



**ELEMENTOS BÁSICOS
DE UN DIAGNÓSTICO
ENERGÉTICO ORIENTADO
A LA APLICACIÓN
DE UN PROGRAMA
DE AHORRO DE ENERGÍA**





ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA

El proceso de administración de los recursos energéticos, consiste en la aplicación de diversas técnicas que permitan alcanzar la máxima eficiencia en el uso de los energéticos utilizados, en una planta industrial.

Para ello, se debe seguir una serie de etapas:

- **Diagnósticos**

Se refiere al análisis histórico del consumo de energía relacionado con los niveles de producción y al análisis de las condiciones de diseño y operación de los equipos, a las características de los procesos y tecnologías utilizadas.

Con base en este estudio, se fijarán los objetivos y metas a seguir en función de los potenciales de ahorro descubiertos y se investigarán las diversas alternativas para alcanzarlos.

- **Planeación**

Consiste en elegir la alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos y, por último, se determina el monto de recursos financieros para la aplicación del Programa.

- **Organización**

En esta etapa se define la estructura que permita instrumentar el programa establecido.

Aquí es necesario especificar las funciones, jerarquías y obligaciones de todos los grupos e individuos que

participen en el Programa de Ahorro de Energía.

- **Integración**

Consiste en elegir a la persona o grupos de personas que van a ser los responsables de la ejecución del Programa; así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para realizar el diagnóstico y monitorear los avances del Programa.

- **Dirección**

Consiste en delegar la autoridad necesaria al responsable del Programa y especificar su tramo de control y coordinación. Así mismo, se deben definir los mecanismos de supervisión y los medios de comunicación como componentes esenciales del Programa.

- **Control**

En esta etapa se establecen normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como el método que permita dar seguimiento permanente al Programa. Todo ello, mediante monitoreo a través de un sistema integral de información energética y listas de verificación de la aplicación.

EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Definición

Es la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro de Energía, ya que se



determina dónde y cómo es utilizada la misma, además de especificar cuanta es desperdiciada.

Objetivos

- Establecer metas de ahorro de energía.
- Diseñar y aplicar un sistema integral para el ahorro de energía.
- Evaluar técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía.
- Disminuir el consumo de energía, sin afectar los niveles de producción.

Actividades

Para determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía, se requiere realizar diversas actividades, entre las que se pueden mencionar:

- Medir los distintos flujos energéticos.
- Registrar las condiciones de operación de equipos, instalaciones y procesos.
- Efectuar balances de materia y energía.
- Calcular índices energéticos o de productividad, energéticos reales, y actualizar los de diseño.
- Determinar potenciales de ahorro.
- Darle seguimiento al Programa mediante la aplicación de listas de verificación de oportunidades de conservación y ahorro de energía.

La inclusión de los balances tiene como finalidad contar con un método sistemático y oportuno de detección de pérdidas y desperdicios de energía.

A) ASPECTOS A DIAGNOSTICAR

Operativo

- Inventario de equipo consumidor de energía.
- Inventario de equipo generador de energía.
- Detección y evaluación de fugas y desperdicios.
- Análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento.
- Inventario de instrumentación.
- Posibilidades de sustitución de equipos

Económico

- Precios actuales y posibles cambios de los precios de los energéticos.
- Costos energéticos y su impacto en costos totales.
- Estimación económica de desperdicios.
- Consumos específicos de energía.
- Elasticidad producto del consumo de energía.
- Evaluación económica de medidas de ahorro.
- Relación beneficio-costos de medidas para eliminar desperdicios.
- Precio de energía eléctrica comprada (\$/kW.h).

Energéticos

- Formas y fuentes de energía utilizadas.
- Posibilidades de sustitución de energéticos.
- Volúmenes consumidos.
- Estructura del consumo.
- Balance en materia y energía.
- Diagramas unifilares.
- Posibilidad de autogeneración y cogeneración.



DIAGNÓSTICOS DE PRIMER GRADO

Mediante los diagnósticos energéticos de primer grado se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales. Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, en el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación; así como, el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustibles.

Al realizar este tipo de diagnóstico se deben

considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía, tales como falta de aislamiento o purgas; asimismo se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudios no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso e la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

Político

- Tarifas eléctricas.
- Políticas de precios de los energéticos.
- Políticas de comercialización de energéticos.
- Programa nacional de energéticos
- Legislación en materia de autogeneración y cogeneración.

B) INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL DIAGNÓSTICO

Operativa

- Manuales de operación de equipos consumidores de energía.
- Manuales de operación de equipos generadores de energía.
- Reportes periódicos de mantenimiento.

Energética

- Balances de materia y energía.

- Serie de consumo histórico de energía.
- Información sobre fuentes alternas de energía.
- Planos unifilares actualizados.

Economía

- Serie estadística de producción.
- Serie estadística de ventas.
- Costos de producción.

Política

- Catálogo de precio de productos elaborados por PEMEX.
- Tarifas eléctricas.
- Normalización del consumo de electricidad.
- Relación reservas-producción de hidrocarburos.
- Disposición de fuentes energéticas no provenientes de los hidrocarburos.



DIAGNÓSTICOS DE SEGUNDO GRADO

Comprende la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como son los motores eléctricos y los equipos que éstos accionan, “así” como aquellos para comprensión y bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares entre otros. La aplicación de este tipo de diagnósticos requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre volúmenes manejados o procesados y consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en campo se compara con la de diseño, con objeto de obtener las variaciones de eficiencia.

El primer paso, es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación actuales con las del diseño, para así, jerarquizar el orden de análisis de

cada equipo proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudios.

Los balances de materia y energía, los planos unifilares, actualizados, así como la disposición de los índices energéticos reales y de diseño complementan el diagnóstico, ya que permiten establecer claramente la distribución de la energía en las instalaciones, las pérdidas y desperdicios globales y así determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía.

Finalmente, se debe evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que se deben pagar con los ahorros que se tengan y en ningún momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa.

DIAGNÓSTICOS DE TERCER GRADO

Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipo especializado de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería.

En estos diagnósticos, es común el uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. Además de que facilitan la evaluación de los efectos de cambio de condiciones de operación y modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere

información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes. Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos, procesos e incluso de las tecnologías utilizadas.

Además, debido a que las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe ser rigurosa, en cuanto al período de recuperación de la inversión.



INSTRUMENTOS PARA LAS MEDICIONES DE CAMPO

Algunos de los instrumentos portátiles requeridos para la realización de diagnósticos energéticos de segundo y tercer grado, son los siguientes:

- 1) Medidores de velocidad de flujo en tuberías y equipo.
- 2) Radiómetros ópticos
- 3) Pirómetro digital
- 4) Kilowatthorímetro
- 5) Factoripotenciómetro
- 6) Analizadores de redes
- 7) Tacómetros
- 8) Medidores de velocidad de aire
- 9) Termómetros
- 10) Luxómetros

A) AREAS DE APLICACIÓN

Área industrial

- Calderas y hornos

- Motores y bombas
- Sistemas eléctricos
- Turbinas
- Compresores
- Sistemas de refrigeración

Área de oficinas

- Iluminación
- Acondicionamiento ambiental
- Aparatos eléctricos

Vehículos automotrices

- Operación
- Mantenimiento

B) EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Relación beneficio-costos

- Costos involucrados en las medidas aplicadas.
- Balance económico de los ahorros logrados.

Método de evaluación económica

- Período de recuperación
- Rentabilidad media
- Valor presente
- Tasa interna de rentabilidad
- Análisis de sensibilidad



EJEMPLO DE UN BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

BALANCES EN LA REFINACIÓN DE ACEITE (1)

BALANCE DE MATERIA	ENTRADA M.L.BS.		SALIDA M.L.BS.
Aceite crudo	20 000	Aceite refinado	19 000
Sosa Caústica	500	“Borras”	1 500
Agua	4 000	Agua de lavado	4 000
Vapor	2 000	Vapor flash	340
Calentamiento		Condensado	1 660
Vapor del “vacío”	175	Vapor a la atmósfera	175
TOTAL	26 675		26 675
BALANCE ENERGETICO	ENTRADA MM BTU		SALIDA M BTU
Aceite crudo	300	Aceite refinado	1 380
Vapor de calentamiento	2 327	“Borras”	74
Vacío	204	Agua de lavado	391
		Vapor flash	379
		Condensado	233
		Vapor a la Atmósfera	204
		Pérdidas por convección	170
TOTAL	2 831		2 831

