

**ÁNGEL EDUARDO MARTÍNEZ AGUILAR**

**ID: HB695SEL8952**

**“ENERGY MANAGEMENT”**

**ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY**

**HONOLULU, HAWAI**

**July 2007**

---

---

# CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	NORMATIVA.....	1
3.	ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA.....	1
4.	ORGANIZACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA.....	2
4.1.	MÉTODOS DE AHORRO ENERGÉTICO .....	3
4.2.	PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.....	4
4.3.	OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA.....	5
4.4.	MONITOREO DE ENERGÍA Y PRONÓSTICO .....	6
4.5.	REPORTES DE ADMINISTRACION ENERGETICA .....	6
4.5.1.	MÉTODO DE ÍNDICE PORCENTUAL DE ENERGÍA.....	6
4.5.2.	REPORTE DE DISEÑO DE AHORRO ENERGÉTICO.....	6
4.5.3.	MÉTODO DE ACTIVIDAD.....	7
4.5.4.	MÉTODO DE ÍNDICE ENERGÉTICO.....	7
4.5.5.	MÉTODO DE ÍNDICE DE ENERGÍA VARIABLE.....	8
5.	EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	9
5.1.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	9
5.1.1.	PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES .....	10
5.2.	ANÁLISIS DEL PROCESO.....	11
5.2.1.	PROCESOS .....	11
5.2.2.	ANÁLISIS DE LOS PROCESOS.....	11
5.3.	ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS.....	12
5.3.1.	SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN.....	12

---

---

5.3.2. SISTEMAS ELECTROMOTRICES .....	13
5.3.3. SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO .....	14
5.3.4. SISTEMA DE BOMBEO .....	15
5.3.5. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN .....	16
5.3.6. SISTEMAS DE VAPOR. ....	16
6. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO .....	17
6.1. RESUMEN EJECUTIVO .....	17
6.2. CAPITULO 1- DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA .....	18
6.3. CAPITULO 2- CONSUMO HISTÓRICO DE ENERGÍA, PRODUCCIÓN Y BALANCE DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	18
6.4. CAPITULO 3- INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS SISTEMAS ELECTROMOTRICES .....	18
6.5. CAPITULO 4-MEDICIONES .....	18
6.6. CAPITULO 5- MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA .....	19
6.7. CAPITULO 6- PROGRAMA GLOBAL DE AHORRO DE ENERGÍA.....	20
6.8. ANEXOS .....	20
7. PERSONAL. ....	20
8. GUIA DE SELECCIÓN DE EQUIPO EFICIENTE (*) .....	21
8.1. EQUIPO DE ILUMINACIÓN .....	21
8.2. EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO .....	23
8.3. EQUIPO DE OFICINA .....	24
9. EJEMPLOS .....	24
10. VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....	24
11. CONCLUSIONES .....	25
12. OPINIÓN PERSONAL .....	25

---

---

13. BIBLIOGRAFÍA .....	26
14. ANEXOS .....	27
15. EXAMEN .....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo; “Energy Management”, trata sobre acciones y procesos para lograr ahorro y uso eficiente de la energía.

El portal español ECOFYS, [http://www.ecofys.Com/es/areas\\_de\\_experiencia/gestio\\_nenergetica.htm](http://www.ecofys.Com/es/areas_de_experiencia/gestio_nenergetica.htm), indica que la energía es un factor clave en la gestión de las organizaciones ya que es necesaria tanto para los procesos como para las actividades auxiliares y constituye una parte importante de los costes. Una buena gestión energética le permite disminuir el consumo de energía de manera estructurada y sistemática, es decir, le permite ahorrar de manera fácil. Además, disminuye el impacto de las organizaciones sobre el medio ambiente y a menudo aumenta el confort y la productividad.

El portal del Departamento de Energía de Estados Unidos, en su sección de energía renovable y eficiencia energética, [http://www.eere.energy.gov/consumer/yourhome/energy\\_audits/index.cfm/mytopic=11160](http://www.eere.energy.gov/consumer/yourhome/energy_audits/index.cfm/mytopic=11160), indica que una auditoria energética en un hogar es el primer paso para identificar cuanta energía se consume y evaluar cuales medidas se deben tomar para hacer un uso más eficiente de la energía, lo anterior es extensivo a cualquier instalación que cuente con sistemas que demanden energía eléctrica para su operación.

## 2. NORMATIVA

Debido a que Honduras es parte de América Central y el suministro eléctrico de la zona se rige por la normativa americana o anglosajona, la norma a utilizar en el presente trabajo es IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities, [IEEE Std 739-1995](#), mas información de diversos entes relacionados con el campo del ahorro energético en el ámbito internacional y nacional.

## 3. ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA.

El IEEE Std 739-1995, p2, indica que administración de energía conlleva ingeniería, diseño, aplicaciones, utilización y para extender la vida útil de los equipos se refiere a operación y mantenimiento con un óptimo uso de la energía eléctrica.

Optimo, en este caso se refiere al diseño o modificaciones de un sistema para usar el mínimo de energía en donde el potencial o real ahorro de energía es justificado en base a un beneficio económico. La optimización también incluye aspectos como el confort, productividad, condiciones saludables de operación, estética y relaciones públicas.

La administración de la energía involucra las siguientes profesiones y campos

- a) Ingeniería.
- b) Administración.
- c) Economía.

- d) Análisis financiero.
- e) Investigación de operaciones
- f) Relaciones públicas.
- g) Ingeniería ambiental.

Algunas de las herramientas utilizadas son las siguientes:

- a) Medidores y mediciones.
- b) Limitadores de demanda energética.
- c) Dispositivos altamente eficientes.
- d) Sistemas de control por ejemplo sistemas de administración de edificios.

#### **4. ORGANIZACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA.**

La norma IEEE Std 739-1995 p 10, aclara que para entender los patrones de consumo de una facilidad es necesario conocer las aplicaciones de los procesos de energía. Las aplicaciones de energía están agrupadas en 6 grandes tipos:

- a) Acondicionamiento de espacio: Energía usada directamente para calentar o enfriar un área para el confort humano.
- b) Vapor: Se subdivide en energía de acondicionamiento de espacio y procesos de energía, dependiendo en como se utiliza la energía, si en forma de vapor o agua caliente.
- c) Proceso directo de calentamiento: Usado para calentar el producto que se esta procesando.
- d) Material de combustión reciclado : Combustible usado como un ingrediente en el proceso.
- e) Iluminación.
- f) Conducción mecánica: Motores usados para ventilación, bombas, estrujadoras, líneas de producción, etc.

Asimismo, el curso “Concepts of Energy Management”, de PDH online, p 1 indica que mundialmente existe un consenso a cuanto a cuales son las mayores fuentes de consumo energético en una edificación, independiente de que tipo de rubro sea, las cuales son:

- HVAC (Heat, Ventilation and Air Condition), Sistemas de Calefacción, Ventilación y Aires Acondicionados : 60.0%
- Iluminación: 23.0%

- Diferentes equipos con consumo de energía eléctrica (Telecomunicaciones, IT, sistemas de bombeo a baja escala, etc.): 11.0%
- Elevadores : 6.0%

#### **4.1. METODOS DE AHORRO ENERGÉTICO**

La norma IEEE Std 739-1995 p 10 selecciona los métodos de ahorro energético en cuatro grupos:

a) Medidas de mantenimiento: Ahorros de energía se pueden obtener a partir de mejores prácticas de operación y mantenimiento. Tales medidas pueden incluir apagado de equipo sin uso, mejoramiento de demanda energética, reducción de temperatura de aguas, apagado de luces y eliminación de vapor, aire comprimido, y fugas de calor. Lubricación adecuada, limpieza adecuada de filtros y adecuado a limpieza y reemplazo de lámparas en los sistemas de iluminación.

b) Modificaciones de procesos y equipos: Estos cambios pueden ser aplicados ya sea en equipo existente o en la incorporación en el diseño de nuevo equipo. Como ejemplo (\*) se tiene el uso de componentes mas eficientes y durables, la incorporación de nuevos modelos, de nuevos conceptos o el reemplazo de un proceso por uno que utilice menos energía.

c) Mejor utilización de equipos: Esto puede ser logrado por medio de un estudio minucioso de los procesos de producción, horarios y prácticas de operación. Típicamente las plantas industriales son instalaciones multiunidades y multiproductos que involucran una serie de operaciones independientes con mínima consideración del aspecto de la eficiencia energética. El mejoramiento en la eficiencia de las plantas puede ser logrado por medio de apropiadas secuencias en los procesos operativos, reordenando horarios en los cuales las maquinas se utilicen en forma continua para evitar las perdidas asociadas a encendido de maquinas, calendarizando operaciones en horarios sin picos de energía.

d) Reducción de pérdidas en el edificio por perdida de calor, se puede lograr colocando aislamiento térmico, cerrando puertas, reduciendo escapes y utilizando procesos de calentamiento, etc.

