



El ahorro de energía, un beneficio económico para tu empresa.

Programa de ahorro y eficiencia energética empresarial (PAEEEM)



Nacional Financiera, S.N.C. agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ se realizó bajo el marco del “Programa de Energía Sustentable en México” el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de NAFIN, SENER, FIDE, GIZ y/o BMZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Instituciones editoras: SENER / NAFIN/ FIDE / GIZ/
Curso: “El Ahorro de energía, un beneficio económico para tu empresa”.
México, D.F., Enero del 2012

Edición y Supervisión: Ana Delia Córdova Pérez, Ernesto Feilbogen, GIZ

Autores: Ing. Juan Rubén Zagal León, Ing. Javier Ortega Solís

Diseño: GIZ México

© Nacional Financiera, S.N.C. Av. Insurgentes Sur 1971,
Col. Guadalupe Inn,
CP 01020 México D.F
T 01 800 Nafinsa (623 4672)

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

Oficina de Representación de la GIZ en México
Torre Hemicor, Piso 11
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de / www.gtz.de/mexico

Tabla de Contenido

Introducción.....	9
1 Antecedentes del Sector Energético Mexicano y Cambio Climático Global.....	12
1.1 El Ahorro de Energía, un tema prioritario para México.	12
1.2 Importancia de la energía.....	14
1.2.1 Descripción de las diferentes fuentes de energía	15
1.3 Sector Eléctrico y Estadísticas de Consumo de Energía	18
1.3.1 Fuentes de energía utilizadas en México.....	18
1.3.2 Consumo de energía en los diferentes sectores productivos	19
1.3.2.1 El sector PyME	20
1.4 Fundamentos del Calentamiento Global y Cambio Climático, causas y efectos y el Protocolo de Kioto	23
1.4.1 Fundamentos del Calentamiento Global y Cambio Climático.....	23
1.4.2 Efecto Invernadero	23
1.4.3 Causas y Consecuencias (Efecto Invernadero)	24
1.4.4 Protocolo de Kyoto	26
1.5 Huella de carbono, acciones de prevención y modelo energético	27
1.5.1 Huella de carbono.....	27
1.5.2 Acciones de Prevención y Modelo Energético Sostenible.....	28
2 Evaluación de Medidas de Ahorro, Tecnologías de Alta Eficiencia y Cultura de la Gestión Energética	29
2.1 ¿Qué es un diagnóstico energético?, tipos de diagnósticos y etapas de su aplicación.	29
2.1.1 Clasificación de los Diagnósticos Energéticos	30
2.1.2 Metodología para el Desarrollo del Diagnóstico Energético.....	32
2.2 Identificación de Medidas de Ahorro Energético sin Inversión y con Inversión	43
2.3 Cartera de Proyectos y Recomendaciones	45
2.4 Aplicación de Acciones Correctivas.....	45
2.5 Programa de Seguimiento.....	45
2.5.1 Diseño y Establecimiento de Indicadores Energéticos.....	46
2.5.2 Contabilidad Energética.....	48
2.6 Gestión energética: cómo implementar un programa de gestión energética en una PyME	49
2.6.1 La Gestión Energética	49
2.6.2 Un enfoque simplificado: La metodología de los 5 pasos.....	51
2.6.3 Programa de Gestión Energética en las PyMEs	53

2.7	Evaluación de Medidas y Potenciales de Ahorro Energético por Tipo de Tecnología ..	54
2.7.1	Sistemas de Iluminación	54
2.7.1.1	Lámpara Incandescente	54
2.7.1.2	Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC).....	54
2.7.1.3	Lámparas Fluorescentes Lineal	55
2.7.1.4	Diodos Emisores de Luz (LED’s).....	56
2.7.2	Acondicionadores de Aire	57
2.7.3	Refrigerador Comercial.....	59
2.7.4	Motor Eléctrico Trifásico	61
2.7.5	Compresores de Aire	62
2.8	Criterios para la Selección de Equipos Eficientes e Implementación de Medidas de Ahorro Energético	63
3	“Casos Prácticos de Proyectos de Ahorro Energía en Empresas Mexicanas y Rentabilidad de Proyectos”	65
3.1	Ejemplos de aplicación de proyectos integrales de ahorro de energía realizados en PyMEs.....	65
3.1.1	Caso de Éxito Mini Súper “La manga”	65
3.1.2	Caso de Éxito “Restaurant Los Mestizos”	66
3.1.3	Caso de Éxito “Hotel Los Portales”	67
3.1.4	Caso de Éxito “Hotel Alhambra”.....	68
3.1.5	Caso de Éxito “Asesoría Ingeniería y Sistemas”	69
3.1.6	Caso de Éxito “Escuela de Capacitación”	70
3.1.7	Principales Insumos y Comercios, S.A. de C.V.....	71
3.1.8	Caso de Éxito “Box & Box Corrugados”	72
3.1.9	Caso de Éxito “Arrocera de Nayarit”	73
3.1.10	Caso de Éxito “Air Happy”	74
3.2	Análisis de Rentabilidad de Medidas de Ahorro Energía.	75
3.3	Impacto de los Proyectos en la Competitividad de las Empresas.	77
3.4	Aspectos de Calidad: Normatividad y Distintivos de Eficiencia Energética.	78
3.4.1	Normas Oficiales de Eficiencia Energética	78
3.4.2	Distintivo de Eficiencia Energética (Sello FIDE).....	80
3.5	Conclusiones.....	80
4	Descripción del Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial (PAEEEM)	81
	Bibliografía	83
	Anexos	85

Lista de Tablas

Tabla 1. Generación de energía eléctrica por tipo de central	19
Tabla 2. Clasificación de las PyMEs según la Secretaría de Economía.	20
Tabla 3. Número de PyMES en México, 2010	21
Tabla 4. Número de usuarios, ventas de energía por tarifa, 2009.....	21
Tabla 5: Determinación del tamaño de la empresa de acuerdo a la demanda eléctrica contratada.....	21
Tabla 6: Usuarios considerado PyMES, 2009.....	22
Tabla 7: Tarifa 2,3 Octubre 2011	35
Tabla 8: Tarifa OM; Octubre 2011	35
Tabla 9: Tarifa HM; Octubre 2011.....	36
Tabla 10: Ejemplo de Mediciones Eléctricas.....	40
Tabla 11: Índices energéticos de una empresa que procesa alimentos	46
Tabla 12: Ejemplo de Registro de información del Recibo de CFE	48
Tabla 13. Comparativo de foco por LFC a sustituir	54
Tabla 14. Comparativo de foco por LFC a sustituir.....	55
Tabla 16: Comparación de sistemas de iluminación.....	57
Tabla 17. Valores de REE de acondicionadores de aire tipo cuarto (NOMs y Sello FIDE), sin ciclo inverso y con ranuras laterales.	58
Tabla 18. Valores de REE de equipos tipo Minisplit y Multisplit de NOMs y Sello FIDE. (sin ciclo inverso y con ranuras laterales).....	58
Tabla 19. Valores de REEE acondicionadores de aire tipo central y dividido de NOMs y Sello FIDE.....	59
Tabla 20. Valores límites de consumo de energía por litro para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.....	60
Tabla 21. Resumen de valores de eficiencia promedio ponderado a plena carga para motores verticales y horizontales, en por ciento.....	61
Tabla 22. Ahorro consumo por reemplazo de compresores de aire antiguos.....	63
Tabla 23. Lista de normas oficiales mexicanas (NOM) vigentes en Eficiencia Energética	78