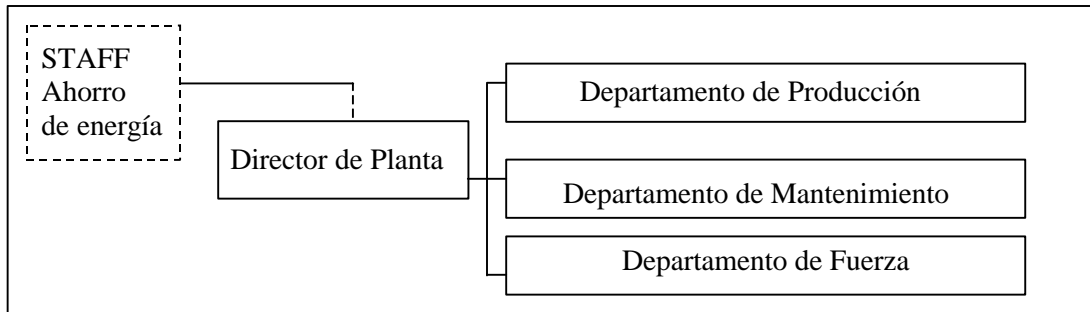
1/ Producción base: 20,000 M lbs. de aceite crudo.

ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

Uno de los aspectos que se deben solucionar inicialmente es el de elegir el tipo de organización que permita la incorporación de la administración de la energía en la empresa, ya sea con la creación de un área específica de trabajo, mediante la formación de un comité o a través de la contratación de un grupo staff.

A) CONTRATAR A UN GRUPO ASESOR EN AHORRO DE ENERGÍA

- Diseña programas integrales de conservación y ahorro de energía.
- Realiza auditorías energética.
- Sugiere medidas de conservación y ahorro de energía.
- Imparte capacitación.



Algunas de las principales ventajas, son las siguientes:

- No requiere un cambio en la estructura de la empresa.
- Los análisis son más objetivos.
- Al ser un grupo externo se puede acordar pagarles por sus servicios en función y como proporción de los ahorros logrados.
- Se cuenta con un grupo de especialistas lo cual de alguna manera garantiza el éxito del programa.

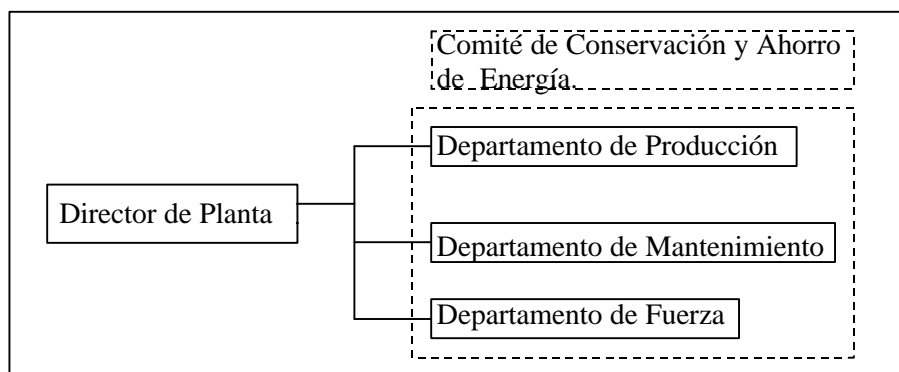
Por su parte, las principales desventajas son:

- Es difícil deslindar responsabilidades en caso de no cumplir con los objetivos.

- En ocasiones es difícil obtener suficiente apoyo de las áreas involucradas.

B) FORMAR COMITES DE AHORRO DE ENERGÍA

- Están formados por personal de todas las áreas involucradas en el programa.
- Puede ser temporal o permanente.
- De acuerdo a sus funciones puede ser consultivo, decisorio o ejecutivo.
- Sus funciones son las de promover, asistir técnicamente, seguir, controlar y comunicar todo lo referente al programa energético.



Las ventajas más importantes son las siguientes:

- Se involucra a las áreas más representativas en la instrumentación y ejecución del programa.
-

- Se cuenta con un apoyo directo de las áreas que manejan energía o procuran el mejor uso de la misma.
- Se facilita la comunicación.
- Se agiliza la aplicación del programa.