El curso “Concepts of Energy Management”, de PDH online, p 3 indica que existen métodos efectivos de administración de la energía como por ejemplo:

- Utilización eficiente de de las fuentes de energía disponibles.
- Conservación de la energía.
- Desarrollo de tecnologías para recuperar energía.
- Uso de energías renovables.
- Auditorias energéticas y prevención de fugas de energía.

## 4.2. PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA.

La norma IEEE Std 739-1995, p 11 indica que se debe contar con un programa de gestión energética y que existen cinco factores críticos para organizar un programa de gestión energética efectivo:

- a) Obtener compromiso de la alta dirección: Este compromiso deberá ser claramente comunicado a todos los niveles de la organización en términos de palabras y acciones.
- b) Obtener el compromiso de todos los empleados: El personal a todo nivel debe estar comprometido con el programa.
- c) Fijar un canal oficial de comunicación: El propósito de este canal es reportar a la organización los resultados de la implementación del programa, hacer públicos los reconocimientos a aquellos elementos con mayor desempeño etc.
- d) Cambiar o modificar la organización para brindar autoridad y responsabilidad para el desarrollo de un programa de administración de energía., lo que involucra la formación de un comité o grupo de administración energética.
- e) Fijar herramientas de control y monitoreo del programa.

La norma IEEE Std 739-1995, p 12 indica que los puntos más importantes que debe tener un plan de administración energética son:

- a) Supervisar el uso de la energía y pérdidas energéticas: Una auditoria energética determina la cantidad de energía que entra y sale de una facilidad.
- b) Establecer el consumo energético y el costo económico: Es muy importante establecer el patrón de consumo energético e identificar aquellas áreas en donde se debería tener un historial de lo siguiente :
  - 1. Pago mensual
  - 2. Fecha de lectura de consumo energético.
  - 3. kWh
  - 4. Tarifa.
  - 5. Factor de potencia.
  - 6. Nivel de producción.
  - 7. Nivel de ocupación.
  - 8. Días de utilización de calefacción y de aire frío.
- c) Lista de proyectos de reducción de consumo y costos relacionados.
- d) Establecimiento de tipos de cargas



1. Críticas: Son aquellas cuya salida de operación por falta de energía será perjudicial para la operación de la facilidad.
2. Necesarias: Aquella cuya continua energización es importante para la operación de la facilidad, sin embargo esta carga puede ser desenergizada en caso necesario.
3. Removibles: Son aquellas cargas que pueden ser desenergizadas por un periodo dado de tiempo sin pérdidas económicas o de producción.
4. Innecesarias: Este equipo no debiera estar en operación, de tal forma que debe ser apagado tan pronto sea posible.

#### 4.3. OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA.

Indica la norma IEEE Std 739-1995, p 18 que un elemento clave del proceso de administración de la energía es la identificación y análisis de las oportunidades de conservación de energía. (ECO's).

Estas oportunidades involucran actividades tan sencillas como apagado de iluminación a la inclusión de nuevas tecnologías. El equipo utilizado en operar una facilidad o un ejecutar un proceso juega un papel muy importante en la conservación de la energía, ya que al conocer el consumo relativo de un equipo se pueden determinar oportunidades que existen en aras de obtener reducción de consumo energético.

Es necesario realizar un balance de energía tal como lo indica la norma IEEE Std 739-1995 en su página 18 y de acuerdo a la siguiente figura:

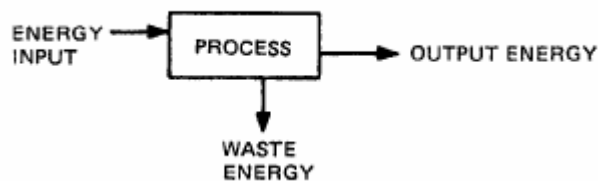


Figura No 1.- Balance de energía. Fuente: IEEE 739-1995.

Después de desarrollar el balance de energía y listar todos los proyectos de conservación energética, se deberá evaluar su implementación utilizando el siguiente procedimiento:

- a) Calcular el ahorro energético por cada proyecto.
- b) Proyectar futuros costos energéticos y calcular ahorro económico anual.
- c) Evaluar los méritos de la inversión del proyecto utilizando mediciones tales como la tasa de retorno, etc.
- e) Asignar la prioridad de los proyectos.

f) Seleccionar los proyectos adecuados y solicitar la autorización para proceder.

g) Implementar los proyectos autorizados.

#### 4.4. MONITOREO DE ENERGÍA Y PRONÓSTICO.

Continua indicando la norma IEEE Std 739-1995, en la página 19 que administración de la energía es más que la implementación de las oportunidades de ahorro energético. Ya que la administración es un proceso continuo, es muy importante el monitoreo del uso energético y utilizar los resultados para medir futuras acciones. En algunas aplicaciones, tales como los procesos de combustión, la medición y el control, o ambos, son necesarios para lograr un uso eficiente de la energía.

Varios tipos de reporte pueden ser preparados para mostrar el uso energético a través del tiempo. Resúmenes ejecutivos para la alta dirección típicamente en una base mensual o trimestral muestran el comportamiento energético por facilidad o división. Rápida respuesta al desperdicio energético y evaluación de la eficiencia energética se llevan mejor a cabo utilizando pronósticos y seguimiento.

#### 4.5. REPORTES DE ADMINISTRACION ENERGETICA

La norma IEEE Std 739-1995, p 19, indica que existen varios tipos de reportes de administración energética, de los cuales se explican los siguientes:

##### 4.5.1. Método de índice porcentual de energía.

Esta reducción está determinada por comparar la energía producida por el proyecto de ahorro, expresada en Btu/lb con la energía producida actualmente. Los requerimientos de energía del producto consisten en toda la energía suplida menos el crédito de toda la energía exportada. Los requerimientos incluyen energía comprada tal como gas, aceite y electricidad, más la energía generada en planta como ser vapor, refrigeración, aire comprimido y agua de enfriamiento. Toda la energía, comprada o generada, tiene que ser expresada en las mismas unidades (por ejemplo Btu) tal como se muestra a continuación:

Current production rate	= 1950 Btu/lb
Projected production rate	= 1480 Btu/lb
Percent reduction in product energy rate = $\frac{1950 - 1480}{1950} \times 100 = 24\%$	

Figura No 2.- Ejemplo de reporte índice porcentual de energía. Fuente: IEEE 739-1995.

##### 4.5.2. Reporte de Diseño de Ahorro Energético.

El diseño del reporte de ahorro energético cubre una idea de ahorro energético que esta incorporada en el diseño de un proyecto. El reporte sirve tres propósitos:

a) Es un medio de intercambio de ideas de ahorro energético.

b) Provee una oportunidad de monitorear los requerimientos de capital de conservación de energía versus los ahorros energéticos en los proyectos.

c) Asiste en el programa de concienciación del departamento de ingeniería.

Este reporte es preparado por un participante del proyecto cuando incluye una idea de ahorro energético o alguna innovación que reducirá los requerimientos energéticos. Se emitirá por cada grupo de diseñadores, un reporte resumido en forma trimestral conteniendo las ideas de ahorro energético. Este reporte potencia la competencia entre grupos.

#### 4.5.3. Método de actividad.

Este método compara la energía ahorrada anticipada contra la energía comprada. El porcentaje de energía ahorrada esta basado en el ahorro energético anual, expresado en Btu, comparado con el total de la energía comprada. El método da una rápida respuesta de los resultados. Igualmente importante, el ahorro no es afectado por cambios en la eficiencia de la producción, por esta razón es un excelente método para monitorear desempeño.

A continuación se muestra un ejemplo (\*) de un informe de actividad trimestral:

XYZ Manufacturing Co. Energy-conservation results Activity method (% energy savings)					
Plant	3 Quarters	4th Quarter	Year 0 Total	Planned activities	
				Year 1	Year 2
Fulton	2.0	0.2	2.2	2.1	1.0
Grace	1.8	0.1	1.9	0.8	0.4
Nixon	1.5	0.2	1.7	2.3	0.3
St. James	0.8	0.4	1.2	0.1	0
Company TOTAL	1.7	0.3	2.0	1.8	0.4

Figura No 3.- Ejemplo de reporte por el método de actividad. Fuente: IEEE 739-1995.