Lista de Figuras

Figura 1. Instrumentos para promover el uso eficiente de la energía.....	12
Figura 2. Objetivos de la Estrategia Nacional de Energía	13
Figura 3. Generación energía eléctrica por fuente de energía.....	18
Figura 4. Distribución de Centrales Eléctricas en México, 2004	18
Figura 5. Consumo de Energía por Sectores Productivos	19
Figura 6. Distribución del Consumo Eléctrico en las PyMEs.....	22
Figura 7. Elevación de temperatura y concentración de CO ₂	23
Figura 8. Efecto Invernadero.....	24
Figura 9. Efecto Invernadero: Deshielos	24
Figura 10. Efecto Invernadero: Cambios en el nivel del mar.....	25
Figura 11. Efecto Invernadero: Eventos extremos.....	26
Figura 12. Calculadora de emisiones de CO ₂	27
Figura 13. Comportamiento de la Demanda de Energía Eléctrica	34
Figura 14. Ejemplo de Recibo de la CFE	37
Figura 15. Porcentaje de facturación eléctrica	37
Figura 16. Perfil de carga en una semana.....	41
Figura 17. Consumo de energía Mensual kWh	42
Figura 18. Distribución Media de la carga eléctrica	42
Figura 19. Índices de intensidad energética en la industria nacional	48
Figura 20. La gestión energética como una combinación de medidas	50
Figura 21. Compartido de flujo luminoso de lámpara tipo T-12, T-8 y T-5	56
Figura 22. Financiamiento saldos insolutos.....	77

Listado de Abreviaturas

CFE	Comisión Federal de Electricidad
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COMEGEI	Comité Mexicano de Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero
CO ₂	Dióxido de Carbono
CFM	Metros cúbicos por minuto (Cubic foot per minute)
DOE	Departamento de Energía Estados Unidos
DEN 1	Diagnóstico Energético Primer Nivel
DEN 2	Diagnóstico Energético Segundo Nivel
DEN 3	Diagnóstico Energético Tercer Nivel
ENACC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Técnica Alemana)
GWh	Gigawatts hora
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hora
LED´s	Diodos Emisores de Luz
LFC	Lámpara Fluorescente Compacta
MWh	Megawatts hora
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
NAFIN	Nacional Financiera S. N.C.

NOM	Norma Oficial Mexicana
η_m	Eficiencia de operación del motor
PAESE	Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
PAEEEM	Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial
PECC	Programa Especial de Cambio Climático
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
REE	Relación de Eficiencia Energética
REEE	Relación de Eficiencia Energética Estacional
SEMARNAT	Secretaria de medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SIEM	Sistema de Información Empresarial Mexicano
Ton	Toneladas
TR	Toneladas de Refrigeración

Introducción

Antecedentes

La eficiencia energética y el ahorro de energía son temas prioritarios de la política interna de México, tan es así que en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, se estableció la sustentabilidad ambiental como uno de sus ejes rectores, en el cual resalta el uso eficiente de energía doméstica, industrial, agrícola y de transporte como objetivo fundamental.

Derivado de lo anterior, el 28 de noviembre del 2008 surge la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), la cual tiene como objetivo propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. La Ley brinda una definición muy precisa de lo que considera como eficiencia energética.¹ En esa misma fecha se da a conocer la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), la cual en su artículo 23 establece la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía que buscará promover la utilización, desarrollo e inversión en las energías renovables y la eficiencia energética.

En este marco y buscando la difusión e implementación de medidas de eficiencia energética en México, la Secretaría de Energía (SENER) lanzó el 24 de agosto del 2011 el “Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial” (PAEEEM), cuya finalidad es apoyar con financiamiento a las empresas mexicanas (Tarifa 2 de CFE, consideras como PyMEs), para la modernización de sus equipos eléctricos, y de esta manera propiciar el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

Este programa está dirigido básicamente a las PyMEs, dado que es un sector que representa un área de oportunidad para el ahorro de energía al agrupar al 99.8% del total de empresas en México, generar el 52% del Producto Interno Bruto y consumir aproximadamente el 17% del total de energía en el país. Cuenta además con un potencial de ahorro de energía entre el 10 y 15%, lo que implicaría una reducción estimada de 9.1 millones de toneladas de CO_{2e}.

Para lograr su objetivo principal, el PAEEEM cuenta con objetivos particulares, que básicamente buscan:

- a) Proporcionar a las empresas un crédito preferencial, basado en el modelo de financiamiento del Programa.
- b) Facilitar la sustitución de equipo obsoleto por equipos eléctricos de alta eficiencia, que corresponda a las tecnologías participantes.
- c) Aumentar la rentabilidad y competitividad de las empresas, reduciendo sus costos de operación, a través de la adopción de nuevas tecnologías ahorradoras de energía eléctrica.
- d) Contribuir al desarrollo sustentable del país y a la mejora del medio ambiente reduciendo emisiones contaminantes, particularmente emisiones de gases de efecto invernadero.

¹ Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Queda incluida dentro de esta definición, la sustitución de fuentes no renovables de energía por fuentes renovables de energía.

Las tecnologías consideradas para la sustitución de equipos son:

- 1.- Refrigeradores Comerciales Autocontenidos
- 2.- Aire acondicionado (1 a 5TR)
- 3.- Iluminación eficiente (tecnología LED)

En aspectos operativos, el PAEEEM cuenta con la participación de Nacional Financiera (NAFIN), quien funge como organismo intermediario para el financiamiento de los proyectos y del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), quien ejecuta los recursos en contacto directo con los usuarios.

Es práctica habitual que NAFIN brinde capacitación sobre sus productos financieros a los posibles beneficiarios de sus créditos y en el caso particular del PAEEEM, NAFIN se ha dado a la tarea de dictar o impartir un curso de sensibilización sobre los beneficios económicos que conlleva el implementar medidas de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética.

Con este antecedente y buscando contribuir con el éxito del “Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial”, la GIZ desarrolló los contenidos del curso “El ahorro de energía, un beneficio económico para tu empresa”, mismo que será utilizado como material de difusión del PAEEEM y sensibilización de los empresarios PyMEs que se acerquen al mismo.

Objetivo

Con el desarrollo de este curso, se pretende sensibilizar a los empresarios PyMEs en relación a los beneficios económicos y ambientales que el realizar acciones de eficiencia energética y ahorro de energía traen consigo.

Alcance

El curso de sensibilización será impartido a empresarios de los sectores industrial, comercial y de servicios considerados dentro de la categoría “pequeña y mediana empresa”, o que sean usuarios de energía eléctrica que se encuentren en la Tarifa 2.

Se pretende que este curso se imparta en toda la república mexicana, iniciando en las entidades federativas donde el PAEEEM está siendo lanzado como piloto.

Metodología

El curso tiene una duración de 4.5 horas (270 minutos) y ha sido estructurado en cuatro módulos temáticos:

- **Módulo I: Antecedentes del Sector Energético Mexicano y Cambio Climático Global.** En este Módulo se describe el Plan Nacional de Desarrollo y el sector eléctrico en México brindando estadísticas actuales sobre consumo de Energía en México. Se brinda una introducción general sobre las diferentes fuentes de energía así como información descriptiva de la cantidad de usuarios conocidos como PyMEs y su respectivo consumo a nivel nacional. Se presentan también una introducción sobre las causas y efectos de cambio climático.

- **Módulo II: Evaluación de Medidas de Ahorro, Tecnologías de Alta Eficiencia y Cultura de la Gestión Energética.** Describe la importancia de desarrollar un diagnóstico energético, los tipos de diagnósticos que existen y las etapas de su aplicación. Adicionalmente se explica qué es la gestión energética y cómo implementar un programa de seguimiento de ahorro de energía en una PyME. Se comentan los potenciales de ahorro energético por tipo de tecnología, y los criterios para la selección de equipos eficientes e implementación de medidas de ahorro energético.
- **Módulo III: Casos Prácticos de Proyectos de Ahorro Energía en Empresas Mexicanas y Rentabilidad de Proyectos.** Se proporcionan ejemplos a modo de estudios de caso, sobre la aplicación de proyectos de eficiencia energética realizados en PyMEs en diversos sectores (comercios, servicios e industrias). Se brinda además una breve explicación sobre las principales metodologías empleadas para el análisis de rentabilidad de proyectos de inversión en medidas de eficiencia energética y el impacto de los mismos en la competitividad de las empresas. Para finalizar este módulo se presentan algunos aspectos de normatividad y distintivos de eficiencia energética en México.
- **Módulo IV: Descripción del Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial (PAEEEM).** En este apartado se menciona el objetivo del PAEEEM, las características del financiamiento que el FIDE ofrece a las PyMEs; se describe la mecánica de operación del programa con los requisitos que se solicitan para acceder al financiamiento y se presentan algunos ejemplos de montos de pagos que tendrían que reembolsar las PyMEs sujetas al financiamiento.