En cuanto a las desventajas se pueden mencionar las siguientes:

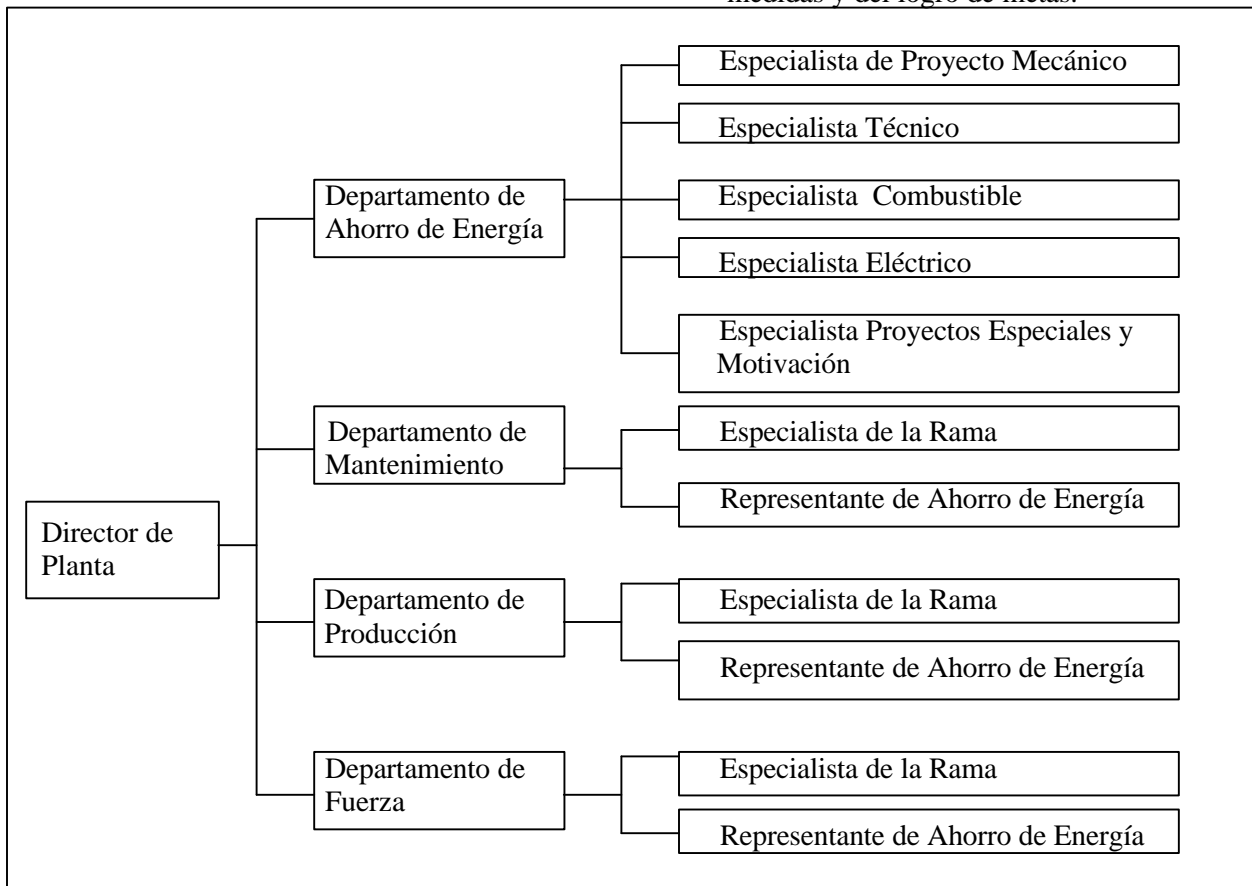
- Se dificulta el establecimiento de responsabilidades, en caso de no cumplirse con los objetivos del programa.
- No se cuenta con un especialista en energía que pueda resolver problemas no previstos.
- La actitud de los responsables de área que integran el comité no es totalmente

positiva, ya que se amplían sus funciones y responsabilidades.

- La respuesta ante situaciones no previstas es muy lenta.

C) NOMBRAR A UN ADMINISTRADOR DE ENERGÍA

- Coordina la aplicación del programa.
- Funge como enlace entre los niveles ejecutivos y los operativos.
- Es responsable de la aplicación de medidas y del logro de metas.



La integración del administrador de energía presenta las ventajas siguientes:

- Quedan perfectamente definidas las funciones y responsabilidades para la instrumentación y aplicación de un Programa de Ahorro de Energía.
- Se facilita el seguimiento del programa.

- Es más sencillo aplicar modificaciones inmediatas al programa.

- Se puede capacitar en forma intensiva al administrador de energía.

En lo que se refiere a las desventajas estas son:



- Se requiere hacer una evaluación económica para determinar la factibilidad de la creación de un área de administración de energía.
- Pueden presentarse problemas de comunicación entre las áreas involucradas en el consumo de energía.
- Se puede entorpecer la ejecución del programa, dependiendo de la posición jerárquica del administrador de energía.
- Se debe evitar adicionar funciones de administración de la energía al responsable de alguna área operativa o mantenimiento,

ya que el programa puede perder su carácter prioritario.

SEGUIMIENTO Y CONTROL

- Evaluación del avance del programa de acuerdo a las medidas de ahorro establecidas.
 - Comparación del consumo de energía planeado mediante la aplicación del programa respecto al consumo real.
 - Establecimiento de una estructura de revisión formal del programa.
- Lista de verificación.
 - Aplicación del sistema de contabilidad energética.
 - Realización periódica de diagnósticos energéticos.

LISTAS DE VERIFICACION DE MEDIDAS DE CONSERVACION Y AHORRO DE ENERGIA EN MOTORES ELECTRICOS

PLANTA Y/O INSTALACION: _____ COORDINADOR DEL PROGRAMA: _____ ELABORO: _____ FECHA: _____	¿Se realizó el año pasado? (Si 1 Pto. No 0 Ptos.)	¿Se está realizando? (1 ó 0)	¿Se realizará en el presente año? (1 ó 0)	Puntuación Total
MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y AJUSTES OPERACIONALES 1. Balancear las fuentes de potencia trifásica a los motores. 2. Revisar el alineamiento del motor con el equipo accionado. 3. Revisar condiciones de alto o bajo voltaje con los motores, corregir en caso necesario. 4. Lubricar el motor y las chumaceras de transmisión regularmente. 5. Reemplazar las chumaceras gastadas. 6. Verificar el sobrecalentamiento, el cual, puede indicar un problema funcional y carencia de ventilación adecuada. 7. Revisar ruido y vibraciones excesivos. Determinar la causa y corregir de ser necesario. 8. Inspeccionar las chumaceras y bandas de transmisión. Ajustar o reemplazar si es necesario. 9. Mantener limpios los motores. Si tienen medidas adicionales de este tipo, anótelas a continuación y califíquelas de la misma forma.				



D) DETERMINAR LOS PARÁMETROS QUE PERMITAN

ESTABLECER LA FUNCIONALIDAD DEL PROGRAMA

- Costos involucrados en la aplicación de medidas.
- Consumos energéticos históricos de la empresa.
- Consumos energéticos de empresas de la misma rama o que utilizan equipos similares.
- Consumos energéticos de empresas similares.

E) REVISIÓN PERIÓDICA DEL AVANCE GLOBAL DEL PROGRAMA

- Evaluación del logro de objetivos y metas.
- Principales resultados de la instrumentación del programa.
- Evaluación de las acciones establecidas para cada área funcional.

SUBPROGRAMAS DE APOYO

1. Subprograma de difusión y concientización.

Objetivos del subprograma:

- Lograr cambios de actitud del personal hacia el uso eficiente de los energéticos.
- Lograr la participación de todo el personal.
- Modificar los hábitos operativos que provocan el derroche de energía.

- Lograr la actualización y otorgamiento de presupuestos para implementar el programa

2.- Subprograma de capacitación

Programa de cursos básicos:

- Cursos orientados a la planeación, organización, desarrollo y aplicación de un programa energético.
- Cursos orientados a la planeación, organización y levantamiento de diagnósticos energéticos.
- Cursos enfocados al análisis energético de sistemas intensivos en consumo de energía.
- Cursos orientados a la optimización energética de procesos.
- Cursos para el análisis y revisión de nuevas tecnologías y/o fuentes alternas de energía.
- Cursos sobre administración de la energía y optimización del factor de potencia.
- Cursos para la optimización y ahorro de energía en motores eléctricos y en general para equipo electromotriz y de operación.
- Cursos a personal obrero.
- Cursos enfocados al análisis energético de áreas intensivas en consumo de energía.