#### 4.5.4. Método de índice energético.

Indica la norma IEEE Std 739-1995, p 20 que la Asociación de Productores Químicos, CMA, por sus siglas en inglés desarrolló para la industria química el método de índice energético para reportar resultados de conservación de energía.

Un ejemplo de los cálculos se muestra en la figura No.4. El año base "0". Es calculado utilizando el total de libras de producto elaboradas en el año cero, y la energía equivalente comprada consumida por el departamento encargado del producto. La energía equivalente incluye la energía consumida por la línea específica más una cantidad de energía compartida, la cual no puede ser asignada o medida a ninguna otra unidad.

Fulton plant Products manufactured	Year 0 (Base period)			Year 3			
	Total production (×10 <sup>6</sup> lb)	Total energy (×10 <sup>6</sup> Btu)	Base energy rate (Btu/lb)	Total production (×10 <sup>6</sup> lb)	Total energy (×10 <sup>6</sup> Btu)	Comparison base period energy (×10 <sup>6</sup> Btu)	% Reduction energy consumption rate
	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7
A	200	10 000	50	300		15 000	
B	10 000	30 000	3	12000		36 000	
C	2 000	20 000	10	3 000		30 000	
D	<u>3 000</u>	<u>60 000</u>	<u>20</u>	<u>6 000</u>		<u>120 000</u>	
Adjustments to base:	15 200	120 000		21 300		201 000	
New products (+) or discontinued products (-) after Year 0 (base).							
E (Year 1)....	1 000	10 000	10	2 000		20 000	
F (Year 2)....	<u>1 000</u>	<u>5 000</u>	<u>5</u>	<u>1 000</u>		<u>5 000</u>	
	<u>2 000</u>	<u>15 000</u>		<u>3 000</u>		<u>25 000</u>	
Total products	17 200	135 000		24 300	208 000	226 000	7.5*
Adjustments for environmental and OSHA							
	<u>Base</u>			<u>—</u>	<u>(1000)</u>		
Adjusted grand total	17 200	135 000		24 300	207 000	226 000	8.0*

\* % Reduction energy consumption rate =  $\frac{(\text{Column 6}) - (\text{Column 5})}{(\text{Column 6})} \times 100 = (\text{Column 7})$

Figura No 4. Reporte de Índice Energético. Fuente: IEEE 739-1995.

Para cualquier año reportado, la reducción porcentual en consume energético es comparada referenciando la energía del año base contra el total de energía comprada por la planta excluyendo la energía proveniente de material de reciclaje.

La base de comparación periódica de energía para cada producto es calculada utilizando la base anual por el peso del producto manufacturado en el presente año.

El método del CMA para reportar resultados compensa la mezcla de productos, la adición o retiro de productos. Cambios en el índice de producción tienen un mayor efecto en los resultados porque los requerimientos del producto son hechos a base de energías variables y fijas.

#### 4.5.5. Método de índice de energía variable.

Indica la IEEE Std 739-1995, p 21 que muchas variables necesitan ser consideradas en un método de monitoreo de conservación, incluyendo las siguientes:

- Cambios en el índice de energía de acuerdo a los índices de producción.
- Los requerimientos de energía varían de acuerdo a los cambios de temperatura durante el año.
- Cambios en la calidad de los materiales.
- Cambios en el balance calórico que pueden causar que se utilice turbinas en vez de motores y viceversa.

e) Cambios menores en la calidad de producción debido a las especificaciones de diferentes clientes.

f) Un cambio de equipo o proceso para incrementar la salida.

Así existen diversos tipos de informes, de los cuales se puede escoger el que mejor convenga a la organización.

## 5. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Indica el texto del Taller de Diagnósticos energéticos(TDE) del proyecto PESIC, en p1 que el Diagnóstico Energético es una serie de etapas lógicas que se tienen que realizar en una empresa industrial o comercial que tienen como objetivo identificar y evaluar las oportunidades de ahorro de energía más rentables. El Diagnóstico energético puede ser de primer nivel, en el cual solo se presentan las oportunidades de ahorro sin hacer mediciones, ni cuantificando los ahorros y montos de inversión, o de segundo nivel el cual consiste en que en los de segundo nivel se siguen todas las etapas que presentan en la figura No 5.

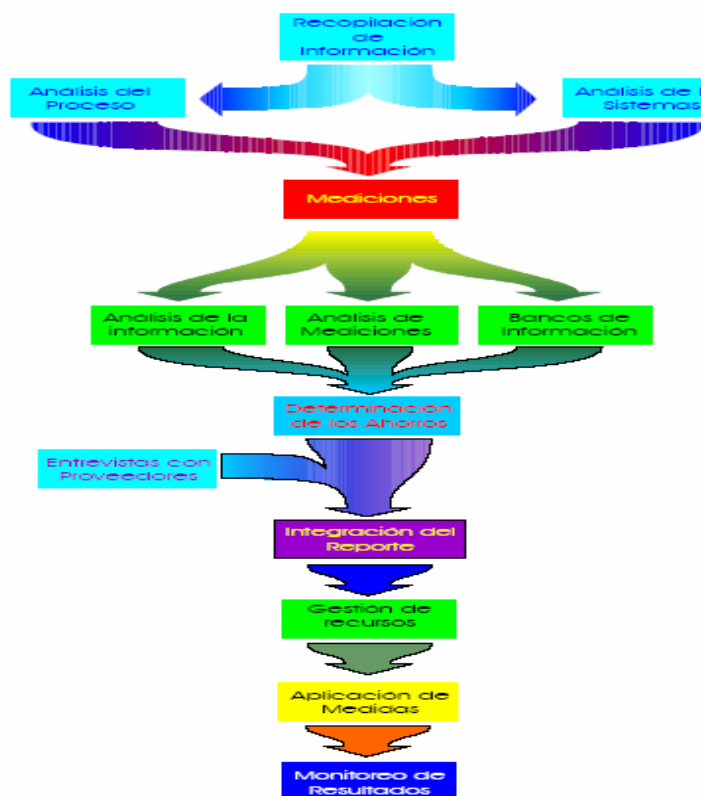


Figura No 5.- Actividades de segundo nivel en un Diagnóstico Energético Fuente: PESIC.

### 5.1. Recopilación de Información

Indica el TDE p 2 que al iniciar el diagnóstico energético es recomendable que la empresa proporcione información base que el auditor utilizara en el diagnóstico, aunque la mayoría de las veces esta información se consigue hasta que el equipo auditor se encuentra en planta. La información requerida es la siguiente:

- Nombre de la empresa.
- Dirección.
- Teléfono.
- Fax.
- Correo electrónico.
- Nombre de la persona encargada del proyecto.
- Puesto que desempeña.
- Principales productos que fabrica.
- Turnos de trabajo.
- Proyectos de ahorro de energía realizados.
- Layout de la planta.
- Diagrama de flujo del proceso o procesos.
- Documento que explique el proceso.
- Diagrama unifilar actualizado o no.
- Diagrama de distribución de tuberías de aire comprimido.
- Diagrama de distribución de tuberías de agua de enfriamiento.
- Datos de placa de los motores eléctricos y su aplicación.
- Listado de los principales procesos.
- Listado de los principales sistemas.
- Manuales de operación de compresores, sopladores, bombas centrífugas, etc.
- Facturas de energía eléctrica de al menos un año.
- Datos de producción de al menos un año.
- Facturas de combustibles o gas de al menos un año.
- Datos de placa de los equipos de aire acondicionado o refrigeración.
- Horarios de operación de lunes a viernes y fin de semana.

#### **5.1.1. Planeación de Actividades**

En forma paralela a la solicitud de la información se tienen que planear las actividades en la empresa para que el personal encargado del área este enterado de lo que se esta haciendo y además colabore en el diagnóstico energético. Las actividades se planifican por medio de un cronograma de ejecución que involucra definición de funciones del equipo auditor. (Ver Anexo A)

## **5.2. ANÁLISIS DEL PROCESO**

### **5.2.1. Procesos**

Continúa indicando el texto “Taller de Análisis Energéticos” p 6 que los procesos son todos aquellos equipos o conjunto de equipos a los que se les suministra materia prima, materiales, agua y energía y de los que se obtiene un producto intermedio o final. El análisis del proceso tiene que realizarse por medio de diagramas de bloques con todas las entradas y salidas que tenga. Por ejemplo en empresas que usen procesos térmicos se medirán temperaturas en la entrada y salida, presiones iniciales y finales, dirección de los flujos hasta llegar a la producción final incluyendo todo producto intermedio. Entre las actividades que involucra se puede definir:

1. Elaborar los diagrama de flujo de cada uno de los procesos productivos y dividir cada proceso en operaciones unitarias.
2. Estudiar las etapas teóricas del proceso.
3. Analizar la forma actual de control del proceso y proponer mejoras en la automatización
4. Preguntarse en cada una de las etapas si es realmente necesaria para el producto final.
5. Identificar posibles desperdicios de agua, aire, vapor, materia prima, etc.
6. Identificar y evaluar los usos irracionales de energía, como son:
  - a. Presiones arriba de las necesarias.
  - b. Temperaturas de enfriamiento muy bajas.
  - c. Flujos de enfriamiento muy altos.
  - d. Aire comprimido para enfriamiento o para limpieza.
  - e. Motores eléctricos trabajando en vacío.
  - f. Resistencias eléctricas energizadas más tiempo del necesario.
  - g. Lámparas mal colocadas.
  - h. Presión y temperatura de vapor por arriba de la necesaria.
  - i. Derrames de agua de tanques.

### **5.2.2. Análisis de los Procesos.**

Una de las actividades más importantes que el equipo auditor puede realizar es el análisis del proceso o los procesos con el objetivo de integrar métodos de ahorro energético en el proceso. Entre las actividades que conlleva se puede mencionar:

1. Evaluar medidas de reducción de temperaturas, flujos o presiones.

2. Caracterizar las variaciones que ocasionan problemas al proceso.
3. Investigar sobre las mejoras tecnológicas que proporcionan el mismo servicio con un menor consumo de energía.
4. Evaluar la posible instalación de equipo para recuperar calor desperdiciado, ya sea de los gases de salida o condensados.
5. Evaluar para cada una de las operaciones unitarias su utilidad en el proceso y si no es indispensable proponer su eliminación.
6. Automatización de líneas de producción.
7. Mantenimiento oportuno de los equipos de intercambio de calor.
8. Eliminar etapas innecesarias en el proceso.
9. En procesos batch( sin operación en masa o continua), operar evitar la operación en el horario punta.

### **5.3. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS**

Indica el Taller de Diagnósticos energéticos del proyecto PESIC, p8 que un sistema son todos aquellos equipos que le proporcionan un servicio al proceso, como:

1. Sistema de aire comprimido.
2. Sistema de enfriamiento por medio de chillers.
3. Sistema de aire acondicionado.
4. Sistema de vapor.
5. Sistema de iluminación.
6. Sistema eléctrico de distribución.
7. Sistema de bombeo.

El sistema se analizará como un todo pero evaluando sus principales divisiones:

1. Un sistema tiene un área en donde se genera (compresor, bomba, caldera, etc)..
2. Tienen la parte correspondiente a distribución (tuberías, válvulas, etc).
3. El uso que se le da (temperaturas, flujos, presiones antes y después del proceso).
4. Evaluará la recuperación que sé este haciendo o el desperdicio.

#### **5.3.1. Sistema Eléctrico de Distribución.**

Indica el Taller de Diagnósticos energéticos del proyecto PESIC, p10 que uno de los principales sistemas a analizarse es el sistema eléctrico de distribución, en el que al



efectuar mediciones de este se pueden sacar resultados concluyentes de la situación de la empresa. Las actividades que lleva este análisis son:

SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN	
Recopilación de Información	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Datos de placa de los transformadores.</li> <li>2. Capacidad de los interruptores.</li> <li>3. Posibilidad de conectar el equipo de medición.</li> </ol>
Mediciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar mediciones en el secundario del transformador principal.</li> <li>2. Obtener la curva característica del comportamiento de los parámetros eléctricos de toda la planta, medidos en la subestación principal, por 48 horas.</li> <li>3. Preguntar por el número de equipos que se encuentran en operación durante las mediciones y los que arrancaron durante las mediciones.</li> </ol>
Análisis de las mediciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer las gráficas de las mediciones y discutir las con el personal de la planta.</li> <li>2. Describir el comportamiento del perfil de demanda.</li> </ol>
Evaluar las Oportunidades de Ahorro	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incremento del factor de potencia.</li> <li>2. Reducción de la demanda máxima.</li> <li>3. Balanceo de voltaje.</li> <li>4. Control del consumo de energía.</li> <li>5. Monitorear los índices energéticos por área productiva.</li> <li>6. Identificar errores en la facturación eléctrica.</li> <li>7. Cambiar de tarifa eléctrica.</li> <li>8. Identificar el consumo de energía independiente de la producción.</li> <li>9. Retiro de transformadores innecesarios.</li> <li>10. Redistribución de la carga en transformadores.</li> </ol>

Tabla No 1–Análisis del sistema Eléctrico de Distribución. Fuente: TDE/PESIC

### 5.3.2. Sistemas Electromotrices

Indica el TDE en la página 10 que los sistemas electromotrices están en todas las empresas industriales y son de las áreas intensivas en el consumo de energía y poseen un alto potencial de ahorro de energía. Igualmente lleva varias actividades como:

SISTEMAS ELECTROMOTRICES	
Recopilación de Información	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Datos de placa, aplicación de los motores.</li> <li>b) Horas de operación por día de semana y fin de semana.</li> <li>c) Identificación de los motores rebobinados y el número de reparaciones el lugar en donde se reparó, la causa por la que se quemó y la fecha de la última reparación.</li> <li>d) Tipo de control o la dependencia con respecto a otro equipo con la que operan.</li> <li>e) Periodicidad de los ajustes en la variación de flujo en ventiladores.</li> <li>f) Las variaciones en las condiciones de operación de los equipos susceptibles de instalación de convertidores de frecuencia, identificando las diferentes necesidades de flujos, presiones y número de horas por nivel de carga a lo largo de la jornada de trabajo o ciclos de operación.</li> </ol>

Mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) A los motores eléctricos mayores a 10 hp y con más de 4,000 horas de operación al año, efectuar mediciones necesarias, para determinar las condiciones de carga de las variables eléctricas.</li> <li>b) Realizar mediciones puntuales en motores con carga constante.</li> <li>c) Realizar mediciones continuas en motores con carga variable.</li> </ul>
Análisis de las mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Hacer las gráficas de las mediciones y discutir las con el personal de la planta</li> <li>b) Describir el comportamiento del perfil de demanda.</li> <li>c) Sobre la base del porcentaje de carga y diseño del motor se determinará la eficiencia de operación de los motores, utilizando las curvas características de funcionamiento.</li> <li>d) Analizar los factores que afectan la eficiencia de los motores como son: Porcentaje de variaciones de voltaje, Porcentaje de desbalanceo de voltaje entre fases.</li> </ul>
Evaluación de las oportunidades de ahorro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sustitución o reubicación de los motores que están trabajando a sobre carga o a un porcentaje menor al 40%.</li> <li>b) Corregir desbalances o diferencias de voltaje.</li> <li>c) Instalar motores de alta eficiencia.</li> <li>d) Instalar convertidor de frecuencia.</li> <li>e) Instalar equipos de control de la operación (uso racional de energía).</li> <li>f) Mejorar la alineación con el equipo acoplado.</li> <li>g) Instalar un banco de capacitores.</li> <li>h) Reemplazar sistemas de corriente directa por convertidor de frecuencia con motor de corriente alterna.</li> <li>i) Instalar controles de voltaje.</li> <li>j) Mejorar la conexión a tierras.</li> <li>k) Aplicación de bandas síncronas.</li> <li>l) Alinear correctamente el motor y el equipo accionado.</li> <li>m) Colocar controles de consumo.</li> </ul>

Tabla No 2 –Análisis de los sistemas Electromotrices. Fuente: TDE PESIC

### 5.3.3. Sistema de Aire Comprimido

Indica el TDE del proyecto PESIC, p12 que para analizar los sistemas de aire comprimido se efectúan las siguientes actividades:

SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO	
Recopilación de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Inventario de los compresores de aire, anotando su localización, marca, tipo, capacidad, antigüedad, flujo, presión y horas de operación por año.</li> <li>b) Capacidad y localización de los tanques de almacenamiento de aire.</li> <li>c) Planos con la distribución de las principales tuberías de aire comprimido.</li> <li>d) Inspeccionar el motor del compresor, el filtro de admisión, el tipo de lubricante, la válvula de admisión, los controles de descarga.</li> <li>e) Entrevistas con el personal de la empresa.</li> <li>f) Identificar los usos del aire comprimido.</li> </ul>
Mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Mediciones eléctricas trifásicas al menos por 24 horas por compresor.</li> <li>b) Hacer las gráficas de las mediciones y discutir las con el personal de la planta.</li> <li>c) Describir el comportamiento del perfil de demanda.</li> <li>d) Hacer mediciones de presión en varios lugares de la planta.</li> <li>e) Medir dimensiones de las mangueras de aire comprimido</li> </ul>

Evaluación de las oportunidades de ahorro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Reducir la presión de descarga.</li> <li>b) Reducir la temperatura de alimentación del aire.</li> <li>c) Trabajar con compresores más chicos el fin de semana.</li> <li>d) Reemplazar compresores ineficientes.</li> <li>e) Eliminar fugas de aire comprimido.</li> <li>f) Eliminar usos innecesarios del aire.</li> <li>g) Retiro de compresores innecesarios.</li> <li>h) Utilizar aceite sintético.</li> <li>i) Utilizar diámetros de tubería adecuados.</li> <li>j) Distribuir el aire en lasos cerrados.</li> </ul>
--	--

Tabla No 3 –Análisis de los sistemas de Aire Comprimido. Fuente: TDE PESIC

### 5.3.4. Sistema de Bombeo

Al igual que para los otros sistemas, el Taller de Diagnósticos energéticos del proyecto PESIC, p15 indica que existen actividades para los sistemas de bombeo y se indican a continuación:

<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	
Recopilación de información y mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Inventario de las principales bombas, mostrando su localización, marca, tipo, capacidad, antigüedad, curva característica, flujo, presión y horas de operación por año.</li> <li>b) Planos con la distribución de las principales tuberías de agua.</li> <li>c) Inventario de las principales consumidores de agua ya sea para proceso o de enfriamiento, integrando su localización, marca, tipo, flujo, presión y horas de operación por año.</li> <li>d) Para el agua de enfriamiento se obtener los flujos de diseño y los incrementos de temperatura del agua al salir del proceso o equipo a enfriar.</li> <li>e) Método de control (manual, automático), especificando sus parámetros de referencia.</li> <li>f) Horas de operación por nivel de carga.</li> <li>g) Inventario de todos los puntos en donde el agua se este enviando al drenaje.</li> <li>h) Dispositivos de control instalados (flujo y presión), en ductos y tuberías.</li> <li>i) Condiciones óptimas de funcionamiento sobre la base de la información de los manuales de operación y curvas características.</li> <li>j) Periodicidad de los ajustes en la variación de flujo bombas.</li> </ul>
Oportunidades de Ahorro de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dimensionamiento correcto del sistema de bombeo.</li> <li>b) Instalar bombas de alta eficiencia.</li> <li>c) Mejorar la colocación de las bombas.</li> <li>d) Aplicar controles de velocidad variable.</li> <li>e) Eliminación de fugas.</li> <li>f) Utilizar diámetros de tubería apropiados.</li> <li>g) Disminuir adecuadamente el diámetro de los impulsores.</li> <li>h) Instalar controles de operación.</li> <li>i) Alineación correcta del motor y bomba.</li> <li>j) Modificaciones al flujo por potencia y no por velocidad del motor.</li> <li>k) Trabajar en los puntos del ojo de buey.</li> <li>l) Determinación de la curva del sistema.</li> </ul>

Tabla No 4 –Análisis de los sistemas de Bombeo. Fuente: TDE PESIC

### 5.3.5. Sistemas de Iluminación

Indica el Taller de Diagnósticos energéticos del proyecto PESIC, p17 que este es uno de los sistemas con mayor potencial de ahorro en las industrias debido a la desinformación de las nuevas tecnologías de ahorro o el mal empleo de la iluminación. Su análisis es rápido y sus resultados se muestran a corto plazo.

A continuación se presentan las actividades y las oportunidades de ahorro:

SISTEMA DE ILUMINACIÓN	
Recopilación de información y mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tipo de luminarias, tipo de foco, ubicación, horas de operación y tipo de control.</li> <li>b) Color de paredes y pisos.</li> <li>c) Mediciones de niveles de iluminación.</li> <li>d) Identificación de los circuitos de alumbrado.</li> <li>e) Plantear en campo las propuesta de Iluminación .</li> </ul>
Oportunidades de Ahorro de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Reubicar lámparas o desconectarlas.</li> <li>b) Retrofit de iluminación:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Fluorescentes T12 a T8 con balastro electrónico.</li> <li>b. Aditivos metálicos a fluorescentes T5.</li> </ul> </li> <li>c) Reemplazo de iluminación (hacer el cálculo con software).               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Fluorescentes T5.</li> <li>b. HID pulse arc.</li> <li>c. Fluorescentes T8.</li> </ul> </li> <li>d) Instalación de equipos de control.               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sensores de presencia.</li> <li>b. Nivel de iluminación.</li> <li>c. Equipo central programable.</li> </ul> </li> <li>e) Conectar circuitos independientes.</li> <li>f) Instalar laminas translúcidas.</li> <li>g) Reemplazar focos Incandescentes por</li> <li>h) fluorescentes compactas.</li> <li>i) Instalación de controles de tiempo.</li> </ul>

Tabla No 5 –Análisis de los sistemas de Iluminación. Fuente: TDE PESIC

### 5.3.6. Sistemas de vapor.

El TDE del proyecto PESIC, p18 la mala administración de estos sistemas nos puede generar grandes perdidas, uno de los errores más común es creer que si el sistema cumple con la demanda de producción este actúa de manera eficiente.

SISTEMAS DE VAPOR	
Recopilación de información y mediciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Hacer un inventario de los generadores de vapor, integrando su localización, marca, capacidad, antigüedad, flujo, presión y horas de operación por año.</li> <li>b) Identificar las condiciones de operación e instrumentación del generador de vapor.</li> <li>c) Reportes de trabajo del área de calderas, por turno, día y semana.</li> <li>d) Planos con la distribución de las principales tuberías de distribución de vapor, indicando la localización de las trampas de vapor.</li> <li>e) Inventario de los principales consumidores de vapor instalados, integrando su aplicación, localización, capacidad, flujo, presión y horas de operación por año.</li> <li>f) Temperaturas de almacenamiento, transporte de los combustibles líquidos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>g) Descripción del sistema de control de la combustión.</li> <li>h) Descripción de la forma actual de administrar la carga en las calderas, de las prácticas operativas y de las pruebas realizadas.</li> <li>i) Hacer un seguimiento de la tubería de vapor e identificar tramos sin aislamiento.</li> <li>j) Tomar mediciones de temperatura antes y después de cada usuario de vapor.</li> <li>k) Hacer un seguimiento de las tuberías de retorno de condensados.</li> <li>l) Hacer mediciones en los tanques de almacenamiento de condensados y combustible, temperatura y área total.</li> <li>m) Hacer mediciones de los gases de combustión, temperatura de gases, presión de vapor, flujo de combustible y de agua de alimentación.</li> <li>n) Conductividad del agua de alimentación y de las purgas.</li> <li>o) Temperatura ambiente (bulbo seco y húmedo), humedad relativa y presión barométrica.</li> <li>p) Diámetros de las fugas de aire comprimido, condensado y vapor.</li> <li>q) Determinación de los índices energéticos para generación de vapor, por caldera y por mes. (producción de vapor / consumo de combustible)</li> <li>r) Determinación del costo de generación de una tonelada de vapor por hora.</li> </ul>
Oportunidades de Ahorro de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Reducción del exceso de aire en la caldera.</li> <li>b) Recuperación del calor de los gases.</li> <li>c) Administración de carga en las calderas.</li> <li>d) Recuperación de calor de la purga.</li> <li>e) Hacer análisis de gases por semana.</li> <li>f) Reemplazo de la caldera.</li> <li>g) Aislamiento térmico en la tubería y tanques.</li> <li>h) Reparación o reemplazo de trampas de vapor.</li> <li>i) Recuperación de condensados.</li> <li>j) Mejorar la administración de la carga de las calderas.</li> <li>k) Modificaciones en la instrumentación y control.</li> <li>l) Cambios en las prácticas operativas y de pruebas.</li> <li>m) Propuestas para mejorar el mantenimiento.</li> <li>n) Sustitución de quemadores.</li> <li>o) Incremento del retorno de condensados.</li> <li>p) Precaentamiento del aire de la combustión o del agua de alimentación.</li> <li>q) Mejorar la transferencia de calor en los tubos de agua.</li> <li>r) Instalar turbo bombas para el agua de alimentación.</li> <li>s) Instalar turboventiladores para el aire de combustión.</li> <li>t) Eliminar fugas y grietas en la caldera.</li> <li>u) Automatizar el sistema de control de la combustión.</li> <li>v) Repartir la carga según los puntos de máxima eficiencia.</li> <li>w) Establecer un sistema de contabilidad energética.</li> </ul>

Tabla No 6 –Análisis de los sistemas de Vapor. Fuente: TDE PESIC

## 6. ELABORACIÓN DEL REPORTE DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Sobre la base de los resultados obtenidos en el diagnóstico energético, se elaborará un documento final, que deberá contar con los siguientes puntos, según indica el Taller de Diagnósticos energéticos del proyecto PESIC, p20-23:

### 6.1. Resumen Ejecutivo

En un máximo de cinco hojas se deberá presentar, el consumo anual de energía eléctrica, la demanda anual promedio y el costo total de la facturación eléctrica para

cada uno de los dos últimos años. Se entregará una descripción simplificada de cada una de las medidas de ahorro de energía eléctrica. Se deberá incluir un cuadro resumen en donde se muestre, a manera de cartera de proyectos las medidas detectadas, según el monto de la inversión, basándose en el siguiente formato:

Medida de ahorro	Ahorro en consumo kWh/año	ahorro en demanda kW	Ahorro de combustible litros*/año	Ahorro de energía GJ/año	Ahorro económico \$	Inversión necesaria \$	Período de recuperación años

Figura No 6-Formato de medidas de ahorro energético. Fuente: PESIC

## 6.2. Capítulo 1- Descripción de la Planta

Se presenta la información general de la empresa y la descripción, corta y sencilla, por medio de diagramas de bloques de los procesos productivos.

## 6.3. Capítulo 2- Consumo Histórico de Energía, Producción y Balance de Energía Eléctrica

Se utilizarán tablas para mostrar consumos y costos de energía eléctrica y los niveles de producción. Incluye la información sobre energía y producción en la instalación. Este capítulo debe permitir entender la operación de la instalación y compararla con otras similares. Es esta información la que sirve como base de todos los cálculos de ahorro y de inversión que se presentan.

## 6.4. Capítulo 3- Interpretación de los Análisis Efectuados a los Sistemas Electromotrices

Se presenta un resumen de las deficiencias detectadas en los sistemas electromotrices y equipos auxiliares.

## 6.5. Capítulo 4-Mediciones

Las mediciones que se presenten en forma gráfica, contarán con una breve explicación del perfil de carga registrado. Se reportará por escrito solo aquellas mediciones que sirvan de base de cálculo para las medidas de ahorro de energía eléctrica detectadas.

## 6.6. Capítulo 5- Medidas de ahorro de energía

Medidas sin costo, o de bajo costo, que tienen un período de recuperación de menos de 6 meses; estos incluyen cambios en la operación, mejoras en mantenimiento, y procedimientos para racionalizar el uso de la energía.

Medidas de inversión media, que muchas veces implican mejoras o cambios de equipos, y con períodos de recuperación de 6 meses a 2 años.

Medidas de inversión mayor, como por ejemplo cambios de equipo importante o de líneas de producción, estas pueden tener períodos de recuperación de 18 meses o más y normalmente, por el monto de la inversión requerida, pueden justificar estudios de factibilidad antes de ser realizadas.

Toda medida de ahorro de energía, deberá contar con su respectiva memoria de cálculo. Dicha memoria deberá exponer en forma clara los ahorros teóricos potenciales de energía eléctrica y térmica (KWH, KW, kCal, GJ) y su equivalente en unidades monetarias, además de contener en forma explícita los antecedentes y consideraciones, en los que se basan las diversas opciones.

Cada medida de ahorro de energía deberá contener:

**Acción Concreta:** Se explicará de manera clara y específica la acción a realizar para lograr un ahorro de energía.

**Descripción y Antecedentes:** Se realizará una breve descripción de la situación actual, mostrando las anomalías encontradas y los fundamentos en los que se basa la acción de ahorro de energía a implementar.

**Ahorros Económicos y Energéticos:** Se deberá exponer en forma clara los ahorros teóricos potenciales de energía eléctrica (KWH, KW) porcentaje de ahorro con respecto a la situación anterior.

**Inversión Necesaria:** Se presentará el volumen de obra necesario incluyendo, el costo del equipo a instalar y los costos propios de la instalación. Para los convertidores de frecuencia se incluirá un croquis con la instalación propuesta.

**Período de Recuperación de la Inversión:** Se reportarán los parámetros económicos más usuales, como son el período de recuperación (payback), y su equivalente en unidades monetarias presentando los análisis de valor presente neto (V.P.N.), así como la tasa interna de retorno (TIR).

**Contexto Técnico :**En el caso de que la aplicación de esta medida, requiera de alguna acción específica por parte del personal de la planta, se explicará ampliamente en esta sección, dichas acciones se refieren a modificaciones en las instalaciones eléctricas, civiles y mecánicas de la empresa, condiciones de operación, o cursos de capacitación.

**Recomendaciones:** En caso de que se identifique anomalías en la operación y mantenimiento, que no impliquen un ahorro de energía pero si un beneficio para la empresa, mencionarlos en esta sección. En este apartado se presentarán las cargas

susceptibles a desconectarse en el horario de punta, así como la evaluación del cambio a tarifa horaria para las empresas en que aplique.

### **6.7. Capítulo 6- Programa Global de Ahorro de Energía**

Se resumen todas las medidas en un programa global de ahorro de energía para la compañía. Se presenta la rentabilidad financiera del programa, así como también un plan de acción para implementarlo. Esta presentación del programa debe incluir tanto la parte técnica como la administrativa. Es muy importante describirlo de la manera más clara, directa, y aplicable a la empresa. La discusión incluirá la definición de responsabilidades de las personas involucradas en la realización del programa, incluyendo la supervisión del programa, la implementación técnica, y el seguimiento y monitoreo.

### **6.8. Anexos**

En los anexos o apéndices del informe se agregan datos de apoyo, como por ejemplo, esquemas de la planta, datos recopilados durante el trabajo de campo, mediciones, y otros datos intermedios que se utilizan en los cálculos del diagnóstico, información técnica sobre algunos equipos recomendados y estimaciones de costos o cotizaciones (si están disponibles) de proveedores.

## **7. PERSONAL.**

Indica el TDE de PESIC, p 24 que la capacidad y experiencia del personal que conduzca el diagnóstico es el factor que define su éxito.

Usualmente este personal se le refiere como auditor energético y los requisitos que deben cumplir son los siguientes:

- Experiencia de haber trabajado en varias industrias.
- Sentido práctico, y conocimiento del funcionamiento de equipos.
- Conocimiento de instrumentación, sus aplicaciones y sus limitaciones.
- Curiosidad técnica y pensamiento analítico.
- Buena base en los principios de ingeniería.
- Habilidad para hacer cálculos.
- Buen carácter para tratar con la gente; paciencia.
- Compromiso con su trabajo.

El equipo de trabajo básico requerido para hacer el diagnóstico típicamente se compone de: un experto en el proceso y equipos de la planta, un experto en energía térmica y un experto en energía eléctrica. Normalmente el experto térmico o el de proceso, asume la función de coordinador.

El **experto en procesos** preferentemente debe ser un ingeniero mecánico o químico, que conozca los detalles de operación y producción de un cierto proceso o un rango de diferentes operaciones unitarias, y los principios de eficiencia energética aplicados al proceso. Una persona experimentada en el proceso de producción de



papel, por ejemplo (\*), puede aplicar su conocimiento en casi cualquier papelera; de igual manera un solo experto puede cubrir toda la rama agroalimentaria debido a que los procesos están formados por equipos y tecnologías similares; en la industria química, existen procesos muy específicos, por lo tanto, conviene asegurarse de la experiencia del experto en el proceso particular de que se trate.

El **experto en energía térmica** es un ingeniero en energía, mecánico o químico con amplios conocimientos teóricos y prácticos y sobre el diseño y la operación de equipos que utilizan energía térmica: calderas, quemadores, sistemas de vapor y condensados, hornos, secadores, evaporadores, sistemas de refrigeración, etc.

El **experto en energía eléctrica** puede ser un ingeniero eléctrico, mecánico o electrónico que tiene conocimiento práctico y teórico, de sistemas eléctricos y del equipo que utiliza energía eléctrica: generadores, transformadores, motores, sistemas de control, sistemas de velocidad variable, compresores, ventiladores, bombas, etc.

En realidad, se recomienda que los expertos cuenten con una amplia experiencia, no limitada a su área de trabajo: la determinación de medidas de ahorro normalmente requiere de experiencia de varios campos. Los auditores energéticos deben de saber aprovechar de manera correcta los datos de instrumentos fijos existentes en la instalación y de instrumentos portátiles para su uso temporal. Al mismo tiempo tienen que estar siempre conscientes de las limitaciones de ambos tipos de instrumentos.

Las oportunidades de ahorro de energía se identifican aprovechando la experiencia de los auditores, antecedentes en otras instalaciones similares, referencias bibliográficas a través del análisis detallado de los sistemas de la instalación en particular.

## 8. GUIA DE SELECCIÓN DE EQUIPO EFICIENTE (\*)

Una forma práctica de comenzar a implementar una administración de energía es por medio de la adecuada selección de equipo al momento de renovar o adquirir equipos.

El Proyecto GAUREE 2(Generación Autónoma y Uso Racional de Energía Eléctrica) de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras, presenta en su página web <http://www.uegauree2.org/m4.0.html>, la Guía de Selección de Equipo Eficiente, de la que se ha tomado la información siguiente:

### 8.1. EQUIPO DE ILUMINACIÓN

<b>*LUMINARIAS</b>	
Factor de eficacia:	LER=62 mínimo.
Rendimiento de color:	CRI=0.8 mínimo
Factor de potencia:	≥ 0.5

Tabla No 7. Fuente: Proyecto GAUREE2

<b>*LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS</b>			
Fluorescente Compactas	Lúmenes de salida	Lúmenes por vatio(mínimo)	Lámpara a Reemplazar (Vatios)
11 -14 Vatios	495	45	40
15-19 Vatios	900	60	60
20-25 Vatios	1,200	60	75
≥ 29 Vatios	1,750	60	100
<b>**(*)REFLECTOR COMPACTO FLUORESCENTE</b>			
Fluorescente Compactas	Lúmenes de salida	Lúmenes por vatio(mínimo)	Lámpara a Reemplazar (Vatios)
17-19 Vatios	550	33	50
20-21 Vatios	675	40	60
≥ 22 Vatios	875	40	75

\*\*Vida útil mínima 10,000 horas para todas las lámparas.

Tabla No 8. Fuente: Proyecto GAUREE2

<b>*TUBOS FLUORESCENTES DE 4 PIES DE LARGO</b>			
Diámetro máximo recomendado:		8 octavos de pulgada. ( T8 )	
Lúmenes iniciales:		2,800 (mínimo)	
Rendimiento de color:		CRI=70 (mínimo)	
<b>*TUBOS FLUORESCENTES DE 8 PIES DE LARGO</b>			
Diámetro máximo recomendado:		8 octavos de pulgada. ( T8 )	
Lúmenes iniciales:		5,700 (mínimo)	
Rendimiento de color:		CRI=70 (mínimo)	
<b>*BALASTROS ELECTRÓNICOS</b>			
LARGO	TUBOS	BEF	FP
4PIES	1	2.54 o más	≥0.5
	2	1.44 o más	≥0.5
	3	0.93 o mas	≥0.5
	4	0.73 o mas	≥0.5
8 PIES	2	0.8 o mas	≥0.5

BEF=Factor de eficiencia de Balastro.

Tabla No 9. Fuente: Proyecto GAUREE2

## 8.2. EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

<b>*SISTEMA TIPO VENTANA</b>	
Capacidad de Enfriamiento	EER (Mínimo)
Menos de 8,000 BTU/hora	9.2
Entre 8,000 y 20,000 BTU/hora	9.4
Mayor de 20,000 BTU/hora	9.42
<b>*SISTEMA TIPO MINISPLIT</b>	
Capacidad de Enfriamiento	*EER (Mínimo)
Cualquier capacidad	11

\*Coeficiente de rendimiento energético E.E.R.=BTU/h/W

Tabla No 10. Fuente: Proyecto GAUREE2

<b>*SISTEMA TIPO PAQUETE MONOFASICO</b>	
Capacidad de Enfriamiento	*EER (Mínimo)
Cualquier capacidad	10.5
<b>*TIPO PAQUETE TRIFÁSICO</b>	
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	EER (Mínimo)
menor de 65,000 BTU/Hora	11
65,000 - 135,000 BTU/Hora	11
135,000 - 240,000 BTU/Hora	10.8

\*Coeficiente de rendimiento energético E.E.R.=BTU/h/W

Tabla No 11. Fuente: Proyecto GAUREE2

<b>VOLTAJES RECOMENDADOS</b>	
Equipo monofásico	Mayor o igual a 220VAC
Equipo Trifásico	Mayor o igual a 208/240 VAC

Tabla No 12. Fuente: Proyecto GAUREE2

### 8.3. EQUIPO DE OFICINA

Las computadoras deben traer incorporado un programa de modo de ahorro de energía con las siguientes características:

Potencia de operación	Potencia en modo de Ahorro
≤ 200 Vatios	15 Vatios o menos
201- 300 Vatios	20 Vatios o menos
301-350 Vatios t	25 Vatios o menos
351- 400 Vatios	30 Vatios o menos
> 400 Vatios	≤ 10% de la potencia de operación

Nota: Para los servidores de red el consumo en modo de ahorro de energía debe ser de un 15% del consumo nominal.

Tabla No 13. Fuente: Proyecto GAUREE2

<b>*IMPRESORAS</b>		
<b>Modo Ahorrador Recomendado</b>		
<b>Velocidad de Impresión</b>	<b>Láser B/W + Todas Inkjet</b>	<b>Láser Color</b>
≥ 10 Pág. /min.	10 Vatios o menos	35 Vatios o menos
11 - 20 Pág. /min.	20 Vatios o menos	45 Vatios o menos
21-30 Pág. /min.	30 Vatios o menos	70 Vatios o menos
31- 44 Pág. /min.	40 Vatios o menos	70 Vatios o menos
> 44 Pág. /min.	75 Vatios o menos	70 Vatios o menos

\*Todos los equipos adquiridos deben tener un certificado de eficiencia energética.

Tabla No 14. Fuente: GAUREE2

## 9. EJEMPLOS

Hay diferentes ejemplos dentro del texto (\*)

## 10. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El llevar a cabo planes de administración de energía trae consigo las siguientes ventajas:

- a) Minimizar la contaminación ambiental.
- b) Correcta planeación y mejora de las diferentes actividades que involucran el uso de energía.
- c) Generación de mejores planes de mantenimiento de las instalaciones.
- d) Ahorro económico.
- e) Apoyo al desarrollo sostenible

Y como única desventaja se determina el costo económico que se tiene cuando se debe plantear un plan de ahorro energético monitoreable y dinámico.

## **11. CONCLUSIONES**

El análisis presentado es aplicable para todo sistema de energía, y se resume en las siguientes actividades tal como lo define el programa Energy Star del Departamento de Energía de Estados Unidos en su página web: [http://www.Energystar.gov/index.cfm?c=guidelines.guidelines\\_index](http://www.Energystar.gov/index.cfm?c=guidelines.guidelines_index):

- a) Hacer compromiso.
- b) Estudiar el desempeño.
- c) Fijar metas.
- d) Crear un plan de acción.
- e) Implementar el plan de acción.
- f) Evaluar el progreso.
- g) Reconocer los logros.

## **12. OPINIÓN PERSONAL**

La administración energética se ha convertido en un tema ampliamente utilizado a todo nivel : residencial, comercial e industrial mas que todo por la gran demanda energética que se presenta a nivel mundial, que se ha acrecentado durante los siglos 20 y 21 y que seguirá creciendo, de ahí que si se implementan las medidas correctas para administrar eficientemente la energía, cualquiera que sea su origen, tendremos mas tiempo para buscar o desarrollar energías de Fuentes renovables alternas al uso de los combustibles fósiles.

Todo programa de administración energética lleva inversión, de mayor o menor cuantía, ya que depende de lo que se desea monitorear, controlar y ahorrar, pero al final, cualquier actividad que ahorre energía es de beneficio mundial.

Considero que toda compañía o empresa que quiera lograr mejorar su desempeño en el ámbito energético debe proceder cuanto antes mejor, ya que al final siempre existirá un beneficio, las compañías deben buscar asesoría técnica calificada para lograr sus metas involucrando a su personal y brindando incentivos por objetivos de ahorro logrados.

Una excelente guía en el desarrollo de planes de administración de la energía se encuentra en la página web del Programa EnergyStar del Departamento de Energía de Estados Unidos en conjunto con la Agencia de Protección Ambiental.

### **13. BIBLIOGRAFÍA**

Binod,S, Concepts of Energy Management, PDH Online,(Course E102, p1,3) © 1999-2007 PDHcenter.com, [http://: www.PDHcenter.com](http://www.PDHcenter.com)

Delmar- Torres, Alejandro- Rubén, Taller de Diagnósticos Energéticos del proyecto PESIC (Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial de Honduras) - © PA Knowledge Limited 2005.( 1,2,6,8,10,12,15,17,18,20-23,24)

Departamento de Energía de Estados Unidos, [http://www.eere.energy.gov/consumer/yourhome/energy\\_audits/index.cfm/mytopic=11160](http://www.eere.energy.gov/consumer/yourhome/energy_audits/index.cfm/mytopic=11160).

ECOFYS © ecofys, [http://www.ecofys.com/es/areas\\_de\\_experiencia/gestion\\_energetica.htm](http://www.ecofys.com/es/areas_de_experiencia/gestion_energetica.htm),

EnergyStar, <http://www.energystar.gov>

Energy Systems, (<http://polk-burnett.apogee.net/pd/dfol.asp>) @ APOGEE Interactive, Inc.

Guía de Selección de Equipo Eficiente(4-9), Copyright ©2005 ENEE/ Proyecto GAURRE 2(Generación Autónoma y Uso Racional de Energía Eléctrica), <http://www.uegauree2.org/m4.0.html/>,

Recommended Practice for Energy Management, IEEE Std 739-1995., Copyright © 1995 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (2, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21)

## 14. ANEXOS

No.	FASES TOTAL DE ACTIVIDADES	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4				
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
1	<b>SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN</b>	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	Selección los puntos de medición	X																			
	Mediciones en el transformador #1	X	X																		
	Mediciones en el transformador #2	X	X	X																	
	Mediciones en el transformador #3				X	X															
	Elaboración de gráficas y análisis.						X	X													
	Elaborar ficha técnica (Administración de energía)								X	X	X	X									
2	<b>SISTEMAS ELECTROMOTRICES</b>	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	Solicitar información sobre la descripción del proceso.																				
	Mediciones en la máquina No 1.		X																		
	Mediciones en la máquina No 2		X																		
	Mediciones en la máquina No 3				X																
	Mediciones en la máquina No 4				X																
	Mediciones en la máquina No 5					X															
	Elaborar ficha técnica.							X	X	X	X	X									
3	<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	Recopilación de datos de diseño.				X	X															
	Mediciones y análisis.				X	X	X	X													
	Elaborar la ficha técnica.											X	X	X	X	X					
4	<b>SISTEMA DE ILUMINACIÓN</b>	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	Recopilación de información de iluminación				X	X															
	Mediciones de niveles de iluminación				X																
	Captura de información						X	X	X												
	Hacer Pruebas con otros luminarias											X	X								
	Elaborar la ficha técnica												X	X	X						
5	<b>SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO</b>	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	Mediciones en el compresor No.1						X	X													
	Mediciones en el compresor No.2								X	X											
	Mediciones en el compresor No. 3											X	X								
	Análisis de la red de distribución							X													
	Análisis de los usos finales del aire								X	X											
	Hacer pruebas para evaluar la capacidad real de cada compresor												X								
	Evaluar las oportunidades de ahorro de energía													X	X	X	X				
6	<b>ELABORAR EL REPORTE DE DIAGNÓSTICO</b>	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
	Hacer el Balance de Energía															X					
	Análisis de la facturación eléctrica y producción																X				
	Integrar todas las ficha técnicas																X	X	X		
	Hacer el resumen ejecutivo y presentación																		X	X	
	Darle seguimiento al proyecto																				

Anexo A. Guía de planeación de actividades. Fuente: IEEE Std 739-1995.

## 15. EXAMEN

1. Normativa aplicable en la Gestión o Administración Energética en los países anglosajones y varios de América Latina.
  - a. IEEE 1158.
  - b. IEEE 739.
  - c. EN 50150
  - d. Todas las anteriores
2. Mayor fuente de consumo energético en una edificación :
  - a. Iluminación.
  - b. Impulsivos.
  - c. HVAC.
3. Factores críticos que debe tener un programa de Gestión Energética:
  - a. Compromiso de la alta dirección y de los empleados.
  - b. Canal oficial de comunicación.
  - c. Asignar autoridad y responsabilidad.
  - d. Todas las anteriores.
4. Carga crítica:
  - a. Aquella cuya salida de operación por falta de energía será perjudicial para la operación de la facilidad.
  - b. Aquella cuya continua energización es importante para la operación de la facilidad, sin embargo esta carga puede ser desenergizada en caso necesario.
  - c. Todas las anteriores.
  - d. Ninguna de las anteriores.
5. Elemento clave del proceso de administración de la energía:
  - a. Mediciones de consumo.
  - b. Planeación.
  - c. Identificación y análisis de las oportunidades de conservación de energía.
6. Método de reporte que incluye la mezcla de productos de un proceso: :



- a. Método de actividad
  - b. Método de índice de energía variable.
  - c. Método de índice energético.
7. Sistemas que le proporcionan un servicio al proceso:
- a. Vapor
  - b. Iluminación
  - c. Todas las anteriores.
8. Requisito de un auditor energético:
- a. Experiencia.
  - b. Conocimiento práctico de los equipos.
  - c. Buenos principios en ingeniería.
  - d. Todos los anteriores
9. Actividades de una análisis energético :
- a. Recopilación de información.
  - b. Mediciones y análisis de las mismas
  - c. Evaluación de las oportunidades de ahorro.
  - d. Todas las anteriores.
  - e. Ninguna de las anteriores.
10. Las medidas de ahorro energético de bajo costo tienen un periodo de recuperación de :
- a. 6 meses.
  - b. 6 a 24 meses
  - c. Todas las anteriores.
  - d. Ninguna de las anteriores.

## LISTA PARA REVISAR POR SU PROPIA CUENTA EL VALOR DEL DOCUMENTO

Antes de presentar su documento, por favor utilice esta página para determinar si su trabajo cumple con lo establecido por AIU. Si hay más que 2 elementos que no puede verificar adentro de su documento, entonces, por favor, haga las correcciones necesarias para ganar los créditos correspondientes.

(√ )Yo tengo una página de cobertura similar al ejemplo de la página 89 o 90 del Suplemento.

(√ ) Yo incluí una tabla de contenidos con la página correspondiente para cada componente.

(√ ) Yo incluí un abstracto del documento (exclusivamente para la Tesis).

(√ ) Yo seguí el contorno propuesto en la página 91 o 97 del Suplemento con todos los títulos o casi.

(√ ) Yo usé referencias a través de todo el documento según el requisito de la página 92 del Suplemento.

(√ ) Mis referencias están en orden alfabético al final según el requisito de la página 92 del Suplemento.

(√ ) Cada referencia que mencioné en el texto se encuentra en mi lista o viceversa.

(√ ) Yo utilicé una ilustración clara y con detalles para defender mi punto de vista.

(√ ) Yo utilicé al final apéndices con gráficas y otros tipos de documentos de soporte.

(√ ) Yo utilicé varias tablas y estadísticas para aclarar mis ideas más científicamente.

(√ ) Yo tengo por lo menos 50 páginas de texto (15 en ciertos casos) salvo si me pidieron lo contrario.

(√ ) Cada sección de mi documento sigue una cierta lógica (1, 2,3...)

(√ ) Yo no utilicé caracteres extravagantes, dibujos o decoraciones.

(√ ) Yo utilicé un lenguaje sencillo, claro y accesible para todos.

(√ ) Yo utilicé Microsoft Word (u otro programa similar) para chequear y eliminar errores de ortografía.

(√ ) Yo no violé ninguna ley de propiedad literaria al copiar materiales que pertenecen a otra gente.

(√ ) Yo afirmo por este medio que lo que estoy sometiendo es totalmente mi obra propia.



13/07/2007