

156



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

TESIS: "DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA PARA EL
AHORRO DE ENERGÍA EN LA MICROEMPRESA"

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA
QUÍMICA

PRESENTA

Talia Xanet Ortega Trejo.

MÉXICO, D.F.



289704

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).


El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

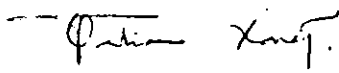
Presidente	Prof. José Luis Padilla de Alba.
Vocal	Prof. Ramón Arnaud Huerta.
Secretario	Prof. Fernando de Jesús Rodríguez Rivera.
1er. Suplente	Prof. Graciela Guadalupe Díaz Argomedo.
2º. Suplente	Prof. José Alfredo Tenorio López.

Fundación Roberto Medellín S.C.

ASESOR: Prof. José Luis Padilla de Alba.



SUSTENTANTE: Talia Xanet Ortega Trejo.



A MI ABUELITA...

INDICE

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....1

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO A NIVEL EMPRESA.....3

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROGRAMA.....14

CAPÍTULO IV

MECANISMOS SIMPLES PARA QUE LOS EQUIPOS PUEDAN OPERAR
CON MEJOR EFICIENCIA.....27

CONCLUSIONES.....52

BIBLIOGRAFÍA.....54

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El propósito del presente trabajo, es la formulación de una estrategia para el ahorro de energía en empresas pequeñas; dicha estrategia se encuentra basada en mi experiencia durante la realización de mi servicio social en la Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía (CONAE).

Esta estrategia será elaborada de manera que permita orientar a los directivos de las microempresas para reducir los costos ocasionados por el uso de energía en sus instalaciones.

También será una guía para el desarrollo de programas que permitan un uso eficiente y racional de la energía, reflejándose en la reducción de los costos de producción y en la competitividad de la empresa; ya que asegurar la disponibilidad de energía al menor costo posible es un requisito de máxima importancia para el desarrollo de nuestro país y para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

A nivel nacional, en cuanto al impacto ambiental, es importante resaltar la trascendencia que el uso racional de la energía tiene en la reducción de la contaminación ambiental y en la preservación de nuestras reservas energéticas; ya que al quemar el combustible para generar energía, se contribuye a la contaminación del aire.

El desarrollo tecnológico ha propiciado que actualmente se requiera gran cantidad de energía, la cual se obtiene principalmente del petróleo. Dado que estos energéticos no son renovables, es prioritario hacerlos durar el mayor tiempo posible mediante su uso racional y eficiente; se debe tener un mejor aprovechamiento de los recursos de capital de que disponen el país en conjunto y los mismos usuarios de la energía. Y por otro lado, también se debe

promover el uso de alternativas energéticas limpias tales como la energía solar y la eólica, que bajo ciertas circunstancias climáticas, resultan ser una opción viable para la generación de energía.

En cuanto al impacto económico, los programas de racionalización de uso de energía, tienen ventaja sobre otras alternativas, debido a la rapidez en sus resultados.

Si cada una de las empresas hacen ahorro de energía, al ser implantadas las medidas, los beneficios se reflejan de inmediato y en su totalidad; y solo depende de decisiones internas en la misma empresa.

Se ha visto en la práctica, que las instituciones al desarrollar los programas de uso racional de energía, obtienen beneficios directos en la reducción del orden del 15 al 25% de los costos de su factura energética. También obtienen otros beneficios indirectos, por la mejor operación de sus instalaciones y por el mayor rendimiento de sus equipos, esto al inculcar a su personal una mayor conciencia para evitar dispendios y operar de forma más eficiente.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO A NIVEL EMPRESA

Perspectiva general de la empresa

Para hacer un diagnóstico de la situación de la empresa, será conveniente ver dónde y para qué se usa la energía.

Con este fin, se elabora un diagrama de flujo del proceso y sus insumos de energía, para identificar y analizar las condiciones que afectan sus consumos y costos, así como los aspectos que representan posibles áreas de oportunidad para su reducción, o bien posibles riesgos para la seguridad de los equipos, de las instalaciones o de las personas que se encuentren en su entorno, sea por los requerimientos del proceso, por las características de los equipos o por las condiciones y prácticas que habitual u ocasionalmente se den en su operación, si ya lo hay, se debe actualizar.

Historial de producción

Se debe recabar un historial de la producción de los últimos doce meses por lo menos, para establecer el promedio móvil de la producción promedio y los posibles picos y valles de volumen.

Suministro de energía

De igual manera que el historial de producción, es necesario llevar un historial de los consumos de energéticos, correlacionados con los volúmenes de producción.

Con esta acción podemos conocer el costo real de energéticos para los consumos realizados por la planta.

Para el análisis de las posibles áreas de oportunidad relativas a la reducción de los consumos de energía en la institución, se necesita una descripción de la

infraestructura disponible para cada tipo de energético (electricidad y combustibles), la cual se da mediante una representación gráfica, complementada por listados en los que se cuantifican y relacionan las principales especificaciones de los elementos que la conforman.

Por otra parte y también en medida de lo posible, debe contarse con los manuales de operación y mantenimiento de los equipos consumidores de la energía, o cuando menos con sus especificaciones técnicas respecto a su capacidad y condiciones de operación.

Uso de la energía

Impacto económico

Actual: Una vez conocidos los procesos en los que se aplica la energía en la institución y la estructura del sistema para su aprovechamiento, resta analizar los parámetros e índices históricos de sus consumos para correlacionarlos entre sí y con los bienes o satisfactores producidos, a fin de establecer algunas conclusiones.

Histórico: Para ello, la representación gráfica de los parámetros, índices y costos resulta generalmente ilustrativa, recomendándose incluir en el análisis histórico los siguientes valores mensuales para cada energético y fuente de suministro, teniendo en cuenta que tanto la electricidad como los combustibles pueden estar siendo suministrados en varios puntos o sistemas:

- Consumos y costos parciales y totales de los suministros.
- Parámetros-base de costos parciales (para electricidad KWh, KW, Kvarh para combustible Kg/l/Mcal/...)
- Costos unitarios (\$/KWh, \$/Mcal,...)
- Producción (Kg., piezas, beneficiarios atendidos,...)
- Costos específicos (Costo total de suministros/producción)

Conviene contar con los registros de otros costos derivados del suministro o de la utilización de la energía en la institución; entre ellos, los relevantes suelen ser los correspondientes a interrupciones o fallas en el suministro, que afectan principalmente al volumen, calidad y costo de la producción, así como a los costos de mantenimiento en equipos, pudiendo también unos y otros deberse a problemas por fallas o deficiencias en la operación y protección de los equipos e instalaciones.

Debe tenerse en cuenta el impacto ambiental que representa cualquier costo que pudiera ser evitado en el consumo de la energía ya que aún los que no parecen relacionados con su ahorro directo provocan incrementos en el consumo de combustibles para su generación como es el caso en los que se incurre por la utilización de la electricidad en períodos punta o los de un bajo factor de potencia.

Actualmente se cuenta con herramienta estadística como El Prontuario del Sector Energético que proporciona una serie actualizada de indicadores sobre

el panorama general de los recursos: producción, consumo, precios y comercio de los principales energéticos, así como de la posición de México en el contexto energético internacional.

Futuro: Desde la prehistoria el hombre se ha visto en la necesidad de descubrir y aprender a utilizar las diversas fuentes de energía para poder sobrevivir. Hoy en día el grado del avance tecnológico permite el aprovechamiento más eficiente de la energía aunado a una concientización global sobre los requerimientos que tendrán las futuras generaciones. (“Desarrollo Sustentable”).

Combustibles:

Cualquiera que sea el combustible utilizado, debe contarse también con un diagrama de su distribución, con las características descriptivas esenciales de cada uno de sus elementos, con sus capacidades, presiones y temperaturas nominales, la cantidad y especificaciones de las calderas, hornos, quemadores, motores u otros equipos instalados.

Es necesario contar complementariamente con diagramas de flujo de los fluidos intermedios que generalmente se utilizan para el aprovechamiento del calor obtenido (vapor, aire caliente, aire térmico,...) en los que también se indiquen las características de capacidad, presión y temperaturas nominales de operación para sus elementos constitutivos (intercambiadores de calor generalmente), junto con las de sus conducciones y canalizaciones (incluyendo sus aislamientos), las de sus elementos de protección y en su caso, con los diagramas de control para su automatización. En todos estos diagramas, toma gran importancia la representación de la recirculación de los fluidos una vez que su calor ha sido ya aprovechado, pudiéndose señalar sin embargo que, para los sistemas de vapor, en la práctica la información sobre los retornos de condensados resulta en muchos casos escasa o inexistente, por lo que suele ser necesaria una labor más o menos intensa para definir sus características y la ubicación de su trayectoria.

Electricidad:

La representación típica de un sistema eléctrico es el llamado "Diagrama Unifilar", con el que quedan indicados los principales elementos que constituyen la instalación: transformadores, plantas generadoras, unidades de servicio no interrumpible, capacitores y motores u otros tipos de cargas (luminarias, resistencias, contactos,...) con sus características de capacidades y tensiones (volts) nominales, así como los elementos para la protección de cada uno de ellos, indicándose también el número de "hilos" o conductores que componen cada interconexión, junto con sus calibres y tipo, y con las

características de los elementos que los contienen y canalizan (tubos conduit, charolas, etc.). En el caso de instalaciones para procesos automatizados, debe contarse también con sus diagramas y la representación gráfica de sus condiciones de control.