1 Antecedentes del Sector Energético Mexicano y Cambio Climático Global

1.1 El Ahorro de Energía, un tema prioritario para México.

Ante los constantes cambios climáticos que se han venido presentando en los últimos años y que han afectado desde cultivos, hogares, plantas, animales y hasta sociedades enteras (como el caso del estado de Tabasco afectado por inundaciones cada vez más intensas), los gobiernos de los países han decidido llevar a cabo una serie de acciones que contribuyan a disminuir sus efectos.

México – que se ha visto afectado por intensas sequías, fuertes inundaciones, periodos de frío más intenso, etc.- no ha sido la excepción en cuanto a priorizar acciones para combatir el cambio climático y el calentamiento global. Acciones que se han dirigido tanto al cuidado del medio ambiente como a la búsqueda del desarrollo humano, y que están siendo plasmadas en diferentes instrumentos regulatorios.

Al ser los combustibles fósiles (petróleo y gas natural), la principal fuente de abastecimiento de energía en nuestro país y su uso una de las principales causas de la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI, causantes del calentamiento global), el ahorro y uso eficiente de la energía se ha convertido en una prioridad del gobierno en todos los niveles y en todos los sectores. Tan es así, que en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (documento rector de la política nacional) se establece el Objetivo 10 que busca reducir las emisiones de GEI a través de impulsar la eficiencia y tecnologías limpias y del uso eficiente de energía doméstica, industrial, agrícola y de transporte.

Derivado de lo anterior y para cumplir lo establecido en el plan nacional, se han implementado leyes, estrategias, programas y reglamentos para impulsar la eficiencia energética y de esta manera contribuir a la mitigación de los orígenes del cambio climático. En la siguiente figura se pueden observar – en orden cronológico de aparición- los diferentes instrumentos del gobierno federal enfocados a temas energéticos.

Figura 1. Instrumentos para promover el uso eficiente de la energía



Fuente: Elaboración propia.

El **Programa Sectorial de Energía 2007-2012**, es una planeación de actividades relacionadas al tema de la energía, a ser ejecutado en un periodo de seis años. En su objetivo III “Eficiencia Energética, Energías Renovables y Biocombustibles”, se enfatiza el promover el uso y producción eficiente de la energía así como el cuidado de los recursos naturales.

En este programa, se establece la necesidad de crear una ley que tenga como eje central el promover el aprovechamiento “sustentable” de la energía, es decir, que el uso que se le dé a la energía permita que el equilibrio con el medio ambiente no se vea afectado. Es así como el 28 de noviembre de 2008, surge la **Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE)**, que tiene por objeto propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma, en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo, de tal forma que plantea nuevas maneras de utilizarla, y no solo a nivel industrial, sino en todos los niveles de la sociedad. Pues cada quién desde el lugar que ocupa, puede contribuir a ahorrar energía y evitar con ello el deterioro ambiental.

La LASE contempla también la necesidad de elaborar un Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) que establezca las estrategias, objetivos, acciones y metas rentables que permitan alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo.

Por su parte la **Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, LAERFTE**, derivada también del Programa Sectorial de Energía, a pesar de estar enfocada al aprovechamiento de las energías renovables (como la energía proveniente del viento, agua, sol), en su artículo 23, define la promoción de la eficiencia energética y de las energías renovables como tema central.

El **PRONASE** fue presentado el 27 de noviembre de 2009, y define a detalle las actividades que se realizarán en los diferentes sectores para hacer un uso “racional” de la energía, que van desde la creación de normas, identificación de tecnologías ahorradoras de energía y establecimiento de acciones específicas por sector, entre otras.

Para cumplir con las metas tanto del Programa Sectorial de Energía y el PRONASE, cada año se crea la **Estrategia Nacional de Energía**. La estrategia del 2011 tiene como finalidad que el sector energético evolucione hacia una operación segura, eficiente y sustentable y que responda a las necesidades energéticas y de crecimiento económico y desarrollo social del país, como se observa en la siguiente Figura 2.

Figura 2. Objetivos de la Estrategia Nacional de Energía



Fuente: Estrategia Nacional de Energía

Como se puede observar, el ahorro y uso eficiente de la energía es un tema que en México ha desarrollado una gran importancia en los últimos 20 años. Sobre todo porque del buen uso que hagamos de ésta, dependerá en gran medida el contar con un medio ambiente sano de lo que depende también el bienestar de nuestras familias.

1.2 Importancia de la energía

Primeramente se explica cual es el camino que sigue la energía desde su obtención como energía primaria y las posteriores transformaciones que tiene que realizarse para que pueda ser usada en todos los sectores de la sociedad.

- La “**energía primaria**” se entiende como las distintas fuentes de energía en el estado que se extrae o captura de la naturaleza. Puede ser obtenida en forma directa, como es el caso de la energía hidráulica, eólica y solar; o a través de un proceso de extracción o recolección, como el petróleo, el carbón mineral, la leña (biomasa) y el gas natural.
- La “**energía secundaria**” por su parte, son los diferentes productos energéticos (no presentes en la naturaleza como tales), que son obtenidos a partir de energía primaria en distintos centros de transformación, con la finalidad de hacerlas aptas a los requerimientos del consumo.

Los tipos de energía secundaria consideradas son las siguientes: Electricidad (generada a partir de los distintos recursos y tecnologías), Gas distribuido por redes (es el gas natural que resulta después del proceso de acondicionamiento y separación de condensados), Gas de refinería, Gas licuado, Motonaftas (son las naftas obtenidas de la refinación del petróleo y/o del tratamiento del gas natural), Kerosenes (incluye kerosén propiamente dicho y turbo combustibles), Diesel y Gas Oil, Fuel Oil, Carbón residual (se refiere al coque de petróleo), No Energéticos (productos que no se utilizan con fines energéticos aun cuando poseen contenido energético), Gas de coquería (es el gas producido en la coquización del carbón), Gas de alto horno (es el gas producido en el proceso de obtención del arrabio), Cóque de carbón (es el coque obtenido de las coquerías siderúrgicas) y Carbón de leña (obtenido de la pirólisis de la leña en las carboneras).

- La “**energía terciaria**” es aquella que se utiliza directamente como: electricidad, vapor de agua, agua caliente, gases calientes o fríos y aceite térmico entre otras.

Debemos resaltar que la energía es muy importante para nuestra vida ya que como se ha visto los combustibles fósiles son la principal fuente de energía que mueve a los autobuses, empresas, viviendas, así como a muchas de las plantas que generan la electricidad que se consume en el país. Son la fuente de energía más importante para la humanidad en general, por arriba de la energía que se obtiene del sol, viento y agua. Sin embargo, su combustión

genera una gran cantidad de gases de efecto invernadero, responsables del cambio climático global que vive el planeta.²

La energía no se crea ni se destruye solo se transforma, por lo tanto, la energía es la capacidad de un sistema para realizar un trabajo, para transformar algo. En otras palabras, podríamos definirla como aquella que produce un cambio de todo cuerpo o sistema.

La energía eléctrica es una de las formas de energía más utilizada para la vida cotidiana. En el hogar sirve para que funcione la televisión, la iluminación, el acondicionamiento ambiental, la radio, el refrigerador, etc. En las calles para iluminar la avenidas, edificios, para el funcionamiento de los semáforos. En la industria para que trabajen las maquinas, motores eléctricos, compresores, iluminación, el acondicionamiento ambiental, entre otros.

La generación de la energía eléctrica se realiza a partir de Energía No Renovable y Energía Renovable, y consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica entre otras, en energía eléctrica.

Energía No Renovable: Son una reserva de energía, que es el resultado de millones de años de descomposición y almacenamiento de vegetales y animales que se transformaron en esos elementos a través de complicados procesos, según explican los científicos. Se les llama "Recursos No Renovables", porque, tomaría millones de años a la naturaleza reunir una nueva reserva. Ejemplo de estas fuentes de energía son:

- Petróleo,
- Carbón mineral y
- Gas natural

Energía Renovable: Son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua. Las fuentes renovables de energía perduraran por miles de años, y podemos mencionar las siguientes:

- Eólica
- Hidráulica
- Solar
- Geotérmica
- Otras

1.2.1 Descripción de las diferentes fuentes de energía

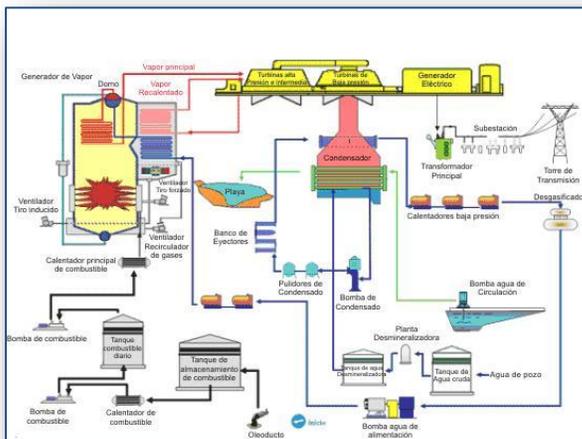
La generación de energía eléctrica se lleva a cabo en centrales eléctricas, las que están clasificadas de acuerdo al combustible que emplean y a la forma de producirla. Así encontramos centrales Termoeléctricas, Hidroeléctricas, Carboeléctricas, Eoloeléctricas, Nuclear, Geotermoeléctricas. Asimismo, en pequeña escala se puede generar electricidad por

² Fuente: SEMARNAT; Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones

medio de sistemas fotovoltaicos que en México son de reciente aparición contando con sólo algunos sistemas ya conectados al red eléctrica.

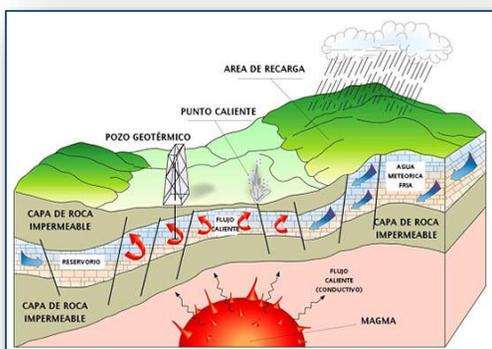
Termoeléctricas

Se genera vapor a partir del calor generado por la quema de algún combustible y se introduce a una turbina que mueve unas aspas, mismas que hacen girar a un generador eléctrico.



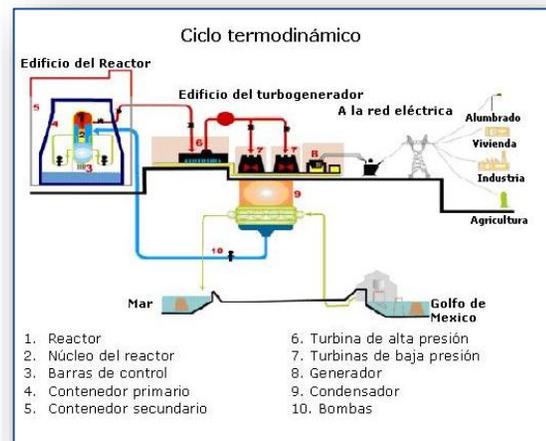
Geotermoeléctrica

La energía geotérmica es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra. Al ser una fuente de calor, su posterior transformación en energía eléctrica requerirá de un ciclo de vapor como el ya presentado para las plantas termoeléctricas.



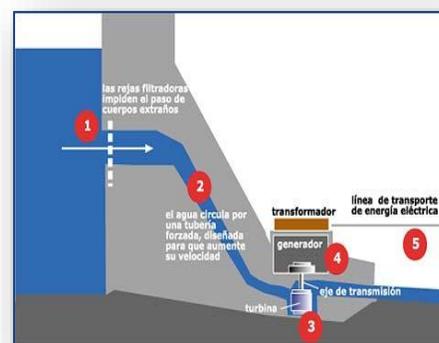
Nucleoeléctrica

La energía generada por la fisión de núcleos es liberada en forma de radiación y calor. El calor se utiliza para transformar agua en vapor a presión, el cual es utilizado para hacer girar un turbogenerador.



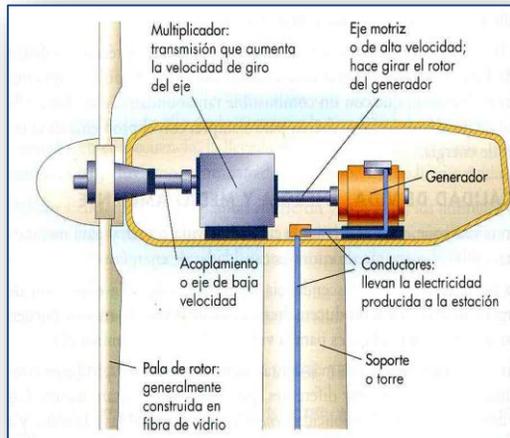
Hidroeléctrica

Se denomina **energía hidráulica** a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías [cinética](#) y [potencial](#) de la corriente del agua o saltos de agua. Cuando el agua se mueve (energía cinética) o se encuentra por arriba del nivel del mar (energía potencial), puede ser utilizada para generar electricidad.



Eoloeléctrica

Es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en energía eléctrica para aprovechamiento en las actividades humanas.



Energía solar Fotovoltaica

Consiste en el aprovechamiento de la radiación solar mediante su transformación directa en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico.

Los **sistemas aislados** se componen principalmente de captación de energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos y almacenamiento en baterías de la energía eléctrica generada por los paneles.

Sistemas conectados a red, esta aplicación consiste en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos e inyectarla directamente a la red de distribución eléctrica.

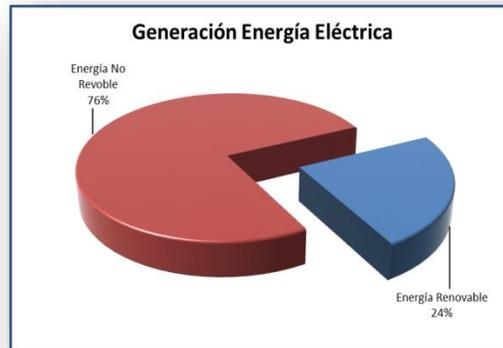


1.3 Sector Eléctrico y Estadísticas de Consumo de Energía

1.3.1 Fuentes de energía utilizadas en México

En México la energía eléctrica se genera tanto de fuentes no renovable como de fuentes renovables siendo la primera la de mayor participación con un 76% y la segunda con un 24%, como se observa en la Figura 3.

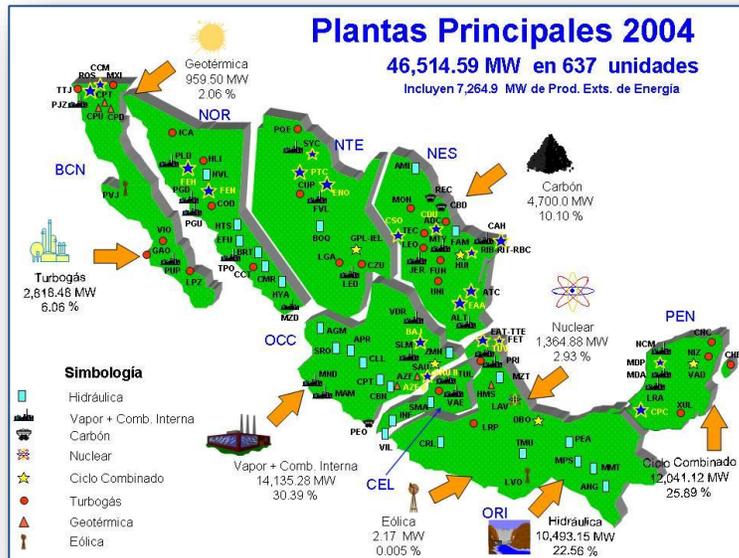
Figura 3. Generación energía eléctrica por fuente de energía



Fuente: Elaboración propia con datos de CFE

Por otro lado, las diferentes fuentes de generación de energía eléctrica en México las podemos encontrar distribuidas por todo el territorio, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Distribución de Centrales Eléctricas en México, 2004



Fuente: Centro Nacional de Control Energía (CENACE); CFE

Las ventas a nivel nacional de energía eléctrica al cierre de 2010, fueron de 187,893,799 MWh y la generación se distribuye con un 41.6% en centrales termoeléctricas, un 33.6% en empresas independientes (con sistemas de tipo ciclo combinado), un 15.7% en centrales hidroeléctricas, el 7.1% con carbón, el 2.5% con energía nuclear y a partir de la geotermia y el viento, el 2.9%. Véase Tabla 1.

Tabla 1. Generación de energía eléctrica por tipo de central

Tipo de central	Generación bruta de energía eléctrica por tipo GWh 2010	Participación
Termoeléctrica	36,738	15.70%
Productores Independientes	97,161	41.60%
Hidroeléctrica	78,442	33.60%
Carboeléctrica	16,485	7.10%
Nucleoeléctrica	5,979	2.50%
Geotermoeléctrica	6,618	2.80%
Eoloeléctrica	166	0.10%

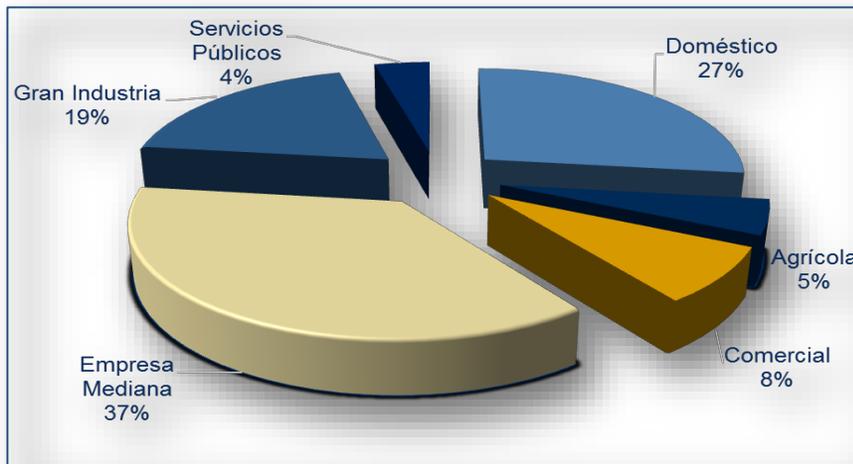
Fuente: Prontuario Estadístico del Sector Energético; SENER; 2010.

1.3.2 Consumo de energía en los diferentes sectores productivos

La distribución del consumo de energía eléctrica por sectores se puede observar en la Figura 5. La empresa mediana es la principal consumidora de energía, seguida del sector doméstico y de la gran industria respectivamente. Los sectores comercial, agrícola y servicios públicos

representan de manera conjunta únicamente un 17% del consumo de energía eléctrica total a nivel nacional.

Figura 5. Consumo de Energía por Sectores Productivos



Fuente: Elaboración propia con datos del informe anual 2009 de la CFE.

1.3.2.1 El sector PyME

La clasificación de empresas, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 30 de junio de 2009, establece que el tamaño de una empresa se determina a partir de ponderar el número de empleados con las ventas anuales. Para esto se multiplica el número de trabajadores por 10% y a este producto se le suma otro producto que se obtiene de multiplicar el monto de las ventas anuales por 90%. Esta cifra debe ser igual o menor al Tope Máximo Combinado (TMC) de cada categoría, que en el caso de las microempresas es de 4.6, y de hasta 250 en el caso de las medianas (véase Tabla 2).

El Tope Máximo es un criterio de clasificación que la Secretaría de Economía define como:

$$\text{*Tope Máximo Combinado} = (\text{trabajadores}) \times 10\% + (\text{ventas anuales}) \times 90\%$$

Tabla 2. Clasificación de las PyMEs según la Secretaría de Economía.

Estratificación				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4.00	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95

Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 30 de junio de 2009.

La Secretaría de Economía (SE) señala que las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), son un elemento fundamental para el desarrollo económico de los países, tanto por su contribución al empleo, como por su aportación al Producto Interno Bruto. En el caso de México, las PyMEs generan el 52% del Producto Interno Bruto y contribuyen con el 72% de los empleos formales. Del total de empresas el 99.8 por ciento son PyMEs.

De acuerdo a la misma SE, en 2010 existían en México 5,144,056 empresas catalogadas como PyMEs, de las cuales el 47% corresponden a empresas de servicios, el 26% a empresas de comercios, el 18% a empresas de la industria manufacturera y menos del 10% a otra actividades, como puede observarse en la Tabla 3.

Tabla 3. Número de PyMES en México, 2010

Nº total de PyMEs	5'144,056	100%
Empresas de servicios	2'422,850	47.10%
Comercios	1'337,455	26.00%
Industria manufacturera	925,930	18.00%
Otras actividades	457,821	8.90%

Fuente: Secretaría Economía

Además de la SE, existen otras fuentes que reportan el número de pequeñas y medianas empresas existentes en el país, una de ellas es la Comisión Federal de Electricidad, quién cada año da a conocer el número de usuarios de energía eléctrica de acuerdo a la tarifa de consumo.

En la Tabla 4 se muestra el número de usuarios de energía eléctrica para el año 2009 de acuerdo a su tarifa eléctrica, las ventas totales por cada tipo de tarifa y el pago por la misma.

Tabla 4. Número de usuarios, ventas de energía por tarifa, 2009

Tarifas CFE	2009		
	Usuarios	Ventas (MWh)	Productos (Miles \$)
Tarifa 2	3,384,339	11,424,989	27,585,303

Tarifa 3	24,022	1,976,246	4,191,565
Tarifa OM	178,505	12,491,711	19,641,056
Tarifa HM	57,560	55,137,963	65,872,480
Tarifas HS, HSL, HT, HTL	805	34,794,155	33,241,974

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE

Para determinar el tamaño de la empresa mediante la demanda eléctrica contratada con la CFE, se define a las Micro, Pequeñas y Medianas empresas de la siguiente manera (Tabla 5):

Tabla 5: Determinación del tamaño de la empresa de acuerdo a la demanda eléctrica contratada

Tamaño	Micro	Pequeña	Mediana
Demanda de energía eléctrica	Menor de 25 kW Tarifa 2	Menor de 100 kW Tarifa 3, y OM	Tarifa 9 y HM

Fuente: Elaboración propia; Definición FIDE

Con relación a la clasificación anterior, podemos establecer el número de usuarios contratados hasta diciembre del 2009 con CFE y que son considerados como PyMEs, tal y como se muestra en la Tabla 6, adicionalmente podemos establecer el precio medio de energía eléctrica y el consumo medio por cada tarifa.

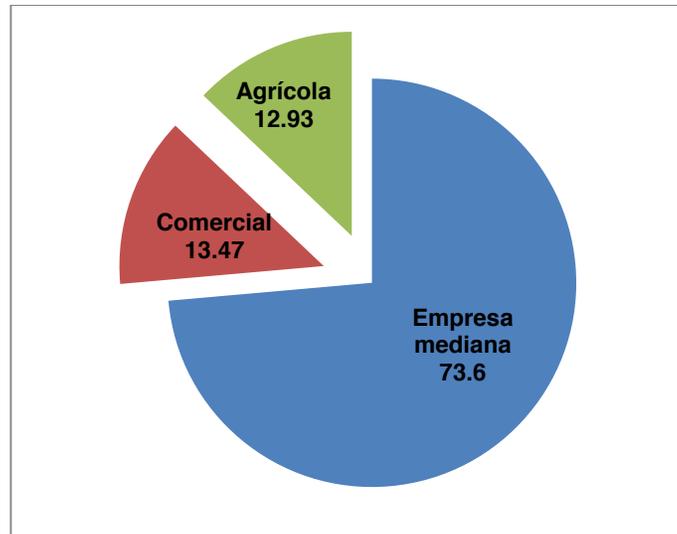
Tabla 6: Usuarios considerado PyMES, 2009.

Subsectores PyME	Usuarios	Porcentaje	Consumo GWh	Porcentaje
Comercios	3'481,343	90.45%	12,446	13.47%
Empresa mediana	218,897	5.69%	67,980	73.60%
Otras actividades (agrícola)	148,651	3.86%	11,941	12.93%
Total	3'848,891	100%	92,367	100%

Fuente: Recomendación Estratégica sobre Tecnologías y Subsectores como Orientación para Sustentar Acciones de Eficiencia Energética en el Sector PyME; GIZ

Como podemos observar, hasta el año 2009 existían en México 3,848,891 usuarios considerados como PyMEs. La distribución del consumo de energía eléctrica en este sector, es representada por el subsector empresarial tipo mediana con un 73.6%, el sector comercial con un 13.47% y el sector agrícola con un 12.93%, lo cual se observa en la Figura 6.

Figura 6. Distribución del Consumo Eléctrico en las PyMEs



Fuente: Recomendación Estratégica sobre Tecnologías y Subsectores como Orientación para Sustentar Acciones de Eficiencia Energética en el Sector PyME; GIZ

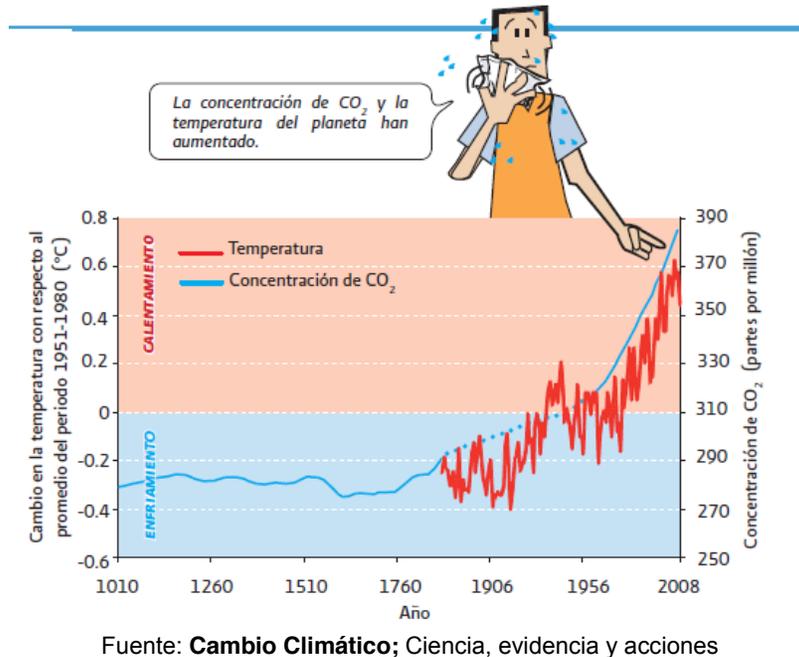
1.4 Fundamentos del Calentamiento Global y Cambio Climático, causas y efectos y el Protocolo de Kioto

1.4.1 Fundamentos del Calentamiento Global y Cambio Climático

La elevación de la temperatura en los últimos cincuenta años coincide con el aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera. El incremento de la temperatura terrestre y marina promedio fue de 0.74°C entre el año 1906 y 2005.

Definitivamente el planeta se está calentando: la NASA informó que los cinco años más calurosos desde 1890, en magnitud descendente, han sido 2005, 1998, 2002, 2003 y 2004. Este calentamiento también se ha notado en la ocurrencia de años en los que se alcanzan temperaturas "record", lo podemos ver en la Figura 7.

Figura 7. Elevación de temperatura y concentración de CO₂

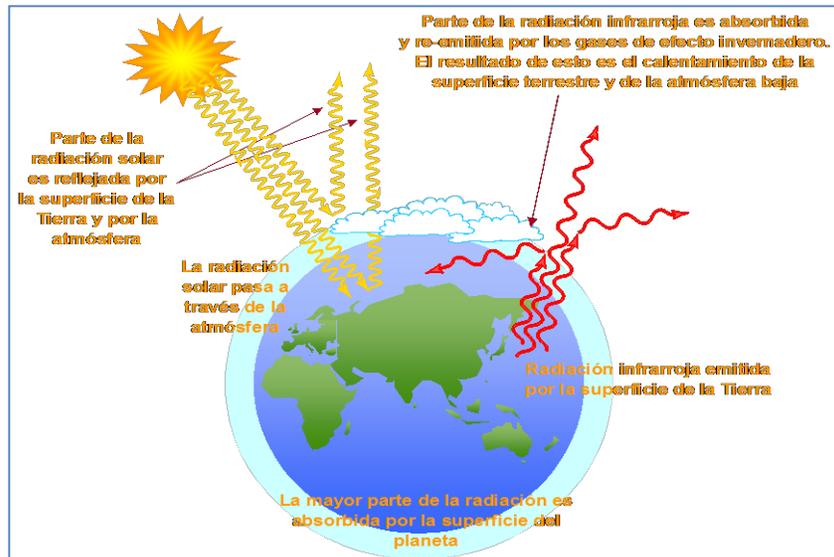


1.4.2 Efecto Invernadero

El Efecto Invernadero se define como el calentamiento cerca de la superficie de la Tierra que se origina cuando la atmósfera terrestre atrapa el calor que recibe del sol. La atmósfera permite que la mayor parte de la luz solar que recibe pase a través de ella y caliente la superficie de la Tierra. La energía calórica es luego enviada de vuelta hacia la atmósfera en forma de radiación infrarroja. Gran parte de esta radiación no se libera hacia el espacio, pues es absorbida por ciertos gases presentes en la atmósfera. Véase

Figura 8.

Figura 8. Efecto Invernadero



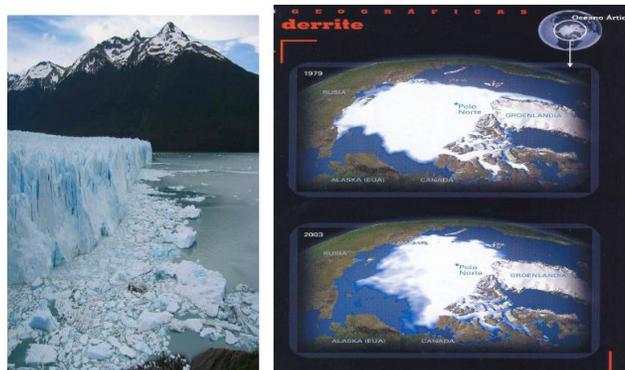
Fuente: Presentación MGM

1.4.3 Causas y Consecuencias (Efecto Invernadero)

Debido a que todos los elementos del ambiente están relacionados entre sí, alterar uno de ellos origina cambios en los restantes, algunas veces imperceptibles y otras muy evidentes. A lo largo de la historia de la Tierra se han registrado cambios en el clima, pero tomaron cientos o miles de años en presentarse. De acuerdo con los registros disponibles, ningún cambio había sido tan rápido como el que estamos viviendo. A continuación se describen las consecuencias más importantes del cambio climático sobre algunos de los elementos del ambiente.

Deshielos: Como consecuencia del calentamiento global, uno de los impactos más impresionantes que hemos observado ha sido el derretimiento de los glaciares, ver Figura 9

Figura 9. Efecto Invernadero: Deshielos



Fuente: Cambio Climático; Ciencia, evidencia y acciones

Cambios en el nivel del mar: El derretimiento de los hielos terrestres en las zonas polares y en las montañas ha ocasionado que el nivel del mar se eleve, ver Figura 10. A este efecto, hay que agregarle también el calentamiento del agua de las últimas décadas que ha ocasionado que los

mares y océanos, como todos los cuerpos que adquieren calor, se expandan, y puesto que tienen un espacio limitado, incrementen su nivel.

Figura 10. Efecto Invernadero: Cambios en el nivel del mar



Fuente: **Cambio Climático**; Ciencia, evidencia y acciones

Eventos extremos: Aunque no hay una definición precisa, nos vamos a referir aquí a los "eventos extremos" como aquellos fenómenos climáticos, de gran intensidad y poca frecuencia, que tienen efectos ambientales y sociales adversos, ya sea regional o localmente. Ejemplos de ellos son los huracanes, tornados, sequías, heladas o granizadas, a través de los cuales sentimos más cercanos los efectos del cambio climático. Véase Figura 11

Figura 11. Efecto Invernadero: Eventos extremos



Fuente: **Cambio Climático**; Ciencia, evidencia y acciones

1.4.4 Protocolo de Kyoto

En 1997 se adoptó el llamado Protocolo de Kyoto, dirigido a limitar las emisiones netas de gases de efecto invernadero en los países industrializados. Puesto en números, busca reducir las emisiones de GEI de estos países en 5%, tomando como base las que tenían en el año 1990. Para los países en desarrollo no se fijaron metas cuantificables de reducción de emisiones de GEI, pero sí compromisos particulares, entre ellos la elaboración de inventarios nacionales de emisiones. México ratificó el Protocolo en el año 2000 dentro de la categoría de "país No Anexo I", es decir, como país en desarrollo.

Debido a que la reducción de emisiones puede resultar costosa para los países industrializados, en vista de su ya alto uso de energía e industrias de alta capacidad, el Protocolo de Kyoto creó tres opciones para permitir a estos países trabajar en la mitigación del cambio climático. Se trata de permitir su participación en proyectos de reducción de emisiones que sean realizados en el extranjero. Estos mecanismos son:

- Implementación Conjunta;
- Mecanismo de Desarrollo Limpio; y
- Comercio de Emisiones

Asimismo, en México, se crea el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI), mediante un decreto presidencial el 24 de abril de 2005. La COMEGEI funge como Autoridad Nacional Designada de México ante la Convención. Entre sus atribuciones figura la responsabilidad de identificar oportunidades, facilitar y aprobar la realización de proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos Mexicanos.

1.5 Huella de carbono, acciones de prevención y modelo energético

1.5.1 Huella de carbono

La huella de carbono es la medida del impacto que provocan las *actividades del hombre* sobre el ambiente, determinada según la cantidad de gases de efecto invernadero producida, la cual se mide en unidades de dióxido de carbono (CO₂).

En algunos casos se pueden incluir además emisiones vinculadas a la comercialización, transporte y procesamiento de productos o servicios. Casi todas nuestras actividades, incluso comer, deja su huella.

La Calculadora Mexicana de CO₂ (ver Figura 12), es una herramienta para poder calcular las emisiones de CO₂ que se emiten a la atmósfera en la vida cotidiana. Respondiendo a las preguntas que encontrarás, podrás obtener la cantidad de dióxido de carbono que produces, así como consejos prácticos para reducir tus emisiones y alternativas para contrarrestar el efecto de tus emisiones en el planeta.

Figura 12. Calculadora de emisiones de CO₂

Calcula tus emisiones de CO₂

Llena los siguientes datos para calcular tus emisiones de CO₂, por favor evita el uso de comas y puntuación, únicamente valores numéricos.

Datos Generales

¿Cuántas personas viven en tu hogar?

Transporte en automóvil

¿Cuántos kilómetros al año recorres en automóvil? En promedio

¿Cuál es la eficiencia de tu automóvil? litros/100km

Si no conoces la eficiencia de tu automóvil selecciona una de estas opciones:

Honda Ayuda

Chico

Mediano

Grande

Transporte público

¿Cuántos kilómetros recorres al día en?

Comida

Movilidad

Autobús

Metro

Ayuda

Viajes aéreos

¿Cuántos vuelos realizas al año?

Comida

Mediana

Largo

Ayuda

Viajes en carretera

¿Cuántos Km recorres en autobús en carretera al año? Ayuda

Electricidad

¿Cuántos kWh consumes al bimestre? (Lo puedes ver en tu factura de la luz)

Ayuda

Si necesitas ayuda de cómo usarlo

Gas licuado de petróleo

¿Cuál es su consumo de Gas LP al año? Ayuda

litros

Gas natural

¿Cuántos metros cúbicos de Gas Natural consumes al año? Ayuda

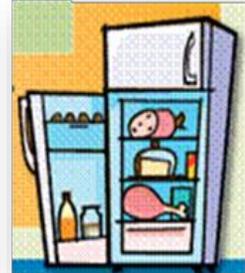
Fuente: <http://www.calculatusemisiones.com/main.html>

Fuente: <http://www.calculatusemisiones.com/main.html>

1.5.2 Acciones de Prevención y Modelo Energético Sostenible

Las medidas que ha implementado el Gobierno Federal para reducir las emisiones de dióxido de carbono son el desarrollo de Programas Nacionales, como por ejemplo:

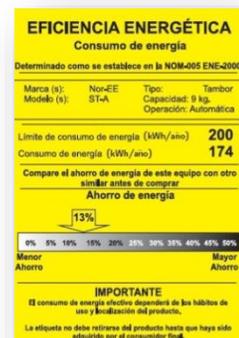
1. Programa “**cambia tu viejo por uno nuevo**” que consiste en sustituir el refrigerador ineficiente y viejo de 10 o más años de antigüedad, por uno nuevo de alta eficiencia que disminuye el consumo de energía eléctrica.



2. Programa “**Luz Sustentable**”, consiste en cambiar focos incandescentes por lámparas ahorradoras de energía. Esta medida significa, como se verá más adelante, una importante disminución de consumo de energía para lograr el mismo efecto de iluminación.



3. El establecimiento de **Normas de Eficiencia Energética**, para que los equipos que consumen energía eléctrica y se comercializan en México, sean de bajo consumo de energía.



Asimismo, es necesario impulsar el uso de Nuevas Tecnologías, que permitan reducir el consumo de los energéticos, como:

- Calentadores de Agua Solares.
- Celdas Fotovoltaicas.
- El uso de autos híbridos.
- Iluminación con LED's.



2 Evaluación de Medidas de Ahorro, Tecnologías de Alta Eficiencia y Cultura de la Gestión Energética

2.1 ¿Qué es un diagnóstico energético?, tipos de diagnósticos y etapas de su aplicación.

Un diagnóstico energético es un estudio para determinar dónde, cómo y qué tan bien se está usando la energía. Incluye realizar análisis, mediciones y evaluaciones de los principales equipos, sistemas y procesos consumidores de energía de una empresa, lo que permite determinar la eficiencia energética y las posibilidades de mejora, modernización y ahorro energético de las mismas.

Hay que tomar en cuenta que el diagnóstico es una herramienta para llegar al control de costos energéticos. Nos ayuda a identificar las áreas de mayor consumo de energía en una instalación y, durante su desarrollo, se aplican una serie de técnicas y procedimientos que ayudan a las empresas a evaluar su eficiencia energética, identificando las oportunidades de ahorro de una instalación o de un proceso de producción industrial. El diagnóstico forma parte importante del plan de Administración de la Energía o de la Gestión Energética.

Además es un instrumento que permite modernizar los equipos y sistemas actuales, sustituyendo tecnologías obsoletas, ineficientes y costosas. Normalmente la realización de un diagnóstico energético, conduce a reducir los costos de operación sin afectar de manera negativa la calidad y cantidad de los productos o servicios que se entregan³.

Un diagnóstico puede realizarse por el propio personal de la empresa, o bien encargarse a un consultor externo, experto en la materia. Generalmente, suele efectuarse en dos etapas sucesivas, cuyo alcance y características se describen a continuación y se aplica tanto a una planta industrial, como a comercios, escuelas y pequeños establecimientos entre otros.

Los diagnósticos energéticos permiten determinar con exactitud el balance de energía de los principales equipos consumidores e identificar las áreas de mayor uso de energía, identificando aquellas instancias donde ésta se desperdicia y donde es posible generar un ahorro (potenciales de ahorro de energía).

En resumen, los objetivos principales de un diagnóstico energético son:

- ⇒ Caracterizar energéticamente a una organización
- ⇒ Identificar las áreas de mayor consumo de energía
- ⇒ Identificar oportunidades de mejora en el desempeño energético de la organización
- ⇒ Establecer metas de ahorro de energía
- ⇒ Diseñar y aplicar un sistema integral para el ahorro de energía
- ⇒ Evaluar técnica y económicamente las medidas de ahorro de energía
- ⇒ Disminuir el consumo de energía, sin afectar negativamente los niveles y condiciones de producción o los servicios que entrega la empresa

³ Fuente: Curso de Fundamentos para realizar Diagnósticos Energéticos en Plantas Industriales, Egranconel. Pag. 1

2.1.1 Clasificación de los Diagnósticos Energéticos

La clasificación que se asigna a un diagnóstico energético, está en función de la profundidad con que se estudia a una empresa; es decir, depende del volumen de trabajo, el enfoque, la precisión buscada y como consecuencia de lo anterior resultará el costo del mencionado estudio. El diagnóstico se clasifica como de primer, segundo y tercer nivel.

Diagnóstico Energético de Primer Nivel (DEN1): También denominado diagnóstico de recorrido, o visita de planta. Se lleva a cabo mediante un examen visual del proceso industrial o instalación de que se trate, reconociendo y revisando el diseño original, para dar una idea de los potenciales de ahorro de energía que se pueden lograr por una modificación en los hábitos de operación de los equipos, instrumentos y en muchos casos de los empleados. Estas acciones no requieren inversión, como por ejemplo fugas de energía, mala operación de los equipos y/o instrumentos. Un diagnóstico de nivel 1 suele ser económico pero no debe perderse de vista que brinda una visión general del uso de la energía en la organización evaluada.

Se realiza con los datos de energía ya disponibles en la empresa, complementados en algunos casos con lo que se puedan obtener con equipos de medición portátiles poco sofisticados.

El auditor, apoyándose en su experiencia previa, recoge toda la información oral, visual y escrita que le puedan llevar a un diagnóstico rápido de la situación energética de la empresa. Su duración es muy corta; en una industria pequeña, de uno a dos días (por ejemplo, un día de visita en fábrica y un día de trabajo de gabinete).

Productos a ser obtenidos: El informe que surge un diagnóstico preliminar debe contener una descripción general del sistema evaluado, una caracterización energética del mismo y la identificación preliminar de oportunidades de mejora de desempeño. También debe indicar si fuera necesario recurrir a un diagnóstico detallado para mejorar la información obtenida. Se suele afirmar que la evaluación de costos y beneficios asociadas a las medidas recomendadas en este nivel de trabajo, suele hacerse con una exactitud en el entorno del $\pm 40\%$.

Diagnóstico Energético de Segundo Nivel (DEN2): Generalmente se realiza después de un DEN1, aunque puede ser independiente de él. El auditor empleará diversos instrumentos de medición de variables energéticas portátiles o solicitará la instalación de algunos permanentes, con el fin de obtener datos complementarios a los ya disponibles en la empresa.

El nivel dos, proporciona información sobre el consumo de energía tanto eléctrica como térmica por áreas funcionales o procesos específicos de operación. Detecta los subsistemas de mayor desperdicio energético y proporciona información acerca de los niveles de ahorro de energía y en consecuencia de reducción de costos energéticos que se pueden lograr.

Para la realización de este diagnóstico, es necesario contar con los equipos e instrumentos de medición necesarios para la evaluación de los diferentes equipos y sistemas instalados.

Las etapas principales que constituyen un diagnóstico de este nivel, son las siguientes:

- Identificación de las áreas de oportunidad más importantes y el tiempo que se va a dedicar a cada una de ellas.
- Recopilación de datos de consumo de energía, facturación y producción, utilizando para ello los formatos adecuados.

- Campaña de mediciones para conocer los consumos de energía e índices de carga de los principales equipos y sistemas.
- Obtención de los balances de energía y distribución de consumos de energía y cálculo de los índices energéticos de la empresa en su conjunto.
- Identificación de las oportunidades de ahorro de energía que requieran inversiones de capital, con la especificación técnica y recomendaciones de los equipos que van a reemplazar a los existentes, valorado en ahorros de energía, económicos, costos de inversión y tiempos de recuperación de la inversión por cada tipo de medidas.
- Definición de un plan de acción que dirija las acciones de la empresa en materia energética, especificando prioridades, procedimientos, costos y cronograma de implementación de medidas.
- Elaboración de un informe final en que se recoja las recomendaciones y el plan de acción propuesto.

Las propuestas de mantenimiento son las primeras que deben llevarse a cabo, ya que no requieren inversión y permiten lograr los primeros ahorros. Generalmente de un **DEN2** se obtiene también un listado, en el que se señalan las áreas o equipos en que debe realizarse un chequeo periódico, por ser lugares en que es más probable se produzcan pérdidas de energía.

La toma de decisión para la aplicación de las medidas de ahorro resultantes del diagnóstico, necesitan basarse en la rentabilidad económica de la inversión y de las medidas que proporcionen los mayores ahorros económicos. A este respecto, la función del Administrador o Coordinador de Energía es precisamente la de coordinar estos proyectos, trabajando con los consultores externos, evaluando los proyectos e informando a la Dirección General sobre la marcha de los mismos.

El **DEN2** contempla todas las posibilidades de ahorro de energía, desde los servicios auxiliares hasta las posibles mejoras en las operaciones y procesos en la empresa. Clasifica las medidas por su tiempo de recuperación que puede ser inmediato, corto, mediano y de largo plazo.

Productos a ser obtenidos: Se suele incluir en estos estudios una descripción detallada del patrón de consumo energético de los equipos y sistemas que integran el proceso evaluado, su operación y nivel de desempeño. Las medidas recomendadas son analizadas con mayor profundidad, lo que incluye además de los propios detalles técnicos, detalles de implementación y operación. La evaluación de las recomendaciones alcanza el nivel de factibilidad por lo que presentan una mayor certidumbre y las estimaciones resultantes se ubican en el rango del $\pm 20\%$ de exactitud.

El tiempo de realización de este nivel de diagnóstico varía de acuerdo con la complejidad del sistema evaluado y puede llevarse desde 2 a 4 semanas lo que dependerá fuertemente de la necesidad de conducir ensayos o mediciones de campo complementarias.

Diagnóstico Energético de Tercer Nivel (DEN3): Este diagnóstico proporciona información precisa y comprensible, de todos y cada uno de los puntos relevantes del diagrama de un proceso industrial o cualquier instalación a evaluar, así como las pérdidas de energía de cada uno de los equipos involucrados. Este nivel está caracterizado por instrumentación extensiva, por la adquisición de datos y por los estudios de ingeniería involucrada. Se aclara que muchas de las acciones propuestas para lograr ahorro de energía son producto de un reingeniería de

los procesos y automatización de equipos y sistemas. Este tipo de diagnóstico es llamado como micro diagnóstico, ya que se profundiza en el proceso y equipos involucrados en este y normalmente su costo es elevado, así como el tiempo para su desarrollo. Las medidas resultantes son de altos niveles de inversión y tiempos de recuperación superiores a los 4 ó 5 años.

Productos a ser obtenidos: Se espera obtener una descripción de detalle de las modificaciones propuestas, con la especificación de los equipos a nivel de ingeniería de detalle, con presupuestos finales y evaluación de rentabilidad a nivel de factibilidad, con la inclusión de alternativas de financiamiento.

Se deben presentar los cálculos definