo de aplicación</b></p> <p>Esta Norma Internacional especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.</p> <p>Esta Norma Internacional especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético.</p> <p>Esta Norma Internacional se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia. Esta Norma Internacional no establece criterios específicos de desempeño con respecto a la energía.</p> <p>Esta Norma Internacional ha sido diseñada para utilizarse de forma independiente pero puede ser alineada o integrada con otros sistemas de gestión.</p> <p>Esta Norma Internacional es aplicable a toda organización que desee asegurar que cumple con su política energética declarada y que quiera demostrar este cumplimiento a otros. Esta conformidad puede confirmarse mediante una autoevaluación y autodeclaración de conformidad o mediante la certificación del sistema de gestión de la energía por parte de una organización externa.</p> <p>Esta Norma Internacional también proporciona, en el anexo A, una guía informativa sobre su uso.</p> <p><b>2. Referencias normativas</b></p> <p>No se citan referencias normativas. Este capítulo se incluye para mantener el mismo orden numérico de los apartados de otras Normas ISO de sistemas de gestión.</p> <p><b>3. Términos y definiciones</b></p> <p>Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:</p> <p><b>3.1 límites</b> límites físicos o de emplazamiento y/o límites organizacionales tal y como los define la organización</p> <p>EJEMPLO Un proceso; un grupo de procesos; unas instalaciones; una organización completa; múltiples emplazamientos bajo el control de una organización.</p> <p><b>3.2 Mejora continua</b> Proceso recurrente que tiene como resultado una mejora en el desempeño energético y en el sistema de gestión de la energía</p> <p>NOTA 1 El proceso de establecer objetivos y de encontrar oportunidades de mejora es un proceso continuo.</p> <p>NOTA 2 La mejora continua logra mejoras en el desempeño energético global, coherente con la política energética de la organización.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Ingeniería de energía y transferencia de calor, generalidades, requisitos con orientación para su uso.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

**3.3****corrección**

acción tomada para eliminar una **no conformidad** (3.21) detectada

NOTA Adaptada de la Norma ISO 9000:2005, definición 3.6.6.

**3.4****acción correctiva**

acción para eliminar la causa de una **no conformidad** (3.21) detectada

NOTA 1 Puede haber más de una causa para una no conformidad.

NOTA 2 La acción correctiva se toma para prevenir que algo vuelva a producirse mientras que la acción preventiva se toma para prevenir que algo suceda.

NOTA 3 Adaptada de la Norma ISO 9000:2005, definición 3.6.5.

**3.5****energía**

electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares

NOTA 1 Para el propósito de esta Norma Internacional, la energía se refiere a varias formas de energía, incluyendo la renovable, la que puede ser comprada, almacenada, tratada, utilizada en equipos o en un proceso o recuperada.

NOTA 2 La energía puede definirse como la capacidad de un sistema de producir una actividad externa o de realizar trabajo.

**3.6****línea de base energética**

referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético

NOTA 1 Una línea de base energética refleja un período especificado.

NOTA 2 Una línea de base energética puede normalizarse utilizando variables que afecten al uso y/o al consumo de la energía, por ejemplo, nivel de producción, grados-día (temperatura exterior), etc.

NOTA 3 La línea de base energética también se utiliza para calcular los ahorros energéticos, como una referencia antes y después de implementar las acciones de mejora del desempeño energético.

**3.7****consumo de energía**

cantidad de energía utilizada

**3.8****eficiencia energética**

proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía

EJEMPLO Eficiencia de conversión; energía requerida/energía utilizada; salida/entrada; valor teórico de la energía utilizada/energía real utilizada.

NOTA Es necesario que, tanto la entrada como la salida, se especifiquen claramente en cantidad y calidad y sean medibles.

**3.9****sistema de gestión de la energía****SGEn**

conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos

**3.10****equipo de gestión de la energía**

persona(s) responsable(s) de la implementación eficaz de las actividades del sistema de gestión de la energía y de la realización de las mejoras en el desempeño energético

NOTA El tamaño y naturaleza de la organización y los recursos disponibles determinarán el tamaño del equipo. El equipo puede ser una sola persona como por ejemplo el representante de la dirección.

### 3.11

#### **objetivo energético**

resultado o logro especificado para cumplir con la política energética de la organización y relacionado con la mejora del desempeño energético

### 3.12

#### **desempeño energético**

resultados medibles relacionados con la **eficiencia energética** (3.8), el **uso de la energía** (3.18) y el **consumo de la energía** (3.7)

NOTA 1 En el contexto de los sistemas de gestión de la energía los resultados pueden medirse respecto a la política, objetivos y metas energéticas y a otros requisitos de desempeño energético.

NOTE 2 El desempeño energético es uno de los componentes del desempeño de un sistema de gestión de la energía.

### 3.13

#### **indicador de desempeño energético**

##### **IDEn**

valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización

NOTA Los IDEns pueden expresarse como una simple medición, un cociente o un modelo más complejo.

### 3.14

#### **política energética**

declaración por parte de la organización de sus intenciones y dirección globales en relación con su desempeño energético, formalmente expresada por la alta dirección

NOTA La política energética brinda un marco para la acción y para el establecimiento de los objetivos energéticos y de las metas energéticas.

### 3.15

#### **revisión energética**

determinación del desempeño energético de la organización basada en datos y otro tipo de información, orientada a la identificación de oportunidades de mejora

NOTA En otras normas regionales o nacionales, conceptos tales como la identificación y revisión de los aspectos energéticos o del perfil energético están incluidos en el concepto de revisión energética.

### 3.16

#### **servicios energéticos**

actividades y sus resultados relacionados con el suministro y/o uso de la energía

### 3.17

#### **meta energética**

requisito detallado y cuantificable del desempeño energético, aplicable a la organización o parte de ella, que tiene origen en los objetivos energéticos y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos

### 3.18

#### **uso de la energía**

forma o tipo de aplicación de la energía

EJEMPLO Ventilación; iluminación; calefacción; refrigeración; transporte; procesos; líneas de producción.

### 3.19

#### **parte interesada**

persona o grupo que tiene interés, o está afectado por, el desempeño energético de la organización

**3.20****auditoría interna**

proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los requisitos

NOTA Véase el anexo A para mayor información.

**3.21****no conformidad**

incumplimiento de un requisito  
[ISO 9000:2005, definición 3.6.2]

**3.22****organización**

compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración y que tiene autoridad para controlar su uso y su consumo de la energía

NOTA Una organización puede ser una persona o un grupo de personas.

**3.23****acción preventiva**

acción para eliminar la causa de una **no conformidad** (3.21) potencial

NOTA 1 Puede haber más de una causa para una no conformidad potencial.

NOTA 2 La acción preventiva se toma para prevenir la ocurrencia, mientras que la acción correctiva se toma para prevenir que vuelva a producirse.

NOTA 3 Adaptado de la Norma ISO 9000:2005, definición 3.6.4.

**3.24****procedimiento**

forma especificada de llevar a cabo una actividad o proceso

NOTA 1 Los procedimientos pueden estar documentados o no.

NOTA 2 Cuando un procedimiento está documentado, se utilizan con frecuencia los términos «procedimiento escrito» o «procedimiento documentado».

NOTA 3 Adaptado de la Norma ISO 9000:2005, definición 3.4.5.

**3.25****registro**

documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas

NOTA 1 Los registros pueden utilizarse, por ejemplo, para documentar la trazabilidad y para proporcionar evidencia de verificaciones, acciones preventivas y acciones correctivas.

NOTA 2 Adaptado de la Norma ISO 9000:2005, definición 3.7.6.

**3.26****alcance**

extensión de actividades, instalaciones y decisiones cubiertas por la organización a través del SGE, que puede incluir varios límites

NOTA El alcance puede incluir la energía relacionada con el transporte.

**3.27****uso significativo de la energía**

uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético

NOTA La organización determina el criterio de significación.

**3.28****alta dirección**

persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel

NOTA 1 La alta dirección controla la organización definida dentro del alcance y los límites del sistema de gestión de la energía.

NOTA 2 Adaptado de la Norma ISO 9000:2005, definición 3.2.7.

**4. Requisitos del sistema de gestión de la energía****4.1 Requisitos generales**

La organización debe:

- a) establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGEN de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional;
- b) definir y documentar el alcance y los límites de su SGEN;
- c) determinar cómo cumplirá los requisitos de esta Norma Internacional con el fin de lograr una mejora continua de su desempeño energético y de su SGEN.

**4.2 Responsabilidad de la dirección****4.2.1 Alta dirección**

La alta dirección debe demostrar su compromiso de apoyar el SGEN y de mejorar continuamente su eficacia:

- a) definiendo, estableciendo, implementando y manteniendo una política energética;
  - b) designando un representante de la dirección y aprobando la creación de un equipo de gestión de la energía;
  - c) suministrando los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGEN y el desempeño energético resultante;
- NOTA Los recursos incluyen los recursos humanos, competencias especializadas, y recursos tecnológicos y financieros.
- d) identificando el alcance y los límites a ser cubiertos por el SGEN;
  - e) comunicando la importancia de la gestión de la energía dentro de la organización;
  - f) asegurando que se establecen los objetivos y metas energéticas;
  - g) asegurando que los IDEn son apropiados para la organización;
  - h) considerando el desempeño energético en una planificación a largo plazo;
  - i) asegurando que los resultados se miden y se informa de ellos a intervalos determinados;
  - j) llevando a cabo las revisiones por la dirección.

**4.2.2 Representante de la dirección**

La alta dirección debe designar un representante(s) de la dirección con las habilidades y competencia adecuadas, quien, independientemente de otras responsabilidades, tiene la responsabilidad y la autoridad para:

- a) asegurar que el SGEN se establece, se implementa, se mantiene y se mejora continuamente de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional;
- b) identificar a las personas, con la autorización por parte del nivel apropiado de la dirección, para trabajar con el representante de la dirección en el apoyo a las actividades de gestión de la energía;
- c) informar sobre el desempeño energético a la alta dirección;
- d) informar a la alta dirección del desempeño del SGEN;
- e) asegurar que la planificación de las actividades de gestión de la energía se diseña para apoyar la política energética de la organización;
- f) definir y comunicar responsabilidades y autoridades con el fin de facilitar la gestión eficaz de la energía;
- g) determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGEN sean eficaces;
- h) promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.

#### **4.3 Política energética**

La política energética debe establecer el compromiso de la organización para alcanzar una mejora en el desempeño energético. La alta dirección debe definir la política energética y asegurar que:

- a) sea apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de la organización;
- b) incluya un compromiso de mejora continua del desempeño energético;
- c) incluya un compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas;
- d) incluya un compromiso para cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, relacionados con el uso y el consumo de la energía y la eficiencia energética;
- e) proporcione el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos energéticos y las metas energéticas;
- f) apoye la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético;
- g) se documente y se comunique a todos los niveles de la organización;
- h) se revise regularmente y se actualiza si es necesario.

#### **4.4 Planificación energética**

##### **4.4.1 Generalidades**

La organización debe llevar a cabo y documentar un proceso de planificación energética. La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético.

La planificación energética debe incluir una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético.

NOTA 1 En la figura A.2 se muestra un diagrama conceptual que ilustra una planificación energética.

NOTA 2 En otras normas regionales o nacionales, conceptos tales como la identificación y revisión de los aspectos energéticos o el concepto de perfil energético, están incluidos en el concepto de revisión energética.

#### 4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos

La organización debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con su uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética.

La organización debe determinar cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía, y a su eficiencia energética, y debe asegurar que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGEn.

Los requisitos legales y otros requisitos deben revisarse a intervalos definidos.

#### 4.4.3 Revisión energética

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética.

La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, la organización debe:

- a) analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:
  - identificar las fuentes de energía actuales;
  - evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía;
- b) basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:
  - identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía;
  - identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía;
  - determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía;
  - estimar el uso y consumo futuros de energía;
- c) identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

NOTA Las oportunidades pueden tener relación con fuentes potenciales de energía, la utilización de energía renovable u otras fuentes de energía alternativas tales como la energía desperdiciada.

La revisión energética debe ser actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento, sistemas o procesos.

#### 4.4.4 Línea de base energética

La organización debe establecer una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la organización.

Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

Deben realizarse ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización;
- se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía; o
- así lo establece un método predeterminado.

La(s) línea(s) de base energética debe mantenerse y registrarse.

#### **4.4.5 Indicadores de desempeño energético**

La organización debe identificar los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético. La metodología para determinar y actualizar los IDEns debe documentarse y revisarse regularmente.

Los IDEns deben revisarse y compararse con la línea de base energética de forma apropiada.

#### **4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía**

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles, procesos o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas.

Los objetivos y metas deben ser coherentes con la política energética. Las metas deben ser coherentes con los objetivos.

Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética. También debe considerar sus condiciones financieras, operacionales y comerciales así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas.

Los planes de acción deben incluir:

- la designación de responsabilidades;
- los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales;
- una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético;
- una declaración del método para verificar los resultados.

Los planes de acción deben documentarse y actualizarse a intervalos definidos.

### **4.5 Implementación y operación**

#### **4.5.1 Generalidades**

La organización debe utilizar los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y la operación.

#### **4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia**

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, relacionada con usos significativos de la energía, sea competente tomando como base una educación, formación, habilidades o experiencia adecuadas. La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con el control de sus usos de energía significativos y con la operación de su SGEN. La organización debe proporcionar la formación necesaria o tomar otras acciones para satisfacer estas necesidades.

Deben mantenerse los registros apropiados.

La organización debe asegurarse de que su personal y todas las personas que trabajan en su nombre sean conscientes de:

- a) la importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGE<sub>n</sub>;
- b) sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con los requisitos del SGE<sub>n</sub>;
- c) los beneficios de la mejora del desempeño energético; y
- d) el impacto, real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía, de sus actividades y cómo sus actividades y su comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos energéticos y las metas energéticas y las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

#### 4.5.3 Comunicación

La organización debe comunicar internamente la información relacionada con su desempeño energético y a su SGE<sub>n</sub>, de manera apropiada al tamaño de la organización.

La organización debe establecer e implementar un proceso por el cual toda persona que trabaje para, o en nombre de, la organización pueda hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGE<sub>n</sub>.

La organización debe decidir si comunica o no externamente su política energética, el desempeño de su SGE<sub>n</sub> y el desempeño energético, y debe documentar su decisión. Si la decisión es realizar una comunicación externa, la organización debe establecer e implementar un método para realizar esta comunicación externa.

#### 4.5.4 Documentación

##### 4.5.4.1 Requisitos de la documentación

La organización debe establecer, implementar y mantener información, en papel, formato electrónico o cualquier otro medio, para describir los elementos principales del SGE<sub>n</sub> y su interacción.

La documentación del SGE<sub>n</sub> debe incluir:

- a) el alcance y los límites del SGE<sub>n</sub>;
- b) la política energética;
- c) los objetivos energéticos, las metas energéticas, y los planes de acción;
- d) los documentos, incluyendo los registros, requeridos por esta Norma Internacional;
- e) otros documentos determinados por la organización como necesarios.

**NOTA** El nivel de la documentación puede variar para las diferentes organizaciones por los motivos siguientes:

- el tamaño de la organización y el tipo de actividades;
- la complejidad de los procesos y sus interacciones;
- la competencia del personal.

##### 4.5.4.2 Control de los documentos

Los documentos requeridos por esta Norma Internacional y por el SGE<sub>n</sub> deben controlarse. Esto incluye la documentación técnica en los casos en los que sea apropiado.

La organización debe establecer, implementar y mantener procedimientos para:

- a) aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
- b) revisar y actualizar periódicamente los documentos según sea necesario;
- c) asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;
- d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso;
- e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
- f) asegurarse de que se identifican y se controla la distribución de los documentos de origen externo que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del SGEN; y
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

#### **4.5.5 Control operacional**

La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionadas con el uso significativo de la energía y que son coherentes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo condiciones especificadas, mediante:

- a) el establecimiento y fijación de criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía, cuando su ausencia pueda llevar a desviaciones significativas de un eficaz desempeño energético;
- b) la operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos, de acuerdo con los criterios operacionales;
- c) la comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de, la organización.

NOTA Cuando se planifique para situaciones de emergencia, contingencias o desastres potenciales, incluyendo la compra de equipos, la organización puede elegir la inclusión del desempeño energético al determinar cómo se reaccionará frente a estas situaciones.

#### **4.5.6 Diseño**

La organización debe considerar las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, de sistemas y de procesos que pueden tener un impacto significativo en su desempeño energético.

Los resultados de la evaluación del desempeño energético deben incorporarse, cuando sea apropiado, al diseño, a la especificación y a las actividades de compras de los proyectos pertinentes.

Los resultados de la actividad de diseño deben registrarse.

#### **4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía**

Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en el uso significativo de la energía, la organización debe informar a los proveedores que las compras serán en parte evaluadas sobre la base del desempeño energético.

La organización debe establecer e implementar criterios para evaluar el uso y consumo de la energía, así como la eficiencia de la energía durante la vida útil planificada o esperada al adquirir productos, equipos y servicios que usen energía que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético de la organización.

La organización debe definir y documentar las especificaciones de adquisición de energía, cuando sea aplicable, para el uso eficaz de la energía.

NOTA Véase el anexo A para más información.

#### **4.6 Verificación**

##### **4.6.1 Seguimiento, medición y análisis**

La organización debe asegurar que las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados. Las características clave deben incluir como mínimo:

- a) los usos significativos de la energía y otros elementos resultantes de la revisión energética;
- b) las variables pertinentes relacionadas con los usos significativos de la energía;
- c) los IDEns;
- d) la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y las metas;
- e) la evaluación del consumo energético real contra el esperado.

Los resultados del seguimiento y medición de las características principales deben registrarse.

Debe definirse e implementarse un plan de medición energética apropiado al tamaño y complejidad de la organización y a su equipamiento de seguimiento y medición.

NOTA La medición puede abarcar desde sólo los medidores de la compañía eléctrica para pequeñas organizaciones hasta sistemas completos de seguimiento y medición conectados a una aplicación de software capaz de consolidar datos y entregar análisis automáticos. Depende de cada organización el determinar los medios y métodos de medición.

La organización debe definir y revisar periódicamente sus necesidades de medición. La organización debe asegurar que el equipo usado en el seguimiento y medición de las características clave proporcione información exacta y repetible.

Deben mantenerse los registros de las calibraciones y de las otras formas de establecer la exactitud y repetibilidad.

La organización debe investigar y responder a desviaciones significativas del desempeño energético.

Los resultados de estas actividades deben mantenerse.

##### **4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos**

La organización debe evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos que suscriba relacionados con su uso y consumo de la energía.

Deben mantenerse registros de las evaluaciones de cumplimiento.

##### **4.6.3 Auditoría interna del sistema de gestión de la energía**

La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGEEn:

- cumple con las disposiciones planificadas para la gestión de la energía, incluyendo los requisitos de esta Norma Internacional;
- cumple con los objetivos y metas energéticas establecidos;
- se implementa y se mantiene eficazmente, y mejora el desempeño energético.

Debe desarrollarse un plan y un cronograma de auditorías considerando el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas.

La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

Deben mantenerse registros de los resultados de las auditorías e informar a la alta dirección.

#### **4.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva**

La organización debe tratar las no conformidades reales y potenciales haciendo correcciones, y tomando acciones correctivas y preventivas, incluyendo las siguientes:

- a) revisión de no conformidades reales o potenciales;
- b) determinación de las causas de las no conformidades reales o potenciales;
- c) evaluación de la necesidad de acciones para asegurar que las no conformidades no ocurran o no vuelvan a ocurrir;
- d) determinación e implementación de la acción apropiada necesaria;
- e) mantenimiento de registros de acciones correctivas y acciones preventivas;
- f) revisión de la eficacia de las acciones correctivas o de las acciones preventivas tomadas.

Las acciones correctivas y las acciones preventivas deben ser apropiadas para la magnitud de los problemas reales o potenciales encontrados y a las consecuencias en el desempeño energético.

La organización debe asegurar que cualquier cambio necesario se incorpore al SGEN.

#### **4.6.5 Control de los registros**

La organización debe establecer y mantener los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGEN y de esta Norma Internacional, y para demostrar los resultados logrados en el desempeño energético.

La organización debe definir e implementar controles para la identificación, recuperación y retención de los registros.

Los registros deben ser y permanecer legibles, identificables y trazables a las actividades pertinentes.

### **4.7 Revisión por la dirección**

#### **4.7.1 Generalidades**

La alta dirección debe revisar, a intervalos planificados, el SGEN de la organización para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas.

Deben mantenerse registros de las revisiones por la dirección.

#### **4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección**

La información de entrada para la revisión por la dirección debe incluir:

- a) las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas;
- b) la revisión de la política energética;
- c) la revisión del desempeño energético y de los IDEnS relacionados;
- d) los resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba;

- e) el grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas;
- f) los resultados de auditorías del SGEEn;
- g) el estado de las acciones correctivas y preventivas;
- h) el desempeño energético proyectado para el próximo período;
- i) las recomendaciones para la mejora.

#### **4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección**

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

- a) cambios en el desempeño energético de la organización;
- b) cambios en la política energética;
- c) cambios en los IDEns;
- d) cambios en los objetivos, metas u otros elementos del sistema de gestión de la energía, coherentes con el compromiso de la organización con la mejora continua;
- e) cambios en la asignación de recursos.

## Anexo A (Informativo)

### Orientación para el uso de esta norma internacional

#### A.1 Requisitos generales

El texto adicional de este anexo es estrictamente informativo y pretende evitar interpretaciones erróneas de los requisitos contenidos en el capítulo 4. Aunque esta información trata sobre los requisitos del capítulo 4, y es coherente con ellos, no pretende añadir, eliminar o modificar de manera alguna estos requisitos.

La implementación de un sistema de gestión de la energía, tal como se especifica en esta Norma Internacional, tiene por objeto la mejora del desempeño energético. Por lo tanto, esta norma se basa en la premisa de que la organización revisará y evaluará periódicamente su sistema de gestión de la energía para identificar oportunidades de mejora y su implementación. La organización dispone de flexibilidad para implementar su SGEN, por ejemplo, la organización determina el ritmo de avance, la extensión y la duración del proceso de mejora continua.

La organización puede tener en cuenta consideraciones económicas y de otra índole cuando determine el ritmo de avance, la extensión y la duración del proceso de mejora continua.

Los conceptos de alcance y límites le dan flexibilidad a la organización para definir lo que se incluye en el SGEN.

El concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético. De esta manera, la organización puede elegir entre un amplio rango de actividades de desempeño energético. Por ejemplo, la organización puede reducir su demanda máxima, utilizar el excedente de energía o la energía desperdiciada o mejorar las operaciones de sus sistemas, sus procesos o su equipamiento.

La figura A.1 ilustra una representación del concepto de desempeño energético.



**Figura A.1 Representación conceptual del desempeño energético.**

## **A.2. Responsabilidad de la dirección**

### **A.2.1 Alta dirección**

La alta dirección, o su representante, cuando se comunica en la organización, puede transmitir la importancia de la gestión de la energía a través de actividades de involucramiento del personal tales como delegación de autoridad, motivación, reconocimientos, formación, premios y participación.

Las organizaciones que planifican a largo plazo pueden incluir aspectos de la gestión de la energía, tales como las fuentes de energía, el desempeño energético, y las mejoras del desempeño energético al planificar dichas actividades.

### **A.2.2 Representante de la dirección**

El representante de la dirección puede ser un empleado de la organización ya existente o ser incorporado o contratado específicamente para ello. Las responsabilidades del representante de la dirección pueden abarcar toda o parte de su función laboral. Las habilidades y competencias pueden determinarse en función del tamaño de la organización, de su cultura, y de su complejidad, o de los requisitos legales o de otros requisitos.

El equipo de gestión de la energía asegura la realización de las mejoras en el desempeño energético. El tamaño del equipo depende de la complejidad de la organización:

- para organizaciones pequeñas, puede ser una persona, como por ejemplo el representante de la dirección;
- para organizaciones más grandes, un equipo interdisciplinario constituye un mecanismo eficaz para comprometer las diferentes partes de la organización en la planificación e implementación del SGEN.

## **A.3 Política energética**

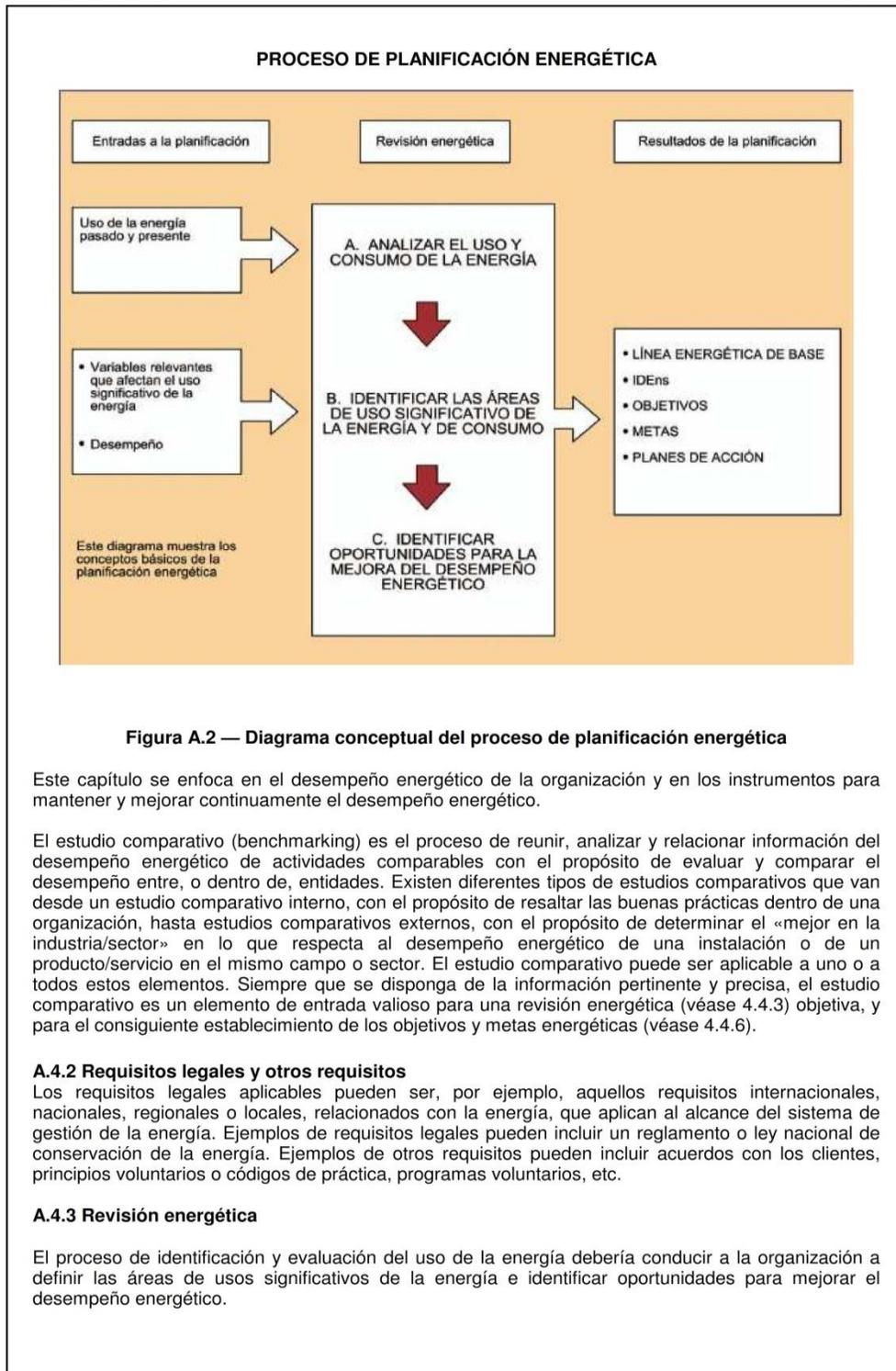
La política energética es el impulsor de la implementación y la mejora del SGEN y del desempeño energético de la organización dentro de su alcance y límites definidos. La política puede ser una breve declaración que los miembros de la organización pueden comprender fácilmente y aplicar en sus actividades laborales. La difusión de la política energética puede utilizarse como elemento propulsor para gestionar el comportamiento de la organización.

Cuando la empresa contrate o utilice medios de transporte, el uso y el consumo de la energía del transporte pueden incluirse en el alcance y límites del SGEN.

## **A.4 Planificación energética**

### **A.4.1 Generalidades**

La figura A.2 muestra un diagrama conceptual que pretende ayudar a entender el proceso de planificación energética. Este diagrama no pretende representar los detalles de una organización específica. La información de este diagrama de planificación energética no es exhaustiva y puede haber otros detalles específicos o circunstancias particulares aplicables a la organización.



Ejemplos de personal que trabaja en nombre de la organización incluyen a los subcontratistas, al personal a tiempo parcial y al personal temporal.

Las fuentes potenciales de energía pueden incluir fuentes convencionales que no hayan sido previamente utilizadas por la organización. Las fuentes de energías alternativas pueden incluir combustibles fósiles o no fósiles.

La actualización de la revisión energética significa la actualización de la información relacionada con el análisis, determinación de la significación y determinación de las oportunidades de mejora del desempeño energético.

Una auditoría o evaluación energética comprende una revisión detallada del desempeño energético de una organización, de un proceso o de ambos. Se basa generalmente en una apropiada medición y observación del desempeño energético real. Los resultados de la auditoría generalmente incluyen información sobre el consumo y el desempeño actuales y pueden ser acompañadas de una serie de recomendaciones categorizadas para la mejora del desempeño energético. Las auditorías energéticas se planifican y se realizan como parte de la identificación y priorización de las oportunidades de mejora del desempeño energético.

#### **A.4.4 Línea de base energética**

Un período adecuado para los datos significa que la organización tiene en cuenta los requisitos reglamentarios o las variables que afectan al uso y al consumo de la energía. Las variables pueden incluir el clima, las estaciones, los ciclos de actividades del negocio y otras condiciones.

La línea de base energética se mantiene y registra como un medio para que la organización determine el período de mantenimiento de los registros. Los ajustes en la línea de base energética también se consideran como mantenimiento y los requisitos están definidos en esta Norma Internacional.

#### **A.4.5 Indicadores de desempeño energético**

Los IDEns pueden ser un simple parámetro, un simple cociente o un modelo complejo.

Ejemplos de IDEns pueden incluir consumo de energía por unidad de tiempo, consumo de energía por unidad de producción y modelos multi-variables.

La organización puede elegir los IDEns que informen del desempeño energético de su operación y puede actualizar los IDEns cuando se produzcan cambios en las actividades del negocio o en las líneas de base que afecten a la pertinencia del IDEn, según sea aplicable.

#### **A.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía**

Además de los planes de acción enfocados en alcanzar mejoras específicas en el desempeño energético, una organización puede tener planes de acción que se focalicen en alcanzar mejoras en la gestión global de la energía o en la mejora de los procesos del propio SGE. Los planes de acción para estas mejoras también pueden establecer la forma en que la organización verificará los resultados alcanzados mediante el plan de acción. Por ejemplo, una organización puede tener un plan de acción diseñado para lograr una mayor toma de conciencia entre sus empleados y contratistas respecto al comportamiento relacionado con la gestión de la energía. El grado en que este plan de acción logra una mayor toma de conciencia y otros resultados debería verificarse mediante el método determinado por la organización y documentado en el plan de acción.

### **A.5 Implementación y operación**

#### **A.5.1 Generalidades**

No se requieren aclaraciones adicionales.

#### **A.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia**

La organización define los requisitos de competencia, formación y toma de conciencia basándose en sus necesidades organizacionales. La competencia está basada en una combinación apropiada de educación, formación, habilidades y experiencia.

**A.5.3 Comunicación**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.5.4 Documentación**

Los únicos procedimientos que tienen que documentarse son aquellos que están especificados como procedimientos documentados.

La organización puede desarrollar todos aquellos documentos que considere necesarios para la demostración eficaz del desempeño energético y del apoyo al SGEEn.

**A.5.5 Control operacional**

Una organización debería evaluar aquellas operaciones que estén asociadas con su 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. Esto debería incluir todas las partes de sus operaciones, incluyendo las actividades de mantenimiento.

**A.5.6 Diseño**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía**

Las adquisiciones brindan una oportunidad para mejorar el desempeño energético a través del uso de productos y servicios más eficientes. Constituyen también una oportunidad para trabajar con la cadena de suministros e influir sobre su comportamiento energético.

La aplicabilidad de las especificaciones de compra de energía puede variar de un mercado a otro. Los elementos de la especificación de compra de energía pueden incluir, calidad de la energía, disponibilidad, estructura de costos, impacto ambiental y fuentes renovables.

La organización puede utilizar la especificación propuesta por un proveedor de energía, si es apropiada.

**A.6 Verificación****A.6.1 Seguimiento, medición y análisis**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.6.3 Auditorías internas del SGEEn**

Las auditorías internas del sistema de gestión de la energía pueden ser realizadas por personal propio de la organización o por personas externas seleccionadas por la organización, que trabajen en su nombre. En ambos casos, las personas que conducen la auditoría deberían ser competentes y estar en una posición que les permita realizarlas imparcial y objetivamente. En organizaciones pequeñas la independencia del auditor puede demostrarse si el auditor no tiene responsabilidad en la actividad que está siendo auditada.

Si la organización desea combinar las auditorías de su sistema de gestión de la energía con otras auditorías internas, el objetivo y el alcance de cada una de ellas deberían estar claramente definidos.

El concepto de una evaluación o auditoría energética no es el mismo que el de una auditoría interna de un SGEEn o de una auditoría interna del desempeño energético de un SGEEn (véase A.4.3).

**A.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.6.5 Control de los registros**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.7 Revisión por la dirección****A.7.1 Generalidades**

La revisión por la dirección debería cubrir completamente el alcance del sistema de gestión de la energía, aunque no todos los elementos del sistema de gestión de la energía requieren revisarse a un mismo tiempo y el proceso de revisión puede llevarse a cabo a lo largo de un período de tiempo.

**A.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**A.7.3 Resultados de la revisión**

No se requieren aclaraciones adicionales.

**Anexo B**  
(Informativo)

**Correspondencia entre las Normas Internacionales ISO 50001:2011, ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 e ISO 22000:2005**

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 22000:2005	
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título
	Prólogo		Prólogo		Prólogo		Prólogo
	Introducción		Introducción		Introducción		Introducción
1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación	1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencias Normativas	2	Referencias Normativas	2	Referencias Normativas	2	Referencias Normativas
3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones
4	Requisitos del sistema de gestión de la energía	4	Sistema de gestión de la calidad	4	Requisitos del sistema de gestión ambiental	4	Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos
4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales
4.2	Responsabilidad de la dirección	5	Responsabilidad de la dirección			5	Responsabilidad de la dirección
4.2.1	Alta dirección	5.1	Compromiso de la dirección	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	5.1	Compromiso de la dirección
4.2.2	Representante de la dirección	5.5.1	Responsabilidad y autoridad	4.4.1	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	5.4	Responsabilidad y autoridad
		5.5.2	Representante de la dirección			5.5	Líder del equipo de la inocuidad de los alimentos
4.3	Política energética	5.3	Política de la calidad	4.2	Política ambiental	5.2	Política de la inocuidad de los alimentos
4.4	Planificación energética	5.4	Planificación	4.3	Planificación	5.3	Planificación del sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos
						7	Planificación y realización de productos inocuos
4.4.1	Generalidades	5.4.1	Objetivos de la calidad	4.3	Planificación	5.3	Planificación del sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos
		7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto			7.1	Generalidades
4.4.2	Requisitos legales y otros requisitos	7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto	4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos	7.2.2	(sin título)
		7.3.2	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo			7.3.3	Características del producto

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 22000:2005	
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título
4.4.3	Revisión energética	5.4.1	Objetivos de la calidad	4.3.1	Aspectos ambientales	7	Planificación y realización de productos inocuos
		7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto				
4.4.4	Línea de base energética					7.4	Análisis de peligros
4.4.5	Indicadores de desempeño energético					7.4.2	Identificación de peligros y determinación de los niveles aceptables
4.4.6	Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía	5.4.1	Objetivos de la calidad	4.3.3	Objetivos, metas y programas	7.2	Programas de prerrequisitos (PPR)
		7.1	Planificación de la realización del producto				
4.5	Implementación y operación	7	Realización del producto	4.4	Implementación y operación	7	Planificación y realización de productos inocuos
4.5.1	Generalidades	7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4.4.6	Control operacional	7.2.2	(Sin título)
4.5.2	Competencia, formación y toma de conciencia	6.2.2	Competencia, formación y toma de conciencia	4.4.2	Competencia, formación y toma de conciencia	6.2.2	Competencia, formación y toma de conciencia
4.5.3	Comunicación	5.5.3	Comunicación interna	4.4.3	Comunicación	5.6.2	Comunicación interna
4.5.4	Documentación	4.2	Requisitos de la documentación			4.2	Requisitos de la documentación
4.5.4.1	Requisitos de la documentación	4.2.1	Generalidades	4.4.4	Documentación	4.2.1	Generalidades
4.5.4.2	Control de los documentos	4.2.3	Control de los documentos	4.4.5	Control de documentos	4.2.2	Control de los documentos
4.5.5	Control operacional	7.5.1	Control de la producción y de la prestación del servicio	4.4.6	Control operacional	7.6.1	Plan HACCP
4.5.6	Diseño	7.3	Diseño y desarrollo			7.3	Pasos preliminares para permitir el análisis de peligros
4.5.7	Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía	7.4	Compras				
4.6	Verificación	6	Medición, análisis y mejora	4.5	Verificación	8	Validación, verificación y mejora del sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos

ISO 50001:2011		ISO 9001:2008		ISO 14001:2004		ISO 22000:2005	
Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título	Capítulo	Título
4.6.1	Seguimiento, medición y análisis	7.2.3	Comunicación con el cliente	4.5.1	Seguimiento y medición	7.6.4	Sistema para seguimiento de los puntos críticos de control
		8.2.4	Seguimiento y medición del producto				
		8.4	Análisis de datos				
4.6.2	Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos	7.3.4	Revisión del diseño y desarrollo	4.5.2	Evaluación del cumplimiento legal		
4.6.3	Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	8.2.2	Auditoría interna	4.5.5	Auditoría interna	8.4.1	Auditoría interna
4.6.4	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva	8.3	Control del producto no conforme	4.5.3	No conformidad, acción correctiva y acción preventiva	7.10	Control de no conformidades
		8.5.2	Acción correctiva				
		8.5.3	Acción preventiva				
4.6.5	Control de los registros	4.2.4	Control de los registros	4.5.4	Control de los registros	4.2.3	Control de los registros
4.7	Revisión por la dirección	5.6	Revisión por la dirección	4.6	Revisión por la dirección	5.8	Revisión por la dirección
4.7.1	Generalidades	5.6.1	Generalidades	4.6	Revisión por la dirección	5.8.1	Información para la revisión
4.7.2	Información de entrada para la revisión por la dirección	5.6.2	Información de entrada para la revisión	4.6	Revisión por la dirección	5.8.2	Información para la revisión
4.7.3	Resultados de la revisión por la dirección	5.6.3	Resultados de la revisión	4.6	Revisión por la dirección	5.8.3	Resultados de la revisión

### **Bibliografía**

- [1] ISO 9000:2005, *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario.*
- [2] ISO 9001:2008, *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.*
- [3] ISO 14001:2004, *Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso.*
- [4] ISO 22000:2005, *Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.*

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma ISO 9000	<i>Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario.</i>
Norma ISO 9001	<i>Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos.</i>
Norma ISO 14001	<i>Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso.</i>
Norma ISO 22000	<i>Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.</i>

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Esta norma es una adopción de la Norma *ISO 50001: 2011 Energy management systems – Requirements with guidance for use*. Ginebra-Suiza 2011.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

**Documento:** NTE INEN-ISO 50001      **TÍTULO:** SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO      **Código:** FD 03.05-452

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio: 2011-09-07	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Directorio Oficialización con el Carácter de por Resolución No.      de publicado en el Registro Oficial No.      de  Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de      a

Comité Interno del INEN:  
Fecha de iniciación: 2011-09-19      Fecha de aprobación: 2011-09-19  
Integrantes del Comité Interno:

<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>
Ing. Mauricio Alminate (Presidente)	DIRECTOR DEL AREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Ing. Diego Salazar	AREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DEL AREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN
Ing. Fausto Lara	DIRECTOR DEL AREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN (E)
Ing. Wilson Novoa (Secretario Técnico)	AREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites:

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria      Por Resolución No. 11 406 de 2011-12-29  
Registro Oficial No. 654 de 2012-03-06

---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gob.ec](mailto:direccion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gob.ec](mailto:normalizacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gob.ec](mailto:certificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gob.ec](mailto:verificacion@inen.gob.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gob.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gob.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gob.ec](mailto:inenguayas@inen.gob.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gob.ec](mailto:inencuenca@inen.gob.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gob.ec](mailto:inenriobamba@inen.gob.ec)  
URL: [www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)

## **ANEXO 2**

### **REGISTROS DE POTENCIA MENSUAL EN KW DE GENERACIÓN ELÉCTRICA TURBO VAPOR DE LA PLANTA INDUSTRIAL PALMERAS DE LOS ANDES DEL 2016**

Mes	ene-16														
Día	6	11	12	13	14	15	23	24	25	26	24	28	29	30	31
Horas	Potencia en kW														
8	581	370	675	425	586	610	695	674	220	610	665	565	801	665	457
9	590	610	665	445	524	578	715	712	285	614	690	555	825	683	465
10	585	640	675	725	731	716	694	721	476	657	708	590	754	641	584
11	670	700	679	659	765	686	731	726	725	665	715	545	736	680	620
12	730	715	685	689	734	717	736	670	708	668	685	648	727	713	615
13	700	717	755	710	715	724	725	604	725	650	695	725	627	694	580
14	670	727	711	708	730	706	570	552	796	694	700	760	652	771	590
15	550	754	565	527	556	442	574	671	693	495	745	755	655	745	600
16	560	775	567	635	525	445	420	660	703	595	514	525	595	497	
17	564	757	702	627	633	460	442	670	752	598	524	437	625	534	
18	620	722	620	773	637	395	498		762	636	614	578	611	542	
19	702	785	725	751	610		548		763	657	740	625	742	735	
20	633	560	785	793	705				725	771	772	562	763	797	
21	672	575	787	793	764				574	786	807	529	795	784	
22	708	566	629	804	755				613	791	805	806	754	798	
23	745	787	608	853	775				612	823	806	832	768	815	
24	755	805	770	854	787				805	805	809	829	804	777	
1	736	828	791	868	791				658	804	812	822	803	774	
2	740	629	803	873	628					640	773	641	806	595	
3	735	592	633	676	633					635	657	627	807	563	
4	568	781	562	681	618					637	692	595	658	575	
5		813	582	662	801					617	629	769	666		
6			584	847	821					615	642		663		
7													791		

Mes	feb-16																								
Día	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	29
Horas	Potencia en kW																								
8	599	715	245	651	804	721	180	239	380	716	675	220	670	710	527	767	658	637	320	685	750	565	695	665	289
9	578	745	584	673	686	625	273	242	331	700	648	220	733	766	544	715	745	675	297	654	745	625	705	675	255
10	682	757	591	615	682	625	357	265	301	765	766	245	698	769	752	705	727	683	645	640	690	657	682	731	260
11	692	726	587	635	794	523	386	334	321	775	765	385	655	828	699	716	754	650	725	660	700	720	680	732	273
12	715	751	584	685	757	513	313	312	349	750	733	441	657	772	744	704	771	654	700	665	710	730	705	735	271
13	727	755	595	734	761	609	260	250	632	770	716	540	686	839	683	719	84	630	832	720	725	726	720	727	286
14	745	802	566	720	765	615	272	280	615	745	720	664	777	843	748	819	111	545	824	715	640	715	712	755	331
15	727	629	762	710	607	631	248	275	627	695	532	657	709	643	618	845	670	604	833	525	584	523	552	482	243
16	540	633	600	550	599	640	283	311	530	694	525	698	625	651	621	633	681	530	865	535	547	570	547	478	311
17	502	626	691	550	627	616	293	356	547	650	614	725	657	644	624	641	606	559	674	637	631	625	655	590	398
18	556	776	662	610	792	616	283	360	795	693	720	758	826	847	720	762	632	240	666	727	751	734	753	705	298
19	687	810	630	711	809	633	281	358	641	727	715	722	810	790	644	645	612		678	741	753	731	747	740	298
20		675	714	740	668		280	343	655	788	710	708	715	730	675	618	679		845	800	742	791	793	773	298
21		705	725	743	695		285	341	812	856	700	578	665	702	709	702	669			811	802	845	814	786	320
22		750	698	737	685		276	342	808	858	711	598	667	691	745	692	636			793	811	826	806	826	324
23		765	725	745	715		271	331	817	839	650	615	700	708	779	686	622			780	822	845	815	818	306
24		775	710	758	670			289	823	855	540	644	755	795	825	725	715			824	817	837	817	822	
1		800	580	747	756			297	817	847	543		750	610	778	600	750			844	808	848	796	798	
2		815	535	657	765			325	650	852	700		715	744	755	651	728			633	820	847	848	591	
3		798	638	645	747			341	666	850	731		698	775	497	667	783			641	821	860	640	594	
4		625	690	567	695			346	679	676	717		485	614	550	485	585			816	642	492	642	239	
5		635		598	610				790	684	780		470	625	517	415	583			834	625	624	729		
6		647		552	600				796	860	634		667	628	643	570	535				623	782			
7		405		643	650					866	520		685	694		642	646				713				

Mes	mar-16																								
Día	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	26	27	29	30	31
Horas	Potencia en kW																								
8	350	560	801	842	240	678	699	657	687	705	126	778	816	560	427	160	585	625	649	631	275	493	792	456	322
9	345	159	786	858	390	680	785	720	669	602	152	830	616	590	457	152	719	635	621	665	325	657	627	428	244
10	340	490	842	797	565	724	765	663	821	620	284	809	581	744	678	390	679	719	730	565	395	674	648	417	332
11	365	812	850	854	585	725	738	674	753	730	502	808	782	753	685	517	635	580	756	751	735	663	618	429	331
12	343	825	864	875	662	685	730	760	720	820	641	753	759	771	883	722	645	224	740	728	705	660	751	440	525
13	341	852	845	859	858	697	765	767	692	705	612	842	784	790	888	710	680	220	770	732	707	600	839	798	598
14	336	809	805	819	861	685	795	777	780	840	683	729	835	834	681	769	724	242	758	685	640	685	658	721	607
15	330	705	825	820	849	710	715	750	725	657	727	787	652	584	679	776	363	265	510	681	620	640	662	735	676
16	260	703	630	673	867	717	564	625	480	360	715	637	648	632	725	833	522	514	565	691	635	545		681	683
17	261	679	644	674	835	665	578	722	625	295	635	637	679	642	698	834	676	625	657	689	670	560		601	857
18	247	804	851	673	834	696	615	700	548		610	644	816	849	780	817	654	771	717	474	724	527		610	857
19	268	857	869	818	822	665	725	798	753		710	855	764	720	280	822	648	770	694	252	806	672		587	839
20	245	690	760	725	614	793	803		650		619	665	770	732	228	815	650	801	750		838		621	723	582
21	348	702	785	710	617	867	814	742	700		588	731	692	705	717	746	683	842	808		837		727	775	589
22	295	644	810	705	803	834	830	836	655		625	750	720	710	722	718	680	835	785		893		757	759	658
23	263	656	797	700	773	816	827	836	670		638	735	735	680	725	779	715	826	801		819		755	770	785
24	375	625	825	815		843	825	829			710	738	725	719	667	624	700	833	804		893		750	750	765
1	398	758	800	845		837	838	819	330			725	695	758	753	764	651	834	795		774		625	738	760
2	275	815	728	857		833	813	821	751			715	748	750	750		683	641	811		778		755	621	778
3	425	815	730	848		805	679	684	791			685	760	758	745		553	492	641		753		765	403	602
4	370	645	602	589		679	691	625	640			560	530	632	400		601	661	627		440		718	528	564
5	425	660	605	612		676	871	822	621			635	602	621	202		579	834	595				497	715	585
6	650	625	600	596		916	885	828	634			610	615	624	180		691	816	786				347	603	648
7		725	737	710		826			680			638	674	582					650				435		

Mes	abr-16																													
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Horas	Potencia en kW																													
8	718	625		183	711	594	625	752	710		258	817	784	800	797	469		325	695	652	810	508	548	558	247	709	809	812	650	653
9	713	725		584	574	612	446	784	640		215	806	840	633	575	595		435	606	610	720	540	590	521	361	760	856	755	705	610
10	729	703		600	557	441	671	615	750		341	826	660	676	615	618		527	657	652	690	527	520	577	525	757	856	770	771	705
11	827	831		637	653	610	674	625	760		655	633	651	833	775	805		665	622	642	705	620	674	507	775	780	863	844	740	710
12	819	837		770	674	722	671	714	714		586	577	837	723	765	819		644	745	717	710	685	615	522	795	761	854	825	754	730
13	836	820		731	750	633	800	717	720		651	581	833	718	749	847		791	635	750	751	697	644	527	710	742	863	816	715	720
14	807	831		820	740	613	647	655	774		665	633	881	822	782	831		785	629	720	743	744	663	583	695	740	857	752	650	710
15	657	583		857	696	715	680	718	740		625	826	629	824	768	811		625	608	690	670	685	647	460	770	609	590	644	653	720
16	651	629		829	476	543	592	610	605		725	838	631	809	791	800		608	610	725	678	670	625	555	775	696	584	562	660	600
17	686	633		888	527	647	425	614	610		735	696	662	819	770	783		498	615	707	674	620	657	537	755	687	594	618	632	610
18	817	714		855	702	624	527	689	608		732	661	868	832	776	810		492	570	720	684	715	637	122	765	884	658	824	756	617
19	824	818		874	580	672	548	806	714		755	823	817	827	785	819		443	683	750	629	684	673		755		681	826	750	625
20	675	461		867	674	749	754	787	725		760	647	641	731	577			627	553	746	632	685	696		759	733	705	725	545	
21	702	545		678	662	855	788	804	797		610	640	526	685	453			816	548	741	775	697	709		775	746	725	742	625	
22	698	732		685	844	854	797	787	727		627	515	645	675	575			759	753	700	839	696	675		662	797	685	670	740	
23	800	798		633	845	857	800	799	777		658	634	655	635	667			757	754	796	830	693	709		555	735	719	790	769	
24	815	815		858	824	850	797	811	725			610	695	647	740			745	767	794	815	702	700		560	740	790	775	757	
1	819	795			815	851	827	815	765			540	675	788	758			776	770	801	729	701	694		685	760	758	750	748	
2	712	685			657	815	820	627	725			765	695	745	765			778	730	788	737	698	706			698	801	783	725	
3	769	712			633	603	617	625	735			765	628	778	675			722	718	808	493	681	709			705	740	801	757	
4	510	700			644	584	650	631	700			785	725	720	740			723	691	772	456	702	704			545	675	634	575	
5	448	258			630	515	669	784	580			795	733	622	711			740	696	623	618	692	701			533	543	515	635	
6	640	156			678	705	823	794	600			587	648	662	620				728	833	640	729	694			625	655	603	679	
7	595				676	658	823	619	575			546	667	702	717				719	836			672			728	750	729	705	

Mes	may-16																														
Día	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Horas	Potencia en kW																														
8	290	676	635	654	638	750	706	117	740	590	710	721	560	650	130	353	702	706	754	690	565	251	758	791	841	789	755		132	622	
9	355	628	685	651	625	799	717	122	697	450	730	630	541	670	319	419	665	696	748	698	615	216	584	771	590	725	748		542	615	
10	530	484	725	645	645	760	685	375	651	423	691	675	565	630	612	383	428	725	755	585	624	285	521	779	595	717	768		558	578	
11	545	524	757	581	710	778	675	611	693	441	790	661	619	640	660	427	525	627	665	556	612	249	427	805	629	733	742		578	765	
12	657	630	755	719	746	745	725	688	661	510	700	790	710	680	560	415	724	616	651	674	682	411	439	842	639	736	735		782	748	
13	760	586	737	757	695	757	748	766	810	580	761	716	697	630	610	386	220	680	725	665	725	425	424	811	610	778	797		800	750	
14		605	755	762	705	790	710	734	792	597	707	674	710	640	651	457		595	745	635	755	681	258	833	581	722	763		808	718	
15		724	777	785	764	729	709	667	599	590	580	754	681	680	630	545	453	565	608	567	765	766	461	642	593	688	575		811	694	
16		695	638	584	633	595	514	678	595	516	586	624	610	591	621	670	540	650	616	578	636	740	476	633	617	732	556		828	602	
17	494	595	544	625	565	575	519	630	525	521	570	633	621	519	611	767	685	639	646	595	645	718	594	676	610	718	561		827	720	
18	837	635	596	687	515	690	224	756	551	530	610	629	606	597	438	775	720	702	734	667	128	722	785	809	606	767	569		828	732	
19	851	675	638	720	645	710		535	595	630	771	808	716	683	440	735	637	750	647	615		727	816	831	588	699	715		812	736	
20	848	515	776	717	676	677		620	610	710	712	705	647	693	383	742	682	707	662	714		710	745	675	547	665	625		678	798	
21	832	492	825	728	725	721		675	700	657	725	714	654	708	390	746	744	808	698	749		730	712	670	749	690	656		676	841	
22	681	575	785	724	716	705		628	680	687	735	695	710	689	391	770	776	819	844	767		754	755	751	775	675	725		681	806	
23	659	666	818	750	743	685		540	687	646	698	725	727	638	387	750	779	834	831	729		725	735	722	765	724	698		809	840	
24	667	682	793	747	733	690		535	785	665	755	715	715	539	394	780	778	832	857	761		560	775	755	800	715	645		847	823	
1	846	675	824	733	718	720		623	745	662	775	765	700	533		796	776	856	841	768		554	795	795	785	700	517			791	
2		666	799	806	730	711			698	613	765	745	725	528		797	792	822	861	758		608	745	787	790	658	555			826	
3		674	774	645	728	715			678	654	545	735	708	538			591	617	837	758		720	630	625	725	698	525			678	
4		657	614	590	700	683			497	620	595	545	502	513		553	576	701	696	492			545	584	643	485	457			726	
5		666	624	608	880	667			540	597	680	514	580	289		551	548	798	661	515			620	597	615	610	534			690	
6		648	633	769	811	673			548	635	769	665	648			585	733	852	659	707			635	645	667	628	512			817	
7			873	771	797	711					675	710	590	764			625	725	698				654	671	665	703	268			818	

Mes	jun-16																													
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Horas	Potencia en kW																													
8	734	581	577	720	645	292	596	686	914	633	650	555	185	610	685	720	675	610	648	323	660	590	683	690	599	749	375	557	639	657
9	719	575	594	729	680	381	289	749	669	691	710	501	375	715	675	712	688	665	675	492	644	606	710	685	527	781	703	547	689	665
10	749	677	804	760	674		427	732	627	683	700	510	568	710	702	697	678	640	666	459	651	597	684	696	546	752	697	647	527	625
11	716	680	685	692	667	294	662	743	562	696	680	550	715	711	700	705	565	675	625	417	664	600	696	681	523	770	612	715	525	635
12	704	681	665	708	658	557	656	749	592	692	720	600	626	705	682	640	634	685	621	445	695	606	725	710	258	782	547	658	733	650
13	711	695	656	685	680	621	662	740	643	723	721	610	633	710	730	625	615	719	635	640	709	595	702	699	526	766	712	712	705	676
14	725	687	596	685	687	620	657	757	729	720	710	620	696	714	684	615	608	725	620	625	548	599	696	737	659	784	700	675	724	635
15	577	560	526	565	679	263	523	632	745	625	640	601	679	620	690		636	645	597	638	526	593	625	667	660	794	706	695	612	540
16	532	651	545	568	660	558	514	615	661	657	600	522	707	619	610	560	616	610	575	645	508	558	633	627	693	747	700	360	605	535
17	583	635	557	631	585	559	750	590	560	629	610	511	674	618	590	556	635	595	175	635	562	581	610	627	788	629	690	570	601	548
18	775	638	662	665	485	600	780	749	642	669	630		679	680	650	613	648	623		625	669	657	633	630	935	553	712	645	690	623
19	647	672	696	650	110	598	674	834	614	657	671		666	610	670	598	625	665		598	684	674	629	625	725		700	637	645	645
20	771	696	746	570		475	665	589		537	598		624	708	650	696	650	714		534	665	665	603	647	735		700	685	686	657
21	808	727	705	551		520	680	596	674	675	584		629	750	693	699	670	729		622	640	685	600	621	678		659	720	692	694
22	800	669	652	530		556	694	598	628	657	567		669	703	707	707	676	710			696	654	598	635	723		663	727	689	704
23	846	662	611	527		568	645	646	615	622	590		694	729	710	700	604	728			685	640	550	567	600		696	700	704	689
24	828	696	646	525			635	700	657	621	625			716	716	709	630	718			540	642	560	580	630		690	726	696	700
1	857	725	653	510			641	710	668	660	614			729	720	697	657	727			572	676	594	590	637			718	692	686
2	807	664	648	515			695	695	557	632	654			747	659	702	679	629			572	670	580	584	622			722	707	701
3	660	678	584	500			685	535	515	645	610			729	270	691	650	623			537	598	607	570	612			675	689	696
4	288	696	599	480			575	549	485	573	535			676	615	685	600	630			560	575	485	648	616			666	698	659
5	676	666	574	550			566	630	684	540	565			662	594	700	598	640			540	595	623	547	576			659	687	643
6	824	678	736	530			580	668	689	581	595			659	620	624	610	689			512	665	645	485	675			706	700	689
7			756	501			635	689	654	540	545			724	711	678	640	727			546	680	598	675	748			694	685	685

Mes	jul-16																													
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27		28	29	30
Horas	Potencia en kW																													
8	649	310	315	233	239	779		804	562	280	623	623	623	625	715	747	380	395	789	762	710	761	601	275	685	560		634	615	656
9	653	320	323	310	238	846	710	795	636	434	630	630	810	695	628	758	295	605	647	788	756	730	590	508	577	690		627	650	640
10	910	371	285	285	242	852	560	581	696	625	706	706	761	796	716	790		677	643	790	761	727	627	500	778	726		352	710	680
11	347	341	301	265	285	830	629	526	730	843	674	674	793	778	742	748		725	760	782	876	727	650	537	800	705		298	590	665
12	304	339	345	285	378	822	640	669	696	854	685	685	778	790	817	685		665	790	806	850	727	620	767	785	665		678	675	670
13	332	330	256	325	361	831	661	678	625	861	750	750	805	798	798	647		654	836	808	666	662	610	788	822	657		668	684	630
14	305	298	210	290	387	643	681	676	494	744	726	726	684	778	695	678		670	770	795	690	685	550	854	768	595		585	708	550
15			225	285	392	559	690	673	506	754	586	586	645	647	640	685		700	596	618	629	660	510	692	610	610		562	620	530
16	74	300		325	529	565	640	678	614	743	653	653	605	635	638	657		586	652	597	633	600		692	582	660		556	580	620
17	341	280		308	678	580	649	719	640	764	587	587	612	596	670	636		590	678	600	616	600		686	609	610		685	575	682
18	324	305		315	689	605	868	757	630	816	615	613	548	645	680	645		680	850	550	696	650		700	600	671		674	620	710
19	290	312		225	684	750	888	901	680	559	677	677	636	697	653	657		745	840	720	700	661		692	595	700		698	605	680
20	325	313		198	677	685	785	705	574	558	778	728	655	705	703	660			675	730	716	485		689	662	730		681	708	678
21	350	310			680	700	790	698	675	736	760	778	697	748	696	667			797	760	725	525		685	651	727		666	711	696
22	346	304			686	655	805	672	585	734	841	760	760	736	751	705			740	755	785	673		832	642	730		692	680	672
23	348	321			710	700	745	680	502		752	841	787	833	762	650			697	765	653	607		825	625	733		715	689	674
24	361	310			764	720	714	657	506		786	752	770	851	745	715			687	725	687	627			576	741		700	708	670
1	346	306			751	741	734	585	581		762	786	801	861	753	711			640	700	665	657			580	729		690	679	725
2	353	300			760	695	687	575	514		633	762	782	866	721	720			685	696	705	615			700	693		642	686	717
3	351	306			756	698	678	584	565		638	633	623	630	680	565			705	###	700	567			695	582		659	650	700
4	224	179			565	560	640	521	525		662	638	662	651	681	370			604	598	626	502			693	595		630	610	727
5	223	181			598	546	580	497	540		825	662	694	678	630	657			610	680	665	558			685	685		648	580	623
6	327	300			605	675	645	589	175		811	825	842	867	612	550			654	689	640	608			700	707		709	640	593
7	344	317			730	705	743	585				811	850	881	751	705			735	744	641	590			692	650		700	650	678

Mes	ago-16																														
Día	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27			29	30	31
Horas	Potencia en kW																														
8	224	667	752		685	694	106	550	610	645	640	644		224	566	746	759	685	738		196	698	745	587	550	520			280	807	706
9	349	762	806		609	715	645	585	642	587	620	648		525	599	797	765	621	752		249	718	679	558	540	585			375	809	770
10	532	762	731		784	670	665	578	710	745	605	668		562	611	802	760	590	613		472	694	745	685	558	590			602	825	685
11	653	711	724		812	666	643	485	694	725	630	705		570	608	775	842	609	801		457	633	695	645	685	495			610	847	729
12	665	705	742		759	647	768	525	737	727	640	695		554	750	816	830	590	775		548	625	694	756	692	300			764	690	694
13	657	735	784		777	680	788	280	761	657	610	465		595	809	841	837	680	609		683	680	705	660	700			820	696	692	
14	625	743	773		800	731	848	230	768	750	635	260		732	711	775	854	670	609		685	702	682	684	710			700	685	729	
15	627	625	606		733		773	232	556	742	615			725	599	613	547	606	586		645	625	610	529	635			720	548	525	
16	650	650	625		650		797	285	660	590	590			715	633	620	517	590	607		662	534	605	498	540			698	558	545	
17	645	672	599		630		781	698	555	575	620			698	618	490	627	606	812		813	575	697	535	620			736	584	590	
18	535	831	871		700		795	700	586	630	665			720	795	411	641	670	748		772	715	690	685	605			543	681	720	
19	520	819	830		752		763	686	595	715	682			545	788	620	625	650	810		765	698	674	674	614			684	689	706	
20	515	735	655		676		804	768	546	694	640			437	648	700	642	640	752		625	667	659	727	685			764	535	618	
21	610	722	680		660		573	733	667	719	600			525	625	705	625	650	700		588	735	696	720	696			768	705	620	
22	635	711	694		652		529	459	749	705	682			642	658	677	740	665	795		631	791	685	722	684			710	621		
23		668	675		676		581	623	780	733	705			605	691	704	680	725	760		708	809	697	685	702			725	540		
24		722	525		685		586	616	763	714	721				685	698	720	556	805			822	684	700	700			740	645		
1		754			665			642	778	732	725				660	725	750	675	770			810	694	707	702			799	637		
2		748	315		678			681	782	726	710				650	712	732	698	778			825	696	700	700			735	653		
3		745	275		779			689	627	570	765				675	689	744	525	705			630	691	702	696			690	556		
4		557	520		485			676	581	581	590				490	580	548	477	645			696	657	498	625			700	535		
5		612	589		452			696	620	590	610				595	610	625	485	136			690	624	525	643			400	610		
6		650	720		520			810	624	724	560				622	657	635	639				850	636	580	630			645	625		
7		624	679		515			831	678	715	570				646	685	636	558				830	694	667	513			710	625		

Mes	sep-16																											
Día	1	2	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Horas	Potencia en kW																											
8	562	662	182	257	515	625	652	657	234	625	585	623	528	595	420	658	587	540	305	284	605	289	814	559	575	595		
9	685	660	178	298	567	540	630	665	334	590	659	548	623	613	645	634	618	452	275	290	620	341	793	547	513	615		
10	642	670		290	768	735	670	687	357	710	676	559	703	627	628	682	688	310	302	328	579	325	562	576	409	639		
11	696	673	285	298	687	727	628	670	308	715	625	551	623	627	619	620	652	280	280	274	572	413	622	568	422	638		
12	730	727	341	311	685	750	657	648	578	729	659	630	619	592	250	690	582	272	292	330	680	425	615	581	417	648		
13	703	726	297	351	705	688	702	725	591	718	666	657	633	654	590	670	585	280	315	291	652	546	639	550	427	642		
14	630	702	325	320	685	605	640	515	576	725	724	626	730	697	666	622	661	290	274	296	674	575	605	560	441	633		
15	640	528	289	607	624	598	547	250	620	676	702	606	715	727	642	518	574	230	150	264	650	549	513	540	479	573		
16	580	523	341	561	520	587	605		634	657	696	612	672	710	662	480	450	254	132	174	620	566	495	546	513	572		
17	400	517	323	575	520	606	608		617	547	657	601	735	668	651	594	514	215	270	162		580	341	540	512	577		
18	410	696	325	587	680	615	632		600	490	662	690	725	633	662	632	590	245	282	570		590	382	561	562	646		
19	584	702	337	595	670	694	624		610	585	657	665	730	673	667	644	570	240	294	587		582	410	550	593	643		
20	605	649	340	629	718	732	660		602	552	606	705	580	664	685	623	613	273	312	614		609	372	555	550	675		
21	650	685	220	700	726	754	651			620	595	620	442	615	627	662	593	274	340	592		658	505	604	592	638		
22	665	623	221	685	728	627	724			615	595	706	412	624	610	651	513	271	311	624		646	495	598	532	585		
23	705	670	178	694	707	646	657			575	640	640	385	605	685	673	546	283	291	582		656	520	530	591	648		
24	615	660	512	690	722	673	652			625	471	610	615	660	706	667	562	137	283	604		625	518	585	549	635		
1	625	621	341	694	731	696	660			650	580	652	652	638		666	552	291	295	598		502	522	552	532	690		
2	658	660		682	717	694	623			574	580	635	605	594		676	546	157	291	515		482	519	542	550	612		
3	557	657		727	294	606	626			584	600	614	621	610		652	528	141	283	482		590	420	601	502			
4	530	645		730	325	620	705			487	582	540	520	520		627	539	278	146	505		654	418	502	415	554		
5	657	327		697	629	662	696			658	540	505	510	514		523	515	288	271	490			418	448	405	495		
6	662			671	648	650	707			579	542	560	604	420		648	539	250	279	584			405	440	515	610		
7				696	639	680	700			557	525	480	622	150		662	517	354	320	601			580	630	587	22		

Mes	oct-16																														
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	14	25	26	27	28	29	30	31		
Horas	Potencia en kW																														
8	625	640	268	680	567	685	600	585	245	696	667	640	660	523		265	657	620	575	585	600	225	559	614	584	642	246	615	67		
9	656	645	322	645	540	678	619	635	350	651	611	629	625	496		363	640	612	555	600	631	506	290	707	523	718	364	657	234		
10	660	660	484	697	610	645	657	668	526	608	640	617	661	497		485	317	631	625	607	625	562	528	696	582	694	401	651	346		
11	691	569	690	660	568	483	585	665	551	593	640	655	686	422		530	306	624	619	626	700	573	510	707	633	706	317	662	514		
12	695	655	649	715	675	420	588	625	624	674	647	631	680	423		539	357	642	621	639	645	525	595	735	624	680	416	660	633		
13	691	646	666	646	560	580	585	620	645	666	642	662	684	581		562	685	635	610	698	652	605	585	666	685	680	518	659	709		
14	694	610	670	624	630	490	548	610	625	670	559	623	670	627		551	657	640	635	582	712	598	492	623	635	688	676	633	640		
15	690	597	668	465	644	565	518	564	635	637	547	478	644	595		566	654	536	580	518	562	532	489	618	596	672	638	645	666		
16	623	585	660	568	717	545	524	557	634	618	583	458	584	526		563	640	624	598	512		500	581	629	489	660	710	616	660		
17	618	430	674	712	588	605	574	572	640	633	622	562	593	398		556	615	650	635	660		510	630	640	601	677	718	443	666		
18	664		681	678	626	570	599	225	603	645	640	613	657			528	557	640	642	668		556	633	630	613	690	694	425	595		
19	680		676	640	230	717	645	610	605	672	673	640	662			648	587	585	614	644		527	623	595	625	694	678		613		
20	622		583	666	627	642	657		577	655	603	607	623			739	614	659	643	629		558	558	566	675	642	622		560		
21	618		589	700	638	712	651		648	643	606	663	635			726	633	733	610	657		598	580	571	645	610	670				
22	637		633	694	651	701	642		645	654	625	650	640			720	623	739	618	651		615	586	615	651	600	690				
23	645		651	684	642	657	639		618	600	642	637	456			729	618	668	633	657		410	626	500	649	550	605				
24	632			681	639	657	648			580	625	660	444				629	660	623	652			686	580	626	540	600				
1	640			657	625	655	644			565	590	620	452				640	659	607	662			564	590	631	530	627				
2	634			627	633	623	641			580	612	674	478				623	665	618	625			595	485	580	598	656				
3				630	596	606	618			599	535	645	420				616	590	600	570			544	522	550	595	525				
4	482			617	528	617	613			550	627	541	467				599	564	559	521			584	555	556	557	545				
5	520			612	595	630	588			575	640	654	475				580	566	557	513			642	615	545	615	697				
6	627			714	617	641	640			568	634	670	442				633	627	620	563			627	627	612	560	590				
7	611			694	638	633	642			594	625	645	455				648	607	638	642			617	662	587	550					

Mes	nov-16																													
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	
Horas	Potencia en kW																													
8	562	575	560				180	492	631	698	744					655	624	666	633	690	288	555	660	727	651	422	290	640		
9	610	565	545				244	542	730	721	740					676	678	670	623	705	342	341	633	697	443	428	562	631		
10	612	680	574				341	540	726	707	741					658	685	677	625	635	599	633	700	709	528	575	576	645		
11	630	676	580				454	422	701	618	724					752	678	688	670	647	614	640	711	696	623	573	625	691		
12	638	605	577				478	207	722	657	762					747	726	725	648	675	670	651	710	666	631	546	639	602		
13	678	615	560				691	512	757	633	748					698	645	665	610	642	685	632	754	685	640	516	541	627		
14	635	585	540				667	517	752	618	726					624	685	678	665	625	602	678	733	735	633	361	639	650		
15	694	554	584				610	549	623	623	700					665	540	510	580	630	610	605	682	623	590	288	685	565		
16	525	625	505				705	625	616	660	425					565	555	576	540	636	620	611	683	459	593		697	635		
17	657	623	507				750	694	683	703	417					618	658	615	548	485	665	696	694	573	614		580	665		
18	620	635					695	689	722	697						678	675	627	628	120	690	702	718	660	662		584	642		
19	645	595					510	691	696	765						696	645	641	675		625	699	728	684	675		634	612		
20	642	618					507	635	546	712	612					711	662	685	611		544	602	624	606	540		641	311		
21	641	596					617	657	560	802	702					513	470	696	641		545	620	671	692	532		639	701		
22	673	625					581	680	615	680	715					596	496	674	586		633	640	675	668	485			681		
23	633	633					676	653	620	642	640					625	288	706	600		645	627	690	718	458			662		
24	642	596						665	627	630	634					617	515	703	370			648	560	650	240			676		
1	580	607						700	611	645	630					556	518	694	500			665	600	657	408			659		
2	630	581						660	680	640	625					528	538	623	580			697	634	649	425			575		
3	613	560						662	665	567	578					753	596	581	586			699	496	545	440			551		
4	584	581						531	550	575	600					745	627	676	585			506	516	626	453			572		
5	581	558						545	546	626	620					729	633	689	550			537	645	654	462			694		
6	678	580						678	587	658	676					738	633	678	606			642	622	662	468			685		
7	629	584						670	647	633	695					730	633	657	520			705	634	625	385			681		

Mes	dic-16																													
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30		
Horas	Potencia en kW																													
8	735	610	454			450	696	685	718	739		132	590	595	705	680	695		192	696	568	661	685	156	627	667	627	725		
9	720	637	510			425	685	727	785	706		250	548	642	763	687	545		359	445	670	700	666	535	635	690	615	695		
10	686	645	661			724	696	718	773	616		267	599	658	754	705	575		616	525	629	685	640	548	700	689	656	545		
11	701	715	654			618	681	729	763	678		495	612	710	758	725	557		654	685	718	695	685	625	678	640	672	515		
12	651	727	698			625	674	718	784	633		725	648	690	755	768	610		675	694	696	702	678	615	710	710	687	538		
13	715	662	710			627	729	730	767	642		685	595	677	765	705	415		689	678	720	699	694	635	675	657	622	496		
14	736	633	657			623	726	702	700	583		696	615	525	598	700			678	675	627	684	625	610	620	660	540	345		
15	729	590	634			633	627	616	695	625		694	562	516	599	625			735	685	556	706	659	616	587	585	485	290		
16	570	605	540			652	633	665	695	459		663	595	487	645	691			567	492	559	702	727	645	650	536	494	190		
17	610	600	537			657	685	696	695			661	658	614	690	681			550	520	656	712	726	630	665	570	624	190		
18	636	624	752			679	729	724	695			667	587	672	635	639			627	625	635	709	778	650	587	607	647	185		
19	685	608	675			642	727	718	695			635	553	634	698	649			640	632	666	710	727	645	660	630	565			
20	696	646				674	732	677	700			613	661	633	651	685			610	607	636	645	670	630	668	616	610			
21	710	654				710	698	670	674			609	624	630	700	716			632	590	642	657	715	627	671	650	630			
22	694	649				665	635	685	700			697	616	625	705	673			637	618	645	675	678	635	660	680	644			
23	692	650				680	658	652	670			725	612	642	767	669				624	650	665	695	560	210	685	680			
24	696	640				651	662	680	654			736	614	644	773	685				620	600	650	660	545	185	580	642			
1	694	635				671	632	720	660				625	633	753	712				617	584	665	640	580	187	681	671			
2	706	634				590	650	700	630				606	644	767	751				687	620	671	630	651	175	680	694			
3	659	610				657	475	745	638				592	606	697	660				432	605	685	610		410	610	638			
4	671	590				648	490	560	626				513	610	657	616				622	541	620	638		510	580	610			
5	704	580				650	645	635	554				521	673	562	700				627	587	540	520		549	535	519			
6	703	283				645	631	645	635				614	676	702	675				617	610	645	575		610	602	650			
7	707	634				618	675	665	620				657	620	753	707				545	635		685		650	682	656			

## **ANEXO 3**

# **REGISTROS DE CONSUMO DIARIO MENSUAL DE GALONES DE DIÉSEL PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE LA PLANTA INDUSTRIAL PALMERAS DE LOS ANDES DEL 2016**

ene-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)				32			390	234	94		24				134	245		259	193	110	98	132			24						
HORAS DE OPERACIÓN				2			24	24	10		3				14	24		16	18	10	13	17			5						
feb-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)		60		226						14					35							14								195	
HORAS DE OPERACIÓN		3		24						2					3							2								18	
mar-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)		162	15			126	84					155	115	45							24		17					50			
HORAS DE OPERACIÓN		16	2			10	9					15	11	3							4		3					3			
abr-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)				49						125	110				244	184	488				74				75						
HORAS DE OPERACIÓN				6						12	10				24	20	48				8				4						
may-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)		175								75	105	95	14			14			35	32										20	
HORAS DE OPERACIÓN		19								7	12	9	2			2			4	4										4	
jun-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)			114	34			235	85					48												125	244	84				
HORAS DE OPERACIÓN			12	4			24	8					4												12	24	8				

jul-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)	164	244	244	244		95					24						235	41						244	24						
HORAS DE OPERACIÓN	17	24	24	24		9					11						24	3						24	3						
ago-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)							100	14	44	25												34								241	
HORAS DE OPERACIÓN							8	2	5	3												3								9	
sep-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)					70	44						50										126	105			65	55	80			
HORAS DE OPERACIÓN					8	5						4										12	10			6	5	7			
oct-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)			36					16									24	111	81	81	60	95		32					55	115	
HORAS DE OPERACIÓN			4					4									4	11	8	8	5	9		3					4	11	
nov-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)	80	81					30	80	83	81	81					85	96	85			45	80	85	85	85			114	86		
HORAS DE OPERACIÓN	7	8					4	7	8	8	8					8	9	8			6	7	8	8	8			12	8		
dic-16																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
CONSUMO DIESEL (Gal)	85	85	276		85	85	85	90	90			104	84	104	114	95	12		95	90	90	95	86	94		124	84	94			
HORAS DE OPERACIÓN	8	8	20		8	8	8	8	8			11	8	11	8	8	2		8	8	8	8	8	9		12	9	9			

## **ANEXO 4**

# **REGISTRO DE CONSUMO MENSUAL Y COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN KWH DEL SERVICIO PÚBLICO DE LA INDUSTRIA PALMERAS DE LOS ANDES DEL 2016**

<b>Consumo de electricidad en kWh del 2016</b>												
<b>Horario</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
08h-18h	43.676	36.009	35.698	22.402	28.549	41.763	34.895	31.474	37.797	36.983	38.875	41.591
18h-22h	18.704	17.328	13.015	10.092	11.640	17.963	14.733	14.996	16.999	15.933	16.225	17.203
22h-08h	84.758	60.769	61.244	54.329	85.138	<b>77.352</b>	87.558	71.188	65.846	69.597	60.890	52.777
18h-22h (SDF)	5.009	2.883	4.072	3.586	4.528	3.816	8.612	4.860	2.095	3.971	4.562	2.480
Total	152.147	116.989	114.029	90.409	129.855	140.894	145.798	122.518	122.737	126.484	120.552	114.051
<b>Costo de la electricidad en dólares del 2016</b>												
<b>Horario</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
08h-18h	3.975	3.277	3.249	2.039	2.598	3.800	3.175	2.864	3.440	3.365	3.538	3.785
18h-22h	1.964	1.819	1.367	1.060	1.222	1.886	1.547	1.575	1.785	1.673	1.704	1.806
22h-08h	6.272	4.497	4.532	4.020	6.300	5.724	6.479	5.268	4.873	5.150	4.506	3.905
18h-22h (SDF)	456	262	371	326	412	347	784	442	191	361	415	226
Total	12.666	9.856	9.518	7.445	10.532	11.758	11.985	10.149	10.288	10.550	10.162	9.722

## **ANEXO 5**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALDERA MACKENZIE**



**PMT INDUSTRIES SDN BHD** [212657-U]

Lot 1929, Jalan Bukit Kemuning, Seksyen 32, 40460 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.  
T: +603.5122 5522 F: +603.5122 5533 E: pmtenquiry@pmt-grp.com www.pmt-grp.com

A Member of Wih Seong Corporation Berhad

**PALMERAS DE LOS ANDES**  
Quayaquil, Ecuador

Attn :Mr. Ramiro

Dear Sir,

**QUOTATION FOR THE SUPPLY, FOB PORT KLANG, SUPERVISION, TEST & COMMISSION OF ONE UNIT OF 15 TONS/HR MACKENZIE BI-DRUM WATER TUBE STEAM BOILER IN PALMERAS DE LOS ANDES**

---

We enclosed herewith our quotation for your kind perusal. Should you require further technical information please do not hesitate to contact us.

**SECTION (A): PRICE SUMMARY**

**(1.0) 15Tons/hr. Boiler @22 Bar(G) Pressure with 300°C Superheated Steam**

One (1) unit of Mackenzie Bi-drum Water Tube boiler Model BD15 suitable for burning palm oil waste fuel.

Boiler complete with following auxiliary equipment:

1. Superheater auto vent valve
2. Auto timer blowdown valve.
3. Inverter starter for ID fan.
4. Two electrical pump set.
5. Augur conveyor for fuel feeding
6. Economiser

Price for one (1) unit FOB Port Klang..... USD 634,900.00  
(US DOLLAR : SIX HUNDRED THIRTY FOUR THOUSAND AND NINE HUNDRED ONLY)

## BOILER TECHNICAL DATA

TYPE	-	BI-Drum Water Tube bottom supported. Natural circulation type.
DRAUGHT SYSTEM	-	Balance draught
WORKING PRESSURE	-	22 bar (G)
DESIGN PRESSURE	-	25 bar(G)
STEAM TEMPERATURE	-	300°C Superheated Steam
STEAMING CAPACITY	-	15,000 kg/hr MCR from feed water at 100°C
STEAM DRUM DIAMETER	-	1370 mm
MUD DRUM	-	915 mm
DRUM ACCESS OPENING	-	405 mm x 305 mm elliptical man way
DRUM CENTER DISTANCE	-	5,410 mm
TUBE SIZE & MATERIAL:		
	Convection bank	- 50.8 mm O.D. x 3.25 mm thick BS 3059 Part 1 Gr.320, Seamless type carbon steel
	Radiant section	- 76.2 mm O.D. x 3.6 mm thick BS 3059 Part 2 Gr. 360, Seamless type carbon steel
	Superheater	- 50.8 mm O.D. x 3.6 mm thick BS 3059 Part 2 Gr. 620, Seamless type alloy steel
HEADER SIZE & MATERIAL:		250 mm NB SA 106 B carbon steel
HEATING SURFACE		Convection - 335 m <sup>2</sup> Radiant - 105 m <sup>2</sup> Total - 440 m <sup>2</sup>

## **ANEXO 6**

# **INVENTARIO DE MOTORES ELÉCTRICOS POR PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA INDUSTRIAL PALMERAS DE LOS ANDES DEL 2016**

Proceso	Equipos	Total	Unidad	Estimado Horas/Año	Factor de carga	Factro de Servicio	Factor de Conversión	Energía Consumida kWh
					(%)	(%)		
Tolva de Recepción	Motor Sistema Hidraulico 1	22	kW	264	70%	80%	1	3.252
	Motor Sistema Hidraulico 2	20	hp	264	70%	80%	0,745	2.203
	Motor Sistema Hidraulico 3	20	hp	264	70%	80%	0,745	2.203
Esterilizacion	Motor del Cabrestante 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor del Cabrestante 2	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
Monorriel	Motor de Traslación 1	2,5	hp	2112	70%	80%	0,745	2.203
	Motor elevador velocidad lenta 1	2,5	hp	2112	70%	80%	0,745	2.203
	Motor elevador velocidad rapida 1	2,5	hp	2112	70%	80%	0,745	2.203
	Motor de Traslación 2	2,8	kW	2112	70%	80%	1	3.312
	Motor elevador velocidad lenta 2	2,8	kW	2112	70%	80%	1	3.312
	Motor elevador velocidad rapida 2	15	hp	2112	70%	80%	0,745	13.217
	Motor de Volteo 1	3	kW	2112	70%	80%	1	3.548
	Motor de Volteo 2	3	kW	2112	70%	80%	1	3.548
Desfrutación	Motor desfrutado 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor de la cadena de alimentación	2,5	kW	5250	70%	80%	1	7.350
	Motor del transportador de fruto	2	kW	5250	70%	80%	1	5.880
	Motor de la banda de raquis 1	4	hp	5280	70%	80%	0,745	8.811
	Motor de la banda de raquis 2	5	kW	5280	70%	80%	1	14.784
	Motor del alimentador de fruto 2	4	hp	5280	70%	80%	0,745	8.811
	Motor del desfrutador 2	18	kW	5280	70%	80%	1	53.222
	Motor del transportador de fruto 2	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor de la banda de raquis 3	4,5	hp	5280	70%	80%	0,745	9.913
	Motor del picador de raquis mas desfrutados	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050

Proceso	Equipos	Total	Unidad	Estimado Horas/Año	Factor de carga	Facto de Servicio	Factor de Conversión	Energía Consumida kWh
					(%)	(%)		
Extracción	Motor elevador de fruto 1	7,5	hp	5250	70%	80%	0,745	16.427
	Motor elevador de fruto 2	7,5	hp	5250	70%	80%	0,745	16.427
	Motor del distribuidor del fruto	7,5	hp	5250	70%	80%	0,745	16.427
	Motor del transportador de retorno 1	5,5	hp	5250	70%	80%	0,745	12.047
	Motor del reductor 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor del reductor 2	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor del reductor 3	40	hp	5280	70%	80%	0,745	88.113
	Motor prensa 1	30	kW	5280	70%	80%	1	88.704
	Motor del sistema hidraulico 1	2,5	hp	5280	70%	80%	0,745	5.507
	Motor prensa 3	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor del Sistema hidraulico 3	2	hp	5280	70%	80%	0,745	4.406
	Motor del rompetorta	18	kW	5280	70%	80%	1	53.222
	Motor de la bomba 1 linea 1	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor de la bomba 2 linea 1	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor elevador de fruto 2 linea 2	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del distribuidor de fruto 2	15	hp	5280	70%	80%	0,745	33.042
	Motor del transportador de retorno linea 1	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor del transportador de retorno 2	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor del rompetorta 2	18	kW	5280	70%	80%	1	53.222
	Motor del digestor 4	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor prensa 4	48	hp	5280	70%	80%	0,745	105.735
	Motor del sistema hidraulico 4	2,5	hp	5280	70%	80%	0,745	5.507
	Motor del digestor 5	30	kW	5280	70%	80%	1	88.704
	Motor prensa 5	40	hp	5250	70%	80%	0,745	87.612
	Motor del sistema hidraulico	2,5	hp	5280	70%	80%	0,745	5.507
	Motor tamiz vibratorio circular 2 linea 1	2,5	hp	5280	70%	80%	0,745	5.507
Motor tamiz vibratorio linea 2	2,5	hp	5280	70%	80%	0,745	5.507	
Motor Transportador distribuidor de fruto de linea 2	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521	
Desfibracion	Motor del ventilador 2	30	kW	5280	70%	80%	1	88.704
	Motor de la esclusa 2	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del transportador 1	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del transportador 2	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del transportador 3	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del transportador 4	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del tambor pulidor	4	kW	5280	70%	80%	1	11.827
	Motor elevador de fibras y cascarilla	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor del ventilador 1	50	hp	5280	70%	80%	0,745	110.141
	Motor de la esclusa 1	3	hp	5280	70%	80%	0,745	6.608
	Motor del transportador 5	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor del tambor pulidor 2	4	kW	5280	70%	80%	1	11.827

Proceso	Equipos	Total	Unidad	Estimado Horas/Año	Factor de carga	Factro de Servicio	Factor de Conversión	Energía Consumida kWh
					(%)	(%)		
Clarificación	Motor del ciclon desarenador	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor del ciclon desarenador 2	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor de la bomba de agua grasosa 1 homogenizador	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor de la bomba de agua grasosa 2	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor Westfalia 1	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor del ventilador deshidratador atm	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor de la bomba deshidratador barometrico	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor de la bomba 1 aceite deshid.	3	kW	5280	70%	80%	1	8.870
	Motor de la bomba 2 aceite deshid.	4	kW	5280	70%	80%	1	11.827
	Motor del cepillo 1	2	hp	5280	70%	80%	0,745	4.406
	Motor del cepillo 2	2	hp	5280	70%	80%	0,745	4.406
	Motor cepillo rotativo 2	2	hp	5280	70%	80%	0,745	4.406
	Motor centrifuga 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor centriguga 2	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor centrifuga 3	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor centrifuga 4	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor de recuperacion de aceite florentinos	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor tamiz tanque de aguas lodosas 1	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor 1 de la bomba del tanque de aguas lodosas	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor tamiz tanque de aguas lodosas 2	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor 2 de la bomba del tanque aguas lodosas	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor de bomba de aceite al deshidratador	1,5	kW	5280	70%	80%	1	4.435
	Motor de la bomba del purificador de aceite PAPX307	2,2	kW	5280	70%	80%	1	6.505
	Motor del purificador de aceite PAPX307 ALFA LAVAL	2,2	kW	5280	70%	80%	1	6.505
	Motor de bomba de agua para purificador PAPX307	0,7	kW	5280	70%	80%	1	2.070
	Motor de lodos del tridicanter DCT jupiter	4	hp	5280	70%	80%	0,745	8.811
	Motor tridicanter DCT jupiter	36,8	kW	5280	70%	80%	1	108.810
	Bomba de aceite del tridicanter DCT jupiter	3,7	kW	5280	70%	80%	1	10.940
	Motor del ciclon desarenador	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525

Proceso	Equipos	Total	Unidad	Estimado Horas/Año	Factor de	Factro de	Factor de	Energía Consumida kWh
					(%)	(%)	Conversión	
Palmisteria	Motor del transportador nueces humedas	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor elevador de nueces húmedas a los silos	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor transportador sin fin de nuez sobre silos	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor de la parrilla silo 1	1,5	hp	5280	70%	80%	0,745	3.304
	Motor del ventilador del silo 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor elevador de nuez	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor de la parrilla silo 2	1,5	hp	5280	70%	80%	0,745	3.304
	Motor del ventilador silo 2	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor de la parrilla silo 3	1,5	hp	5280	70%	80%	0,745	3.304
	Motor del ventilador silo 3	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor del transportador sinfin de nuez bajo los silos	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor del elevador de nuez seca	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor valvula de sello de nuez seca	1,5	hp	5280	70%	80%	0,745	3.304
	Motor del ventilador de nuez seca	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor esclusa descarga ciclón nuez seca	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor transportador sinfin a tambor clasificador	5,5	kW	5280	70%	80%	1	16.262
	Motor del tambor clasificador de nuez	7,5	hp	5280	70%	80%	0,745	16.521
	Motor Ripple Mill de nuez 1	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor Ripple Mill de nuez 2	10	hp	5280	70%	80%	0,745	22.028
	Motor Ripple Mill de nuez 3	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525
	Motor transportador sinfin mezcla triturada	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor ventilador de polvo y cascarilla	36	hp	5280	70%	80%	0,745	79.301
	Motor esclusa descarga polvo y cascarilla	20	hp	5280	70%	80%	0,745	44.056
	Motor transportador sinfin de almendra seca	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor elevador de almendra seca	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor transportador sinfin encima de silo de almendra	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor de la parrilla silo 1	1,5	hp	5280	70%	80%	0,745	3.304
	Motor del ventilador silo 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor esclusa fase intermedia collumna a tina	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor de tambores escurridores	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor bomba de almendra	26,5	kW	5280	70%	80%	1	78.355
	Motor bomba cascarilla	26,5	kW	5280	70%	80%	1	78.355
	Motor del transportador escurridor de almendra húmeda	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor del elevador de almedra húmeda	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor de la parrilla silo 2	1,5	hp	5280	70%	80%	0,745	3.304
	Motor del ventilador silo 2	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor de transportador almendra seca bajo silos	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor del elevador de almedra seca	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor transportador de cascarilla humeda 1	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
	Motor transportador de cascarilla humeda 2	5,5	hp	5280	70%	80%	0,745	12.115
Motor rompedora RIPPLE MILL 3 almendras	11	kW	5280	70%	80%	1	32.525	
Motor de elevador almendras secas	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392	
Motor elevador de almendras semi humedas	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392	
Motor del ventilaodr silo 3	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050	

Proceso	Equipos	Total	Unidad	Estimado Horas/Año	Factor de carga	Factro de Servicio	Factor de Conversión	Energía Consumida kWh
					(%)	(%)		
Palmisteria 2	Motor del distribuidor de almendra seca	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor de la prensa 1	75	hp	5280	70%	80%	0,745	165.211
	Motor de la prensa 2	75	hp	5280	70%	80%	0,745	165.211
	Motor de la prenda 3	36	kW	5280	70%	80%	1	106.445
	Motor de la prensa 4	75	hp	5280	70%	80%	0,745	165.211
	Motor del transportador de aceite de palmiste	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor agitador del tanque 1	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor bomba tanque 1	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor del tamiz vibratorio	3	hp	5280	70%	80%	0,745	6.608
	Motor bomba tanque p4	2,5	hp	5280	70%	80%	0,745	5.507
	Motor del transportador de torta 1	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor del transportador de torta 2	2,5	kW	5280	70%	80%	1	7.392
	Motor del molino de martillos 1	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor del molino de martillos 2	22	kW	5280	70%	80%	1	65.050
	Motor de la prensa 5	0	kW	5280	70%	80%	1	0
	Motor de la bomba 2 del tanque p3	4	kW	5280	70%	80%	1	11.827
	Motor elevador de torta	2,2	kW	5250	70%	80%	1	6.468
	Motor del ventilador de despacho de almendra seca	18	kW	5280	70%	80%	1	53.222
Calderas	Motor del ventilador de aire de tiro forzado	55	kW	4575	70%	80%	1	140.910
	Motor del ventilador de aire primario	55	kW	4575	70%	80%	1	140.910
	Motor de la bomba de alimentación 1	30	kW	4575	70%	80%	1	76.860
	Motor de la bomba de alimentación 2	30	kW	4575	70%	80%	1	76.860
	Motor del reductor SSK 1	3,5	kW	4575	70%	80%	1	8.967
	Motor del reductor SSK2	3,5	kW	4575	70%	80%	1	8.967
	Motor del reductor SSK 3	3,5	kW	4575	70%	80%	1	8.967
	Motor del ventilador de tiro forzado	55	kW	4575	70%	80%	1	140.910
	Motor de la bomba 1	40	hp	4575	70%	80%	0,745	76.348
	Motor de la bomba 2	40	hp	4575	70%	80%	0,745	76.348
	Motor de la bomba 1	25	hp	4575	70%	80%	0,745	47.717
	Motor de la bomba 2	20	hp	4575	70%	80%	0,745	38.174
	Motor del tiro forzado	36	kW	4575	70%	80%	1	92.232
	Motor del alimentador de fruto 1	4	kW	4575	70%	80%	1	10.248
Motor del alimentador 2	3	kW	4575	70%	80%	1	7.686	

Proceso	Equipos	Total	Unidad	Estimado Horas/Año	Factor de carga	Factor de Servicio	Factor de Conversión	Energía Consumida kWh
					(%)	(%)		
Tratamiento de aguas	Motor de la bomba 1 de agua del estero al tanque de flo	7,5	kW	4575	70%	80%	1	19.215
	Motor de la bomba 2 de agua del estero al tanque de flo	15	hp	4575	70%	80%	0,745	28.630
	Motor del agitador del tanque de floculación	7,5	hp	4575	70%	80%	0,745	14.315
	Motor de la bomba de agua floculada a la piscina de ag	7,5	hp	4575	70%	80%	0,745	14.315
	Motor 1 bomba 1 de la piscina al tanque de alimentac	5,5	hp	4575	70%	80%	0,745	10.498
	Motor 1 de la bomba de la piscina al tanque aliment. Tu	2,2	kW	4575	70%	80%	1	5.636
	Motor 2 de la bomba 2 de la piscina al tanque alimentac	7,5	kW	4575	70%	80%	1	19.215
	Motor de la bomba 1 del estero al tanque pulmón	15	hp	4575	70%	80%	0,745	28.630
	Motor de la bomba 2 del estero al tanque pulmón	15	hp	4575	70%	80%	0,745	28.630
	Motor de la bomba 1 del tanque pulmón al tanque eleva	15	hp	4575	70%	80%	0,745	28.630
	Motor de la bomba 2 del tanque pulmón al tanque eleva	15	hp	4575	70%	80%	0,745	28.630
	Motor de la bomba del estero a la planta	7,5	hp	4575	70%	80%	0,745	14.315
	Motor de la bomba 1 de agua del rio blanco	7,5	hp	4575	70%	80%	0,745	14.315
	Motor de la bomba 2 de agua del rio blanco	0	kW	4575	70%	80%	1	0
	Motor de la bomba 2 de lodos hacia laguna 1	11	kW	4575	70%	80%	1	28.182
	Motor de la bomba de Evacuación de laguna 9	5,5	kW	4575	70%	80%	1	14.091
macenamiento y Despach	Motor de la bomba 1 de los tanques TR1 y TR2	5,5	kW	132	70%	80%	1	407
	Motor de la bomba 2 de los tanques TR1 y TR2	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	Motor de la bomba tanque TP3	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	Motor de la bomba del tanque TP1	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	Motor de la bomba tanque TP2	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	Motor de bomba 3 tanque TR3	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	Motor de bomba 2 Tanque TR3	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	Motor de la bomba Tanque TR4	7,5	hp	132	70%	80%	0,745	413
	<b>Total</b>							5.781.586