Estructura organizacional y la energía

Nivel gerencial: Conviene nombrar una máxima autoridad ya oficial en este momento a quien deba fungir como coordinador responsable del proyecto, con la capacidad y autoridad requerida para ello.

- Capacidad técnica especificada: Quien en consenso con los demás posibles participantes y con la aprobación de la institución, deberá recabar y procesar la documentación y la información requeridas para formular el programa-presupuesto para la elaboración del diagnóstico y en función de éste, definir posteriormente la intensidad de las acciones por emprender en relación al nivel de inversiones que se considere factible efectuar y que serán determinadas al finalizar el mismo, de conformidad con la evaluación de los beneficios y basada ya en las mediciones y los cálculos realizados; debiendo decidir también las actividades derivadas de la evaluación de los resultados obtenidos a fin de corregirlos o para aprovechar en futuras acciones las experiencias habidas, a fin de continuamente mejorar los resultados del programa, reduciendo al mínimo posible los costos específicos de la energía en la producción de los bienes o servicios ofrecidos por la institución.

- Capacidad en la toma de decisiones: Esta máxima autoridad debe asignar las responsabilidades, medir el progreso a partir de la meta, tomar el control de la acción si no es satisfactorio este progreso. Debe también asegurar que los objetivos se están llevando a cabo tanto de forma individual como en equipo. Debe tener capacidad de prevención; es decir contar con un plan de contingencia para cuando algo falle. Informar al equipo si se están logrando los objetivos o no.

Equipos y procedimientos en funcionamiento específico:

Equipos de medición y registro:

Es necesario contar con una relación de los equipos de medición y de cómputo disponibles para tomar registros continuos de consumos y de parámetros eléctricos en los principales alimentadores y puntos críticos del sistema, así como mediciones esporádicas en otros puntos de interés del mismo y en el o los sistemas de distribución de combustibles y de fluidos térmicos (vapor y condensados, aire caliente y aceite térmico); con respecto a las mediciones de flujos en general (de sistemas térmicos, de bombeo de refrigeración, etc.), deberá también levantarse un inventario de los equipos de medición con que se cuenta. En todas estas relaciones se requiere indicar la confiabilidad de los equipos y en su caso sus posibilidades de reparación si el mantenimiento de ellos fuera deficiente.

Metodología de análisis de oportunidades:

Para la identificación de las áreas de oportunidad mencionadas debe participar el personal de la institución, cuyas responsabilidades estén ligadas con el diseño, la operación y el mantenimiento de sus procesos, equipos e instalaciones y principalmente de quienes vayan a tener a su cargo la implantación de dichas medidas y el aseguramiento de sus resultados, debiendo involucrarse en este proceso de ingeniería, construcción, mantenimiento, operación y producción así como de recursos humanos, administración y finanzas; por lo anterior, la consulta de los apoyos ofrecidos por los consultores y proveedores puede resultar de gran utilidad.

Sistema de toma de decisiones:

Se debe contar con un sistema de toma de decisiones, en el que se incluya el benchmarking o parámetros de referencia a diferentes niveles. (A nivel instalación, de procesos y de equipos). Este sistema, debe ser una herramienta que con base en una planeación, permita decidir; debe contar con un plan maestro en el cual se deben unir las diferentes funciones de la empresa en un esfuerzo de coordinación que conecte los diferentes planes con

congruencia. Se pueden también, diseñar los escenarios y modelos, para representar, estudiar y entender el entorno.

Oferta de servicios disponibles:

Los responsables de los programas para la reducción de los costos energéticos en las instituciones pueden recurrir a los apoyos que ya bajo condiciones normales de mercado se encuentran disponibles, sean éstos los financiamientos de la banca comercial, o de inversionistas privados o de proveedores de equipos, o bien de la asistencia técnica especializada que estos últimos puedan proporcionar o principalmente a quienes ofrecen consultores y expertos en este campo, así como los apoyos más amplios de las llamadas "Empresas integradoras de servicios energéticos" (ESEIs) las cuales ofrecen una serie de servicios que permiten integrar las acciones requeridas durante todo el desarrollo de los programas en sus tres etapas (diagnóstico, implantación de medidas y aseguramiento de la persistencia de sus resultados), al tiempo que integran horizontalmente la implantación de diversos tipos de medidas, a fin de que los programas se desarrollen de manera completa y coordinada, agotando dentro de un lapso razonable, el potencial de ahorro total de cada una de las instalaciones o sistemas de la institución y contribuyendo así al óptimo rendimiento de las inversiones realizadas, al considerar además las interrelaciones que normalmente se presentan entre diferentes tipos de medidas.

Por otra parte, se encuentra El Programa de Gran Alcance de Mediana y Pequeña empresa de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), que es un conjunto de protocolos y componentes técnicos, cuyo objetivo es proporcionar a los usuarios de energía los elementos necesarios para la identificación de los potenciales de ahorro de energía y aprovechamiento de energías renovables, así como para la realización de las acciones necesarias para su aprovechamiento.

Para la realización de Proyectos de Ahorro de Energía dentro de este Programa, los Empresarios cuentan con el apoyo de la CONAE al través de la red nacional de Unidades para la Eficiencia Energética (U3Es) y Puertos de

Atención, con quienes deberán acudir a registrarse.

En este Programa de Ahorro de Energía se ofrecen los siguientes Módulos Tecnológicos:

*Iluminación en Inmuebles: Que es aplicable a sistemas de iluminación en interiores. A partir de datos de facturación, medición eléctrica horaria y censo de equipo instalado, se realiza un estudio energético sobre el sistema de iluminación del inmueble, el cual proporcionará las alternativas de ahorro y una estimación de la inversión requerida por la implantación de las medidas sugeridas.

*Control de la Demanda: Este módulo sirve para proporcionar al usuario los fundamentos teóricos y un programa electrónico ("software") que permiten determinar y evaluar el potencial de ahorro económico al aplicar un sistema de control de la demanda eléctrica.

*Generación y Distribución de Vapor : Es un módulo aplicable a Generadores de vapor, Aislamiento, Trampas para vapor y Fugas de vapor. A partir de datos operacionales y de diseño se realiza la evaluación para determinar la eficiencia de operación actual del generador de vapor, obteniéndose: Potencial de ahorro en combustible (Gas natural, Diesel, Gasóleo o Combustóleo) y agua de alimentación; recomendaciones operacionales y de inversión, propuestas para establecer un programa de mantenimiento en aislamiento, trampas de vapor y eliminación de fugas, reporte ejecutivo de evaluación y estimación de los potenciales beneficios ambientales.

*Torres de Enfriamiento: En este módulo se evalúa o determina los potenciales de ahorro en el consumo de energía eléctrica y agua en Torres de Enfriamiento.

*Calentadores a Fuego Directo: A partir de datos operacionales y consumo de energéticos se determina el potencial de ahorro de energía del equipo (Gas o combustible líquido), cubriendo desde una simple evaluación hasta un diagnóstico completo. Se emiten recomendaciones operacionales, de inversión y de modernización.

*Cogeneración: A partir de la información técnica recopilada de la demanda y consumo eléctrico y térmico, se lleva a cabo un análisis previo que determina las alternativas para la instalación de un sistema de cogeneración, satisfaciendo el 100% de la demanda térmica o eléctrica. Dicho análisis establece el ahorro económico y el monto estimado de la inversión.

Para el registro en este programa se siguen los siguientes pasos:

Paso 1. El registro de una Empresa Mediana o Pequeña a este Programa de Ahorro de Energía podrá ser realizado solamente por personal autorizado por la Conae, por lo que los interesados en participar deberán ponerse en contacto con alguna de las Unidades para la Eficiencia Energética o Puertos de Atención que la Conae tiene en diversas ciudades de la República, o de manera directa en la Dirección de Seguimiento y Soporte a las U3E, con el Funcionario Responsable del Programa en las oficinas centrales de la Conae.

Paso 2. Una vez registrada una Empresa en este Programa, se podrá realizar un proyecto de ahorro de energía trabajando en diversas instalaciones y sistemas, que serán determinados de acuerdo con las características particulares de cada sitio; para ello se podrán utilizar un conjunto de Módulos Tecnológicos desarrollados por la Conae para tal fin. El registro a cada Módulo Tecnológico es muy simple, requiriéndose información de carácter general; para realizarlo se deberá seleccionar en el formato de la Tecnología a considerar, indicándose la Clave y la Contraseña obtenidos al registrar la Empresa.

La dirección en Internet es la siguiente: <http://www.conae.org.mx>

La realización de un Programa de Ahorro de Energía en un Estado o Municipio contempla la aplicación de medidas de eficiencia energética en diversas tecnologías, siendo cada una de ellas cubierta por un Módulo Tecnológico en particular; la elección de los Módulos a aplicar dependerá de las características propias de sus instalaciones.

En cuanto a la calificación de los servicios de apoyo ofrecidos bajo cualquiera de las modalidades, se recomienda por una parte, invitar a concursar exclusivamente a quien demuestre contar con los medios y la experiencia necesaria para llevar a buen fin el proyecto en su totalidad según sea su complejidad, pero fijando también los términos a las evaluaciones realizadas en cada una de las etapas para los ahorros y los plazos de recuperación de las inversiones requeridas, ya que de esta forma y mediando las garantías correspondientes de ambas partes, se establece una base comparativa más objetiva y sana entre los distintos oferentes, favoreciendo a quien haga valer sus conocimientos, experiencia y dedicación en el logro de los resultados más atractivos para la institución, eliminando así la selección en función del mínimo precio ofrecido, criterio que suele resultar muy costoso por los ahorros dejados de considerar y por las inversiones no optimizadas.

- Se deben de evaluar las posibilidades de adopción de diversas tecnologías y medidas referentes entre otras a:
 - ❖ Corrección de factor de potencia
 - ❖ Control de la demanda eléctrica
 - ❖ Aire Acondicionado
 - ❖ Iluminación en área de oficinas y el área Industrial
 - ❖ Torres de enfriamiento
 - ❖ Generación y distribución de vapor
 - ❖ Calentadores a fuego directo
 - ❖ Autotransporte
 - ❖ Cogeneración
 - ❖ Fuentes alternas de energía: biomasa, minihidráulica, eólica, solar, etc.

- También se debe considerar la normatividad aplicable; la ambiental y la energética.
- Al considerar los aspectos legales, se toma en cuenta el marco regulatorio en electricidad y gas natural.
- Se deben revisar los contratos de suministro de electricidad, gas y de ahorro de energía.

El diagnóstico de la empresa lo podemos resumir haciendo las siguientes preguntas:

- 1) ¿Qué equipos de la planta consumen energía?
- 2) ¿Qué tan eficiente es el uso de energía en su planta?
- 3) ¿Se puede mejorar la eficiencia en el consumo de energía?, en caso positivo; ¿cómo se pueden implementar estas mejoras?
- 4) ¿Qué ahorros de energía se obtendrían?
- 5) ¿Quién puede dar asesoría o implementar las mejoras necesarias?
- 6) ¿Cuánto costarían?

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROGRAMA

PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO

Son aquellos aspectos que deben normar el desarrollo del programa para que sea compatible con los objetivos, filosofías y recursos de la institución, quedando generalmente abarcados por los conceptos contenidos en los siguientes puntos:

- Determinación de los objetivos del programa en función de los de la institución y de los enfoques generales y particulares que deban considerarse.
- Definición de parámetros y condiciones que determinarán la extensión o alcances del programa y su intensidad.
- Balance de recursos humanos, materiales y económicos proporcionados por la institución, contra los que serán obtenidos fuera de ella.
- Filosofía: Compromiso, comunicación, flexibilidad y sencillez.
- Alcance
- Objetivos estratégicos
- Metas
- Índices

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

- Definición de áreas y personal involucrados:

Una vez identificadas las áreas de oportunidad de posible interés, podría pasarse a implantar las medidas correspondientes, es necesario considerar que deben tenerse en cuenta primero los aspectos organizacionales de la institución y su disponibilidad actual y potencial de recursos junto con la posibilidad de obtener apoyos externos.

Es por lo tanto necesario contar con un organigrama de la institución marcando las áreas y personas que están involucradas en el programa y relacionándolas con sus funciones y la capacidad conferida en las decisiones del proceso.

PROCEDIMIENTOS Y MANUALES:

De levantamiento de datos

De medición de registros

De análisis de alternativas

De toma de decisiones

De evaluación del programa

De evaluación del personal

PRESUPUESTO

En cuanto al presupuesto de implantación del programa, primero se debe sintetizar y organizar toda la información, tanto en sus aspectos cualitativos como cuantitativos en

forma de un programa-presupuesto que contemple principalmente la asignación en el tiempo de los recursos por utilizar, traduciéndolos a costos y metas por alcanzar.

Claridad en la asignación de recursos y en el cumplimiento de los alcances bajo la responsabilidad de cada área de la institución.

Definición de prioridades y condiciones que afectan dicha asignación de recursos o el cumplimiento de los alcances establecidos.

Mecanismos de revisión y ajuste de los recursos asignados al presupuesto y de los alcances cumplidos o por cumplir de los participantes, en cuanto al avance del programa.

NORMATIVIDAD INTERNA

Se debe tener una normatividad interna para que todo funcione correctamente, esta debe estar basada en los objetivos del programa y coordinada por el responsable del mismo.

IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA

Programación de actividades:

En esta parte, se formaliza la asignación de los recursos humanos y materiales de la institución que serán destinados al mismo, la cual se inicia con la determinación de su posible disponibilidad y se define después de considerar diferentes alternativas de su combinación con los recursos complementarios que podrían obtenerse de otras instituciones, entidades, e ingresos a personas.

Asignación de responsables:

En cada departamento de la empresa, la asignación de responsabilidades se inicia con el acuerdo formal con cada uno de los responsables, para finalmente integrar como parte de cada departamento el sistema de ahorro de energía, para lograr reducciones en los costos e inversiones ocasionados, por el mal uso en la aplicación u obtención de la energía.

Asignación de recursos:

Una vez definido el balance de los recursos propios y externos necesarios para el desarrollo del programa de racionalización energética en función de los planteamientos estratégicos del programa, sus correspondientes grados de integración horizontal y vertical y la optimización del balance de recursos propios y externos por utilizar para la realización de un diagnóstico energético, procede formalizar también la consecución de éstos últimos, bajo sus diferentes modalidades.

OPERACIÓN DEL PROGRAMA

1) Lo primero es capacitar al personal, infundir en ellos las ideas de ahorro de energía y desarrollo sustentable.

2) Recopilación de información:

De la instalación: Con el fin de contar con un acceso fácil a la información que se utilizará para la evaluación de los beneficios potenciales de las medidas que se evalúen, se realiza lo siguiente:

2.1) Se selecciona la información relevante, se ordena y organiza en una base de datos, que podrá contener, según cada caso, las siguientes secciones:

- Directorio de personas involucradas en el diagnóstico.
- Diagrama y planos de proceso, de distribución de equipo, eléctrico, de los sistemas térmicos, etc.
- Relación de los equipos y sus parámetros de operación.
- Gráficas de evaluación histórica mensual de producción, consumos energéticos, parámetros y factores que los relacionan.
- Perfiles de carga y de parámetros de consumo.
- Balances de materia y energía.
- Consumos específicos globales, por sección y/o por equipo.

- Equipos y programas (software) disponible para las evaluaciones.

- Listado de medidas de interés para reducción de costos y racionalización de inversiones por:
 - Ahorro de energía (abatimiento de pérdidas, equipos o sistemas más eficientes, etc.)

 - Administración de la demanda de electricidad, vapor, etc.

 - Costos de mantenimiento y de seguridad del suministro (faltas de equipo, suministro deficiente, etc.)

2.2) Se toman en cuenta los volúmenes y condiciones de distribución y consumo de la electricidad y del combustible en los equipos que los utilizan, para conocer los costos que están relacionados con el consumo de energía.

2.3) Se realizan registros continuos o mediciones puntuales bajo diferentes regímenes de carga, de preferencia directamente sobre los equipos consumidores a los que pudieran aplicarse las medidas en estudio, siendo generalmente medidos, calculados o en su defecto estimados los parámetros de medición, para establecer la base de referencia con respecto a los consumos actuales de energía.

La energía manejada en los sistemas secundarios para la producción de bienes y servicios y/o la energía neta requerida por el producto en cada una de las áreas o secciones de la institución y en su totalidad.

Los productos típicos de las mediciones y estimaciones anteriores para el texto antes mencionado, son:

- ⊞ Cuadros de cargas con volúmenes y condiciones de consumo de energía.
- ⊞ Perfiles de carga y de parámetros (eléctrico) en puntos de mayor interés del sistema.
- ⊞ Relación de consideraciones de interés para obtener posibles ahorros por consumo-reducción de pérdidas o administración de energía y para mejorar condiciones de seguridad en las instalaciones.
- ⊞ Balances de energía en forma de cuadros o gráficas de distribución de consumos y demandas (incluyendo pérdidas) de los diferentes tipos de equipos o secciones que integran los consumos totales de la institución, cotejándolos contra los datos de facturación de los suministros de electricidad y combustible.

2.4) Para los equipos es necesario medir o de alguna manera poder evaluar los valores de los siguientes parámetros:

2.4.1) Sistemas y equipos eléctricos:

- Potencia eléctrica demandada [KW]
- Consumo de electricidad [KW/h]
- Tensión de operación [Volts]
- Corriente consumida [Amperes]
- Potencia aparente [KVA]
- Factor de potencia [KVA/KW]
- Factor de carga⁽¹⁾
- Tiempo efectivo y tiempo ocioso de operación⁽²⁾
- Tensiones armónicas [Volts] ⁽³⁾
- Corrientes armónicas [Amperes] ⁽³⁾
- Distorsión armónica total (%DAT) ⁽⁴⁾
- Resistencias de devanados y de aislamientos [Ohms] ⁽⁵⁾
- Velocidad angular [RPM] ⁽⁶⁾

Notas:

(1) Se obtiene integrando los valores de la potencia eléctrica demandada durante los períodos de tiempo en que se presentan.

(2) Se entiende como tiempo ocioso, el tiempo que opera el equipo sin ser necesario.

- (3) Se presentan normalmente el haber equipos rectificadores de corriente u hornos eléctricos en la propia instalación o en instalaciones vecinas; afectan principalmente a controles electrónicos, equipos de cómputo y capacitores.
- (4) Representa una comparación porcentual entre corrientes o tensión causados por las corrientes o tensiones armónicas contra la corriente o tensión normal; para las corrientes pueden ser valores engañosos si se toman con cargas bajas, ya que resultan porcentajes muy elevados para valores absolutos generalmente bajos y poco relevantes.
- (5) Puede incluir resistencias a masa y tierra, principalmente por razones de seguridad.
- (6) Su comparación con el valor nominal permite identificar problemas de eficiencia de motores y de equipos (bombas, ventiladores, etc.)

2.4.2) Equipos consumidores de combustible:

- Consumo de combustible ⁽¹⁾
- Tiempo efectivo y tiempo ocioso de operación. [h/sem] ⁽²⁾
- Presión de suministro y de utilización. ⁽³⁾
- Temperaturas del combustible y de su combustión. ⁽⁴⁾
- Temperatura y composición de gases de combustión. ⁽⁵⁾
- Flujo, temperatura y presión del fluido térmico generado y recirculado. ⁽⁶⁾
- Temperaturas del envolvente del equipo. ⁽⁷⁾
- Flujo, temperatura, tiempo y periodicidad o condiciones de operación de purgas de calderas. ⁽⁸⁾

Notas:

- (1) Generalmente se cuenta sólo con la información sobre los volúmenes de combustible y sus fechas de suministro (de lectura para el gas natural suministrado por PEMEX, en cuyo caso no se tiene acceso al medidor), conviene contar con medios de lectura electrónica o por lo menos visual para registrar consumos en lapsos más cortos (día, hora o minutos).
- (2) Se entiende como tiempo ocioso, el tiempo en que opera el equipo sin transferir calor al proceso que lo requiere.
- (3) Es un dato de cierta utilidad para verificar las condiciones de combustión.
- (4) La temperatura del combustible es un dato de interés para combustibles pesados; para la de combustión generalmente no se cuenta con los medios para determinarla y se recurre generalmente a analizar la forma y color de la flama.

- (5) Se analizan generalmente los contenidos de O₂ y de CO₂ con los que se determina la eficiencia de la combustión.
- (6) Aún cuando son datos de interés primordial para evaluar la eficiencia de operación del equipo, dado que generalmente no se cuenta con medios confiables ni con equipos de fácil instalación para la determinación del flujo; se recurre a estimaciones que son generalmente confiables si las realiza una persona con la suficiente experiencia.
- (7) Son de interés para localizar y evaluar faltas de aislamiento térmico.
- (8) Normalmente son estimados descargando las purgas en algún recipiente cerrado.

2.5) Se debe realizar la evaluación técnica y la económica, quedando la ficha técnica normalmente como sigue:

2.5.1) Identificación de la medida:

- N° o clave para su identificación.
- Descripción de la medida propuesta.
- Área o sección de la institución donde se aplica.
- Equipo o sistema al que afecta.

2.5.2) Descripción y justificación:

- Antecedentes y razones para su consideración.
- Fundamentación técnica
- Otras posibles razones de la institución.

2.5.3) Base de datos:

- Se toman de la base de datos del diagnóstico, aquellos que se usan en la evaluación.

2.5.4) Cálculos: (Por ejemplo los siguientes)

- Reducción de potencias
- Tiempos de operación con potencias reducidas
- Ahorro de energía
- Valor de la energía ahorrada
- Otros posibles beneficios
- Beneficio total anualizado.

2.5.5) Inversión requerida:

- Según la información disponible; por cotización de proveedores confiables; incluye costos de equipos, materiales, accesorios, fletes y seguros Además gastos de viaje y mano de obra para instalación, ingeniería, supervisión, puesta en servicio y verificación de resultados.

2.5.6) Evaluación:

- Tiempo simple de recuperación: $TSR = \text{Inversión requerida} / \text{beneficios}$ (u otro parámetro que se especifique; TIR ó VPN)

2.5.7) Observaciones y recomendaciones. (Según el caso)

2.5.8) Anexos (y fuente): Fórmulas; cuadros; nomogramas, gráficas, software, etc., que sirvan de referencia a la justificación de la medida, a sus cálculos, etc.

- El diagnóstico se considera un documento preliminar para la posible aplicación de medidas, por lo que ninguna de las dos partes de las fichas técnicas (ni la evaluación de la rentabilidad) se hacen de una manera exhaustiva, dado que contra el incremento del costo que esto significa, se tiene la probabilidad de que la implantación de la medida sea decidida meses después de realizado el diagnóstico y para entonces pueden haber cambiado las condiciones de operación, los precios de la energía o de los equipos requeridos, por lo que será para entonces cuando se afinen los cálculos y se negocie con el o los proveedores el precio y las condiciones más favorables.
- Con objeto de facilitar la toma de decisiones para proceder con la etapa de implantación de las medidas analizadas cuya evaluación resultó atractiva se formula un "Reporte Ejecutivo" cuyo borrador es previamente discutido por el coordinador del diagnóstico y sus principales colaboradores como el responsable de ingeniería, mantenimiento y operación de las áreas abarcadas por dichas medidas, así como por el responsable de finanzas de la institución.

Reporte ejecutivo:

Descripción de las medidas seleccionadas y de los beneficios por obtener.

Relación sintetizada de recomendaciones adicionales propuestas,

Perfiles, mediciones, gráficas o diagramas seleccionados que respalden las medidas propuestas.

Cuadro-resumen de medidas con sus beneficios económicos, inversiones requeridas y consideraciones relevantes.

Programa-presupuesto para la implantación de las medidas y/o flujo de caja resultante de las inversiones a realizar y de los beneficios por obtener.

Documentación de respaldo:

Mediciones, estimaciones y verificaciones realizadas.

Base de datos para el diagnóstico.

Fichas técnicas y recomendaciones formuladas.

Anexos utilizados para la estimación de beneficios (fórmulas, cuadros, gráficas, nomogramas, software, bibliografía, etc.)

Documentos-fuente para estimación de inversiones (cotizaciones, estimaciones de proveedores, casos previos, etc.)

Implantación de medidas.

CAPÍTULO IV

MECANISMOS SIMPLES PARA QUE LOS EQUIPOS PUEDAN OPERAR CON MEJOR EFICIENCIA.

Hay muchos procedimientos de bajo costo que pueden aplicarse para incrementar la eficiencia de la planta, como mantenimiento preventivo, el uso de sistemas de control de temperatura para la selección de la relación aire, combustible, aplicación correcta del aislamiento, etc. Otro ejemplo más específico es en los hornos; en éstos, generalmente es posible cambiar la programación de los ciclos para elevar su factor de carga; también se puede controlar la presión del horno para reducir el flujo de aire hacia su interior.

Otro aspecto importante del manejo óptimo de la energía es el evitar la pérdida de energía en una planta, la más frecuente es la de la energía calorífica, ya sea en forma de gases descargados a la atmósfera o de efluentes líquidos calientes. Hay muchas formas de aprovechar este calor, utilizándolo mediante simples regeneradores y recuperadores o incluso, en bombas de calor que pueden llegar a ser de varios megawatts, impulsadas por turbinas de gas.

Aire acondicionado

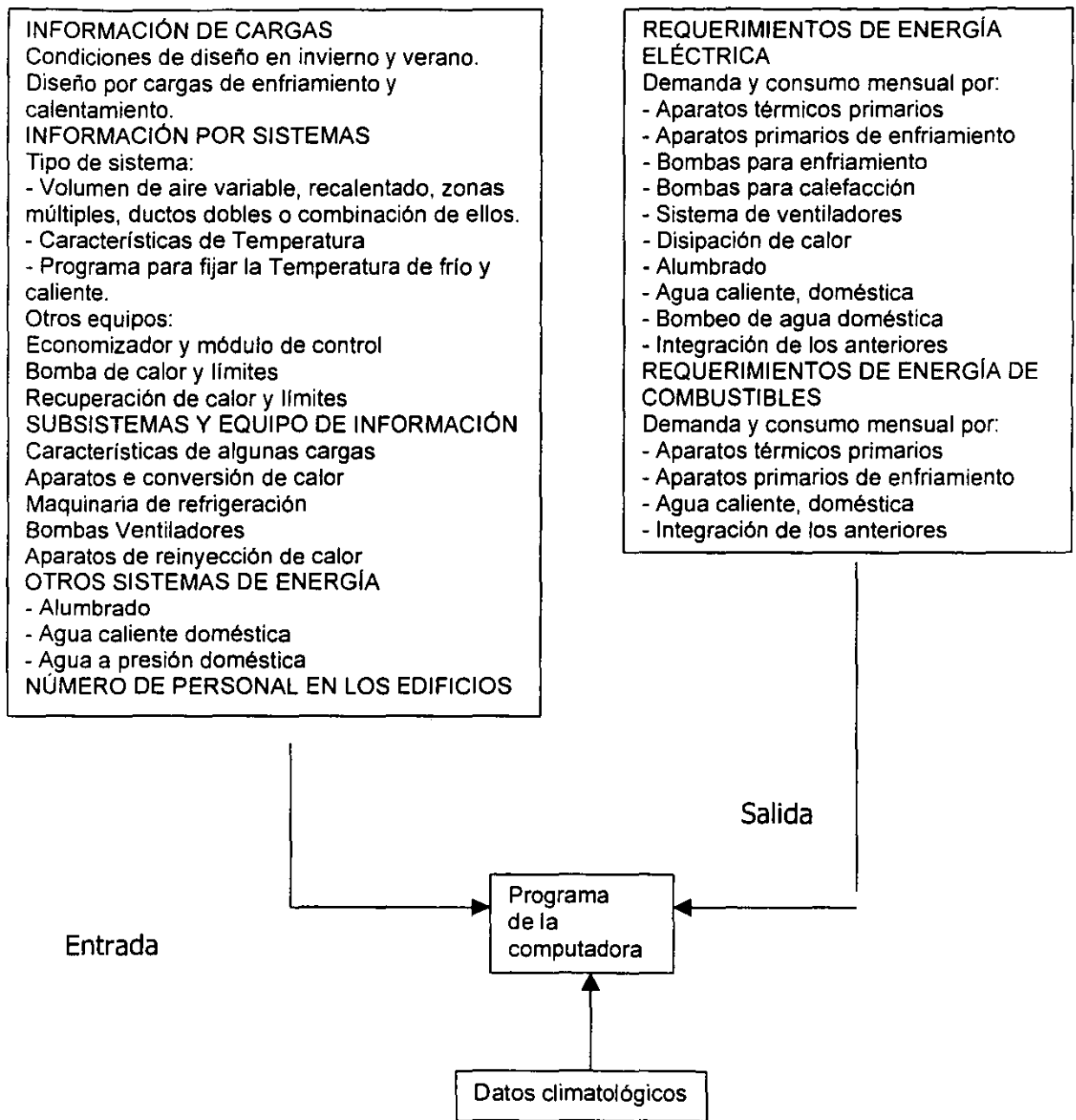
- ✓ Se debe tener cuidado en el diseño del edificio para minimizar los requerimientos de energía, aumentando la capacidad de almacenamiento térmico.

- ✓ Uso de pantallas de radiación solar. Es aconsejable la aplicación de capas de material en forma de película adhesiva sobre los vidrios de las ventanas.

- ✓ Conocer los requerimientos de los ocupantes del edificio en una hora determinada y cubriendo solo esas necesidades.
- ✓ Se debe demorar hasta el último momento posible para volver a arrancar este sistema.
- ✓ Usar controles ajustables, que se usan ampliamente para satisfacer las demandas de aire acondicionado y que reducen la carga durante la noche, y durante el fin de semana. Estos controles se incluyen en el sistema que desconecta el equipo durante la noche y el fin de semana. Estas unidades se pagan solas en unos cuantos meses y una de sus características principales es el arranque automático por la mañana, cuando el tiempo es particularmente frío.

Existe un programa disponible en, conocido como Axcass y forma parte de un servicio de administración y control de energía del Edison Electric Institute en Nueva York, AXCESS es un programa para análisis en computadora que permite al usuario determinar el uso más eficiente de la energía eléctrica de un edificio, comparando con los diferentes métodos disponibles para calentamiento, ventilación y acondicionamiento de aire que actualmente se usan, y puede proporcionar información sobre las instalaciones de recuperación de calor.

Los requerimientos mínimos y los datos que se obtienen de este programa de análisis de energía, se muestran en la sig. Figura:



El procedimiento para la aplicación de este programa de computación a un edificio existente es como sigue:

- 1) Estudiar los planos del edificio, verificar las condiciones actuales del mismo y recopilar los datos para el programa.
- 2) Efectuar una corrida del programa para calcular las cargas totales.
- 3) Usar los resultados del inciso anterior, en el programa de energía, junto con los datos mecánicos del sistema para obtener el consumo total de energía.
- 4) Comparar este resultado, con el registro del consumo real del edificio, tomando los recibos de pago.
- 5) Si hay diferencias entre el consumo real y el calculado, encontrar las razones (es decir, fugas en los difusores, o una mala calibración del equipo de control).
- 6) Una vez que se han explicado satisfactoriamente las diferencias, alimentar la computadora con las modificaciones al sistema de aire acondicionado y obtener el monto del capital que se invertirá y el costo de operación en cada una de las modificaciones que se realicen.
- 7) Prepara una línea de acción con base en el análisis económico e implementa las mejoras.

Calderas

Por su naturaleza, las calderas se utilizan conjuntamente con diversos equipos complementarios, como las trampas de vapor y otros; todos los cuales pueden reducir el consumo energético con adecuado mantenimiento preventivo, un buen aislamiento y otras medidas de bajo costo que evitan el desperdicio de la energía.

- ✓ Si el sistema que integra una caldera está produciendo vapor o agua caliente, se recomienda el aislamiento de las líneas principales.
- ✓ Reparar las fugas al ser detectadas.
- ✓ Comprobar regularmente el correcto funcionamiento de las trampas de vapor.
- ✓ El uso de tanques e almacenamiento para recibir agua caliente fuera de las horas de demanda máxima puede aumentar el ahorro de energía.
- ✓ Debe hacerse énfasis en el mantenimiento de la caldera.
- ✓ La limpieza de la carcasa y de los tubos es muy importante, y la eficiencia de combustión del quemador puede ser afectada por los depósitos que se forman y que reducen la velocidad de calentamiento.
- ✓ La humidificación del aire suministrado a la caldera puede ser un factor para evitar la formación de depósitos en el interior. Se recomienda usar de 12 a 20 Kg. de agua por cada 1000 Kg. de aire de combustión.

- ✓ Registrar regularmente la temperatura de los gases de la chimenea; si esta temperatura es muy alta, es que se está desperdiciando una cantidad excesiva de calor descargándose a la atmósfera. La recuperación del calor en los gases de combustión puede representar el 10% del consumo de combustible, aun cuando la temperatura de los gases sea relativamente baja.
- ✓ Siempre que sea posible, se debe regresar el condensado a la caldera como agua de alimentación, pero si no es práctico, se debe recuperar el calor del condensado antes de descargarlo al drenaje.
- ✓ El agua de alimentación a la caldera generalmente es de alta calidad, como su condensado y entre más alta sea la temperatura del agua de alimentación, menor será la cantidad de combustible requerido para producir vapor.
- ✓ Las purgas de las calderas también son una fuente de calor recuperable, y éste se debe recuperar en un cambiador especial donde se descargan las purgas. Esto es muy conveniente cuando la calidad del agua es tan baja, que se requiere purgar con frecuencia.
- ✓ El vapor producido al depresionar una línea de alta presión, o por el método de evaporación instantánea (flasheo), también puede considerarse como un candidato para aplicar las técnicas de recuperación.
- ✓ Si una caldera proporciona calor para procesos y para calefacción, es recomendable tener presente la posibilidad de que opere durante los meses de verano a media carga y por lo tanto a una eficiencia menor.
- ✓ Usar aisladores capaces de abrir o cerrar la línea de los gases de combustión automáticamente, cuando el quemador entre en operación o deja de funcionar.

Chimeneas

La función primordial de una chimenea es conducir los gases de combustión a un punto suficientemente alto para poder descargarlos a la atmósfera, y mantener a través del sistema, la velocidad de salida del gas, denominada tiro. Una chimenea puede operar con tiro natural o mecánico, este último puede ser forzado o inducido.

En los sistemas de tiro natural, que son más susceptibles de ser afectados por la contaminación, el interior y las condiciones de la parte superior de la chimenea son particularmente importantes. Si la parte superior de la chimenea está incrustada con depósitos de alquitrán u hollín, puede perder más del 50% de su área efectiva, afectando seriamente su habilidad para mantener un tiro suficiente.

- ✓ Realizar inspecciones regulares para conocer el estado de las chimeneas de la planta y efectuar la limpieza cuando sea necesario.
- ✓ Si es necesario, se puede incrementar el tiro, aumentando la altura de la chimenea para mejorar su funcionamiento.
- ✓ Otra forma de mejorar el funcionamiento de un tiro natural, es instalar un control barométrico de tiro. O bien, instalar en la parte superior de la chimenea inductores de tiro para aumentar su capacidad.
- ✓ El tiro mecánico es recomendable cuando se aumenta el tamaño de una instalación, y se requiere mayor producción en una planta determinada o cuando hay un equipo de recuperación de calor dentro de la chimenea, y se espera por algunos de los motivos anteriores habrá una mayor caída de presión.

- ✓ El sistema ideal es una combinación de tiro inducido y forzado, que se conoce con el nombre de tiro combinado. El ventilador que produce el tiro forzado, suministra aire primario para el proceso de combustión y aire secundario para quemar la materia volátil. La única función del tiro inducido es desalojar los productos de combustión de la planta.

Sistemas de combustión

Las técnicas para mejorar la eficiencia de la combustión, se pueden clasificar en tres categorías principales:

1) Mejoras en los sistemas existentes:

- ✓ Se debe poder detectar la necesidad de reemplazar un quemador por otro más moderno, o la instalación de un sistema de control que pueda modificar la relación aire-combustible, de acuerdo con los requerimientos de carga y las condiciones del ambiente.
- ✓ Se pueden obtener equipos de prueba para medir la eficiencia de la combustión, mediante el análisis de los gases de escape.
- ✓ Se pueden utilizar medidores de flujo para comprobar las condiciones óptimas existentes en los sistemas que utilizan aire a presión para mejorar la combustión.
- ✓ En algunos casos no se aprecia que la geometría de la flama y el diseño del quemador tienen un efecto significativo en la eficiencia global. La flama se debe dirigir al punto en donde sea más efectiva; existen en el mercado quemadores que consideran esta aplicación tan importante.

- ✓ Hay equipo de control de flujo completamente automático, ya sea hidráulico o electrónico, para grandes quemadores de gas. Estos sistemas registran simultáneamente la química de la combustión y permiten al operador ajustar su quemador a los pequeños cambios de temperatura y humedad ambiente.

2) Utilizar los nuevos quemadores disponibles:

- ✓ Usar el tipo de quemador adecuado para el proceso, a menudo la geometría de la flama es la característica que permite identificar estos quemadores.
- ✓ A medida que el aire entra al quemador, pasa por un orificio lateral que controla la entrada del aire de combustión e inicia una acción de giro, lo que hace que el quemador produzca una flama plana. Este quemador se usa en procesos que requieren una distribución uniforme de calor y que permiten que se coloque muy cerca de la carga, sin temor del choque directo de la flama contra la carga a calentar.
- ✓ Un quemador diseñado para calentar rápidamente el horno, da por resultado ahorros significativos de combustible; emplea el concepto de una recirculación muy rápida del medio calefactor dentro de la cámara del horno, la transferencia de calor hacia la carga es forzada por la convección en todas las etapas del ciclo. Se afirma que esto permite romper la capa de aire estático alrededor de la carga, lo cual inhibirá el calentamiento en medios menos vigorosos.
- ✓ Los quemadores que pueden producir grandes cantidades de gas caliente, emplean aire precalentado para la combustión. Si el calor producido por la combustión se recircula por la zona de combustión, se logra una vaporización rápida del combustible (ya sea combustible líquido atomizado o una mezcla de éste y gas), lo que ayuda a obtener una buena combustión.

- ✓ Aplicación de los quemadores sumergidos en un líquido ya que la combustión se efectúa donde se requiere el calor, y no es necesario un cambiador de calor, lo que reduce la inversión y el costo del mantenimiento.

3) Instalar sistemas de control automático

- ✓ El principal objetivo de un sistema de control es asegurar que se tenga la relación correcta aire-combustible en un quemador particular. Esto mantiene una eficiencia alta, ya que una mezcla de aire combustible significa que se tiene un exceso de aire, que arrastra demasiado calor en los gases que salen por la chimenea, o bien que la mezcla se puede volver muy rica, desperdiciando combustible no quemado que escapa con los gases de combustión. El sistema de control también contribuye a la seguridad de la planta, ya que una mezcla demasiado rica puede provocar una explosión, y un quemador al que se permite que opere fuera de sus límites de estabilidad, se apaga en un momento determinado y puede afectar la calidad del producto y el funcionamiento mismo del proceso.

Sistemas de aire comprimido

- ✓ Reparar todas las fugas tan pronto como sea posible y la presión del sistema debe ser la mínima aceptable para el servicio particular de que se trate. Se debe tener en mente que las aplicaciones pueden haber cambiado en el sistema desde la última vez que se efectuó una reparación, solo por esta razón, puede ser benéfico un cambio en la presión de servicio.
- ✓ Efectuar un análisis de las aplicaciones para ver si el sistema mantiene todas sus ventajas económicas sobre otros métodos.

- ✓ Generalmente los compresores operan aún cuando no exista una demanda de aire comprimido, por lo cual es prudente analizar si esto es realmente necesario, basándose en la carga real y en el programa de utilización.
- ✓ Los filtros y secadores son componentes integrales de la mayoría de los sistemas de aire comprimido; estos elementos filtrantes y secadores se deben revisar, limpiar y reponer regularmente, como parte integral de un programa de mantenimiento, ya que una caída de presión muy grande a través de un filtro sucio, consume mayor potencia en el compresor.

Torres de enfriamiento

- ✓ Ajustar el rango de enfriamiento (temperatura de agua caliente menos la fría) actual de la torre, llevándolo a la condición de diseño; como consecuencia del ajuste del rango, se puede realizar el paro de ventiladores para identificar las áreas de ahorro en la torre.
- ✓ Llevar un récord estadístico de las lecturas de bulbo húmedo, si es posible lecturas diarias, para poder determinar en que periodo de la operación en el día o época del año se pueden tener temperaturas de bulbo húmedo bajas a la de diseño, razón por la cual aumenta la capacidad de la torre de enfriar el agua sin requerir de mucho flujo de aire.
- ✓ Es importante tener en cuenta cuando una planta que recibe el servicio de la torre esta trabajando a una menor capacidad de procesamiento; un tren de cambiadores o la misma planta están fuera de operación, se puede llevar a cabo que una sección de la torre, es decir algunas celdas, dejen de operar y no solo efectuar el paro de ventiladores.
- ✓ Seleccionar el tipo de relleno más eficiente, que es aquel que proporcione mayor cantidad de agua fría o una menor temperatura del agua fría para un mismo volumen de agua.

- ✓ Reemplazar el empaque existente si se encuentra muy dañado.
- ✓ Checar que los eliminadores de rocío se encuentren en buenas condiciones para que no existan pérdidas excesivas de agua debido al arrastre.
- ✓ Realizar un mantenimiento preventivo para que las condiciones de operación se encuentren en un estado satisfactorio.

Secadores

El secado de sólidos normalmente está asociado a la eliminación de agua, pero en general, el proceso de secado es la separación de cualquier líquido de un sólido. La separación puede ser mecánica como el proceso de separación centrífugo o térmico, cuando se hace pasar aire caliente a través del medio que se va a secar.

- ✓ Las posibilidades para ahorrar energía, son mucho mayores en los procesos térmicos de secado.

El secado térmico puede ser directo o indirecto, intermitente o continuo, y solamente se puede considerar como exitoso cuando el contenido de humedad del material que sale del secador se ha reducido lo suficiente como para que este pueda pasar a otros procesos, o para que el producto pueda salir de la planta inmediatamente. En general, esto produce un sobresecado.

- ✓ Controlar el porcentaje de humedad. Con esto, se reduce el consumo de combustible, se mejora el control y se acelera la producción, la calidad y la uniformidad del producto. Se ha encontrado que al eliminar el sobresecado, en la mayoría de los casos se reduce el consumo de combustible por lo menos un 10%.

- ✓ En el secado de material a granel, es de particular interés el efecto que ejerce la atmósfera sobre el material agregado durante el almacenamiento previo al secado. Si el material está almacenado en forma de estiba en una atmósfera húmeda, se recomienda que se cubra o se acomode de manera que se lleve a cabo un secado natural. Se calcula que con una reducción del 1% de la humedad del material a granel, antes de entrar al secador, se puede ahorrar hasta un 10% de combustible en la demanda del mismo secador.
- ✓ Revisar la temperatura de la chimenea, pues una temperatura muy alta de los gases de descarga significa que se está desperdiciando calor.

Equipo Eléctrico

- ✓ El dimensionamiento adecuado del equipo eléctrico y en particular de los motores, puede ayudar a reducir los costos de operación, ya que un motor mayor de lo necesario obviamente es más costoso.
- ✓ Se debe considerar el uso de un equipo para estabilizar el voltaje, si se descubre que las fluctuaciones en la red son muy altas; ya que las variaciones en el voltaje, pueden ser un factor que contribuya a la reducción de la vida útil del equipo eléctrico, así como reducir el factor de potencia y aumentar la corriente de arranque.
- ✓ Todo el equipo eléctrico se debe desconectar cuando no se usa.

- ✓ En México, la estructura de las tarifas eléctricas es particularmente complicada, debido a los numerosos factores que se requieren para fijarla, estos factores incluyen la renta del medidor, el precio de la energía suministrada en horas fuera de la demanda máxima, el costo de la energía en horas restringidas, la tasa máxima de suministro y la demanda máxima anual. Es recomendable que la compañía revise las cuotas de la tarifa que está cargando por sus servicios, para procurar que sean lo más bajas posibles.

Hornos

Un horno consume grandes cantidades de energía, es uno de los mayores consumidores de energía dentro de la industria. Los sistemas de recuperación de calor para hornos son los que han recibido la mayor atención. Basta mencionar aquí que el calor de desecho se puede utilizar para muchos propósitos, incluyendo el precalentamiento de aire de combustión, precalentamiento del material que se trabajará en el horno, la producción de vapor y agua caliente, o el calentamiento de fluidos térmicos.

- ✓ Una medida que en general representa una menor inversión que la de la recuperación de calor, es un aislamiento adecuado de la unidad. Las pérdidas de calor dependen de la condición de las capas aislantes del horno, esta capa aislante y las puertas deben tener un mantenimiento adecuado para obtener un ahorro de energía. Se pueden usar refractarios de baja masa térmica, que consisten en fibras cerámicas fabricadas generalmente a base de alúmina o sílice.
- ✓ El trabajo de un horno se debe programar cuidadosamente para reducir las cargas y en consecuencia el consumo de energía en los periodos de recalentamiento, pero si el horno está parado por periodos considerables, la temperatura a que se mantiene debe ser lo más baja posible.

- ✓ El precalentamiento de los hornos al entrar en operación, se debe mantener únicamente durante el tiempo necesario.
- ✓ El que un horno opere la mayor parte del año, por debajo de su carga máxima de trabajo, es una indicación de que se deben reducir los conductores para los gases de combustión.
- ✓ Con respecto al mantenimiento de un horno, los depósitos en el sistema de calentamiento pueden disminuir la eficiencia y el control de oxidación es un auxiliar que puede eliminar esta condición.
- ✓ La vida útil del horno y en particular la del material refractario, se puede acortar si la temperatura se altera frecuentemente, por lo que es conveniente implementar un programa de mantenimiento que aligere esta situación, por medio de una reprogramación de las jornadas de trabajo.
- ✓ Se debe tomar en cuenta que las principales causas de un funcionamiento pobre son el pésimo mantenimiento de los quemadores, o su mala alineación.

Procesos generales de calentamiento

Existen numerosos aspectos comunes a la mayoría de las aplicaciones de procesos de calentamiento, que se listan a continuación:

- 1) Si el control térmico de un proceso se extiende al ambiente exterior, el proceso debe estar térmicamente separado del resto de la factoría.

- 2) Usar escudos reflectores para asegurar que el calor se retiene dentro del área de proceso.
- 3) Reemplazar todos los procesos de calentamiento intermitentes, si se justifica un proceso continuo por el volumen de la demanda. Así la productividad se incrementará y se consumirá menos energía para precalentar las unidades, a medida que la carga se introduce en el sistema.
- 4) Considerar la posibilidad de adaptar un control automático al proceso, si es que esto aumenta la eficiencia.
- 5) Siempre que sea posible utilizar un aislamiento adecuado. El material aislante debe ser a prueba de agua.
- 6) Los sistemas con opción para usar dos combustibles tienen la ventaja de aprovechar los precios y sus tarifas fluctuantes.
- 7) En algunos casos, el calor de las reacciones endotérmicas o exotérmicas, puede eliminar la necesidad de calor externo, y puede actuar como fuente de calor.
- 8) Asegurar que en todos los casos se utilice el combustible adecuado.
- 9) Si cambian los requerimientos del proceso, y si la carga de calentamiento no se requiere en algún punto particular, comprobar que todas las tuberías que ya no transportan vapor, aire o agua calientes al área de proceso estén debidamente cerradas. Es frecuente encontrarse con pérdidas de calor en líneas de servicio cuando no existe necesidad de calor y estas líneas tienden a olvidarse.

10) Los procesos continuos, tales como el tratamiento térmico o el secado, pueden involucrar pérdidas considerables de calor al entrar o salir de las cámaras de tratamiento. Para evitar esta pérdida, se puede utilizar cortinas de aire, las cuales mejoran la comodidad del operador e incrementan la longitud efectiva del horno.

Incineradores

Resulta muy común que se descuide la operación de un incinerador, debido al criterio de que, como va a quemar material de desperdicio, no se considera como parte integral de los elementos más productivos y esenciales de los procesos de producción.

- ✓ Todo material de desperdicio que se procese en un incinerador produce calor y deben aplicarse métodos de recuperación de calor en estos incineradores.

Las buenas prácticas de funcionamiento industrial que se deben seguir son:

- ✓ El precalentamiento del aire de combustión.
- ✓ La instalación de aislamiento térmico adecuado.
- ✓ La elección de un buen diseño del quemador que permita utilizar un combustible pobre en este servicio.
- ✓ Control de temperatura de combustión, para asegurar que la temperatura mínima de incineración no se exceda.
- ✓ Antes de incinerar un material, es conveniente considerar su utilización directa como combustible.

Todos estos factores pueden contribuir a la reducción del costo de operación.

Iluminación en oficinas y fábricas

- ✓ Existen publicaciones que ofrecen consejos para la selección del equipo de iluminación y su mantenimiento, con vistas a aumentar la efectividad de su costo, y que también tienen en mente la necesidad de utilizar eficientemente la energía.
- ✓ Las lámparas incandescentes y las que tienen su propia balastra como las lámparas de mercurio tienen eficacias relativamente bajas, pero las lámparas fluorescentes tienen un mejor comportamiento. Es por eso que se está tratando de transformar el mercado sustituyendo la iluminación incandescente por la iluminación fluorescente, como una opción para ahorrar energía.
- ✓ El uso de lámparas fluorescentes tipo T8 y balastos electrónicos o electromagnéticos de alta eficiencia, brindan diversos beneficios en comparación con equipos T8 Slimline, los cuales en la actualidad tienen una gran demanda; el beneficio en las lámparas fluorescentes tipo T8, es que tienen una eficacia arriba de los 80 lúmenes por Watt nominal de lámpara, contra un máximo de 69 lúmenes por Watt nominal en lámparas T12 tipo Slimline. Esto nos indica que tendremos más luz con menor consumo de energía. Otro beneficio es que su índice de rendimiento de color (IRC) es casi similar a la luz natural. Tienen una vida útil mayor y por su menor diámetro, ocupa menos espacio en su almacenamiento.
- ✓ Las ventajas de los balastos de alta eficiencia para lámparas T8 contra los equipos para las lámparas Slimline son los siguientes:
 - Cuentan con un alto factor de potencia, (mayor a 90).
 - La temperatura de operación es menor.
 - El ruido producido por estos equipos es menor a 30 decibeles.

- La vida útil es tres veces mayor.
- Son menos pesados y de menor tamaño.

- ✓ El mantenimiento es muy importante, si se desea mantener un estándar correcto en el nivel de iluminación. Una reducción en el nivel de iluminación por mantenimiento inadecuado, se puede contrarrestar instalando unidades adicionales de iluminación. Lo que constituye un verdadero derroche para compensar la baja iluminación debida al polvo acumulado en las lámparas que operan más allá de la vida útil recomendada por el fabricante.

- ✓ Los tubos fluorescentes son unidades con descarga a presión, y pueden continuar funcionando mucho más allá de su vida esperada, a diferencia de las lámparas de filamento incandescente a expensas de una reducción considerable en la descarga de iluminación. Por lo que se debe implantar un programa de reemplazo de estas unidades.

- ✓ Es recomendable también, la limpieza del soporte de la lámpara, así como la lámpara misma (en conjunto llamada luminaria). Mientras que en algunas lámparas pueden ser de autolimpieza debido a las corrientes de convección. Todos los reflectores tienen la tendencia de acumular polvo después de algún tiempo en operación. Tanto las paredes como las ventanas se deben mantener limpias, ya que pueden absorber luz útil.

- ✓ Es recomendable revisar cada 5 años los tipos de lámparas en el mercado para evaluar y seleccionar los nuevos tipos.

- ✓ Además de la selección y mantenimiento correcto de las luminarias, hay otros medios por los cuales se pueden ahorrar energía, los cuales se listan a continuación:

- 1) Se deben desconectar las luces cuando no se requieren. La mayoría de las luces interiores, en áreas cercanas a las ventanas, se pueden desconectar durante el día, esto se debe tomar en consideración cuando se diseñan los circuitos de iluminación para grandes oficinas con espacios abiertos.
- 2) Puede resultar benéfica la instalación de apagadores controlados por reloj.
- 3) Ubicar de una forma correcta las lámparas.
- 4) El uso de colores ligeros en paredes y techos puede reducir la carga de iluminación requerida.
- 5) Se pueden usar amortiguadores de luz para ajustar los niveles de iluminación conforme se requiera.
- 6) Los equipos de iluminación de deben seleccionar según la actividad a la que se destinen. Si esa actividad en particular se cambia a otra parte del edificio, se puede ahorrar dinero al cambiar el sistema de iluminación para que sea el adecuado a la nueva actividad.
- 7) El calor generado por la iluminación se suma a la carga del aire acondicionado. Sin embargo, este calor también puede utilizarse con ventaja durante el invierno para la calefacción.

Sistemas locales de agua caliente

Para ahorrar energía en sistemas de agua caliente instalados en una fábrica o en un edificio de oficinas, existen varias alteraciones que se pueden realizar fácilmente, como:

- ✓ Usar válvulas de cierre automático cuando se suelta su control, estas válvulas ahorran agua, tanto caliente como fría.
- ✓ Aislar los tanques de almacenamiento del agua caliente y los tramos de tubería que la conducen hasta las válvulas.
- ✓ Comprobar que la capacidad del sistema de agua caliente no sea mayor de la necesaria. Los requerimientos de agua caliente pueden haber cambiado desde que se instaló el sistema.
- ✓ Considerar la posibilidad de aprovechar el calor de desecho del sistema de calefacción o del agua de proceso, para precalentar el agua caliente para usos personales.
- ✓ Se pueden relocalizar los calentadores y los tanques de almacenamiento de agua caliente, en un punto más cercano a su lugar de uso.

Trampas de vapor

Una trampa de vapor es una válvula automática que se instala en una línea de vapor para eliminar el condensado y el aire. Las trampas de vapor pueden actuar de varias formas; las de operación termostática, responden a las diferencias de temperatura entre el vapor y el condensado que está más frío y las trampas termodinámicas reaccionan a cambios de fase. Las trampas mecánicas o de flotador actúan cuando la densidad del medido cambia, indicando la presencia de condensado o de aire.

- ✓ La confiabilidad de las trampas de vapor es esencial. El condensado en los calentadores reduce su efectividad al disminuir la superficie interna de intercambio de calor. El aire y otros gases no condensables tienen un efecto similar. Tanto el bióxido de carbono como el oxígeno en el vapor, pueden causar corrosión en la tubería, lo que conduce a una reducción en la vida útil del calentador.
- ✓ La falla de una trampa de vapor, puede dar lugar a serios problemas. Si una trampa de vapor falla en su posición de cerrado, impide el paso del vapor, lo que interrumpe el proceso del calentamiento. Esto se puede contrarrestar usando una derivación alrededor de la trampa, pero si la válvula de esta derivación se deja abierta durante largos periodos, la función de la trampa no se realiza, lo que disminuye gradualmente la eficiencia. A menos que se repare rápidamente, la disminución del funcionamiento conduce a un consumo excesivo de vapor y una baja en la eficiencia del proceso. Si la trampa de vapor falla en su posición de abierto resulta más difícil de detectar. Es por esto, que se debe implementar un programa de mantenimiento preventivo contra fugas de vapor en las trampas.

Tanques de almacenamiento y tinas

Si un material se almacena a una temperatura superior o inferior a la del ambiente, o si se calienta en un recipiente, se pueden tomar varias medidas para mejorar los rangos de transferencia de calor. Estas medidas son las siguientes:

- ✓ Los tanques de almacenamiento y las tinas se deben aislar y cubrir con una tapa.
- ✓ Si la tina produce una cantidad considerable de gases, resulta benéfico instalar equipos de recuperación de calor.
- ✓ El calentamiento en tinas, se puede realizar de manera más efectiva usando elementos de calentamiento por inmersión, en lugar de aplicar calor por debajo y en el exterior del recipiente. Aun cuando el aislamiento resulte inadecuado, se pueden emplear protecciones para los calentadores.
- ✓ Los elementos de calefacción por inmersión se deben revisar periódicamente para asegurarse que sus superficies estén limpias. Un tubo con muchas incrustaciones se puede quemar.
- ✓ En los sistemas de calefacción para recipientes de almacenamiento. Se deben incluir termostatos para asegurar que la temperatura no se eleve por encima de lo mínimo necesario.
- ✓ Si se dispone de un efluente caliente, puede circularse a través de un serpentín sumergido en el tanque de almacenamiento. Para proporcionar al menos algo de calor requerido.

Aditivos para combustibles

- ✓ Los aditivos para combustibles se pueden agregar al combustóleo utilizado en las calderas, hornos y otros equipos de proceso. Los fabricantes afirman que estos aditivos pueden solucionar bastantes problemas mejorando la eficiencia de la combustión, reduciendo los costos de mantenimiento y la contaminación. Un producto que se agrega al tanque de almacenamiento del combustóleo puede ofrecer los siguientes beneficios:
 - 1) Evita la formación de depósitos en el fondo del tanque y reduce al mínimo el coque en el quemador.
 - 2) Mejora la eficiencia de la combustión.
 - 3) Reduce el hollín y la corrosión producida por temperaturas altas y bajas.
 - 4) Controla la emisión de gases corrosivos y de humo excesivo.

- ✓ La corrosión que se presenta a temperaturas altas o bajas se origina normalmente por la presencia de pentóxido de vanadio y por ácido sulfúrico respectivamente y se puede reducir al utilizar los aditivos adecuados, que evitan la formación de estos compuestos o neutralizan su acción.

- ✓ El comportamiento del quemador se mejora con los aditivos, si se incluyen compuestos aminonitrogenados, se modifican las tensiones interfaciales de las moléculas del combustóleo, lográndose una atomización más eficiente, lo que mejora la combustión y reduce los costos de combustible.

- ✓ Se debe considerar a los aditivos de combustible como una buena inversión, procurando en primer lugar que el sistema de combustión esté perfectamente calibrado.

Auxiliares útiles para implementar la conservación de la energía

Hay varios instrumentos disponibles para ayudar al uso eficiente de energía; algunos de estos equipos se listan a continuación:

- 1) Cámaras infrarrojas y sistemas de barrido: Pueden usarse para localizar el exceso de fugas de calor en hornos y similares y permiten al usuario comprobar la efectividad de su aislante. Como la mayoría de estos equipos son sofisticados y caros, se recomienda al usuario averiguar si hay facilidades para alquilarlos, al menos que se tenga un programa de investigación y desarrollo que justifique la adquisición definitiva.
- 2) Equipo para análisis de gas: Se pueden obtener analizadores para examinar un solo gas o una gran variedad de diferentes gases. Estos se pueden utilizar para comprobar la eficiencia de la combustión, lo cual evita la contaminación y mantiene un mejor control sobre el consumo de combustible.
- 3) Medidores de flujo: La medición del flujo de aire, agua y otros gases o líquidos, ayuda a conservar y utilizar eficientemente la energía. Un medidor de flujo conectado a la línea principal del agua, puede indicar la presencia del desperdicio.
- 4) Equipo de control de temperatura: El control de temperatura por medio de un termostato, es muy útil en los sistemas de calefacción o en el proceso de producción y evita el consumo excesivo de energía. El equipo de control se relaciona directamente con las condiciones ambiente, si el edificio está ocupado o no, etc.

CONCLUSIONES

La razón del presente trabajo, es la de proporcionar a las empresas herramientas aprovechables para reducir los consumos y costos de energía.

Concluyendo; como primer paso, es necesario cuantificar el consumo de energía de cada equipo en una planta; como segundo paso, detectar los potenciales de ahorro y tercero, implementar el programa de ahorro de energía y dentro de este, se usarían las medidas descritas en el capítulo IV.

Como la estrategia está completamente desarrollada, el proceso debe resultar simple para su implementación.

En el capítulo II, que se trata del diagnóstico a nivel empresa, se necesita mucho la descripción de la infraestructura de la empresa (alguna representación gráfica o diagramas de electricidad y combustibles), pero sabemos que en la práctica suelen haberse extraviado o bien modificado de forma parcial o sustancial; por lo que su reposición o actualización es necesaria.

Actualmente hay muchas oportunidades para que la microempresa se beneficie de las técnicas para el uso eficiente de energía, solamente se necesita organización y un programa a seguir como lo vimos en el Capítulo III de este trabajo. Es necesario que este sistema funcione para identificar tales oportunidades.

El consumidor, ante el constante incremento de los costos de la energía, puede reducir sus gastos por medio del aislamiento, un buen mantenimiento, modificando el uso de los equipos, modificando la distribución de los equipos de la planta, o bien cambiar a combustibles más baratos, o comprando equipo nuevo si su financiamiento es aceptable. Vimos que un método alternativo para equilibrar su presupuesto es la reducción directa en el consumo de energía.

El uso eficiente de la energía es de vital importancia, ya que se prevé para el futuro un aumento constante en el costo de la energía primaria o básica. Además, la demanda de energéticos está aumentando rápidamente y continuará creciendo a un ritmo alarmante.

Pero aún cuando se regalara la energía, sería necesario elaborar un programa de conservación, con el fin de no agotar las actuales fuentes de energía con mayor velocidad que la que permite encontrar nuevos recursos energéticos o introducir nuevas técnicas. Sin embargo, la energía no es gratuita, y forma una parte importante de los costos de manufactura y distribución. Por lo que es indispensable establecer una política de conservación y uso eficiente de energía, no sólo para beneficio de la actual generación sino para todas las subsecuentes, mientras exista el hombre en este planeta.

BIBLIOGRAFÍA

KREIDER G. KENETH Y MCNEIL B. MICHAEL. "Guía para el aprovechamiento del calor de desperdicio". México 1982. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

WOLF STANLEY Y SMITH RICHARD. "Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio". 2ª edición. Prentice Hall.

TIMBIE H. WILLIAM. "Principles of Electrical Engineering". Fourth edition. Jhon Wiley and Sons Inc., New York.

CROFT TERREL. "Electricidad Práctica". 4ª edición. Compañía Continental S.A. México D.F.

Páginas en Internet:

Comisión Federal de Electricidad

<http://www.cfe.gob.mx/lapem/ahorro.html>

Luz y Fuerza del Centro

<http://www.lfc.gob.mx/programa>

Edison Electric Institute

<http://www.eei.org/esg/about/>

Calderas

<http://calderasvstems.com>

Quemadores

<http://www.eurocombustion.com/>

Torres de Enfriamiento

<http://www.geocities.com/ccol2/>

Hornos

<http://www.alferieff.com>

Trampas de vapor

http://www.conae.gob.mx/eventos/metodol9_1.html

Chimeneas

<http://www.jauvid.com/pomes/LLISTAT/llistat.HTM>

Sistemas de aire acondicionado

<http://www.sistemasambientales.com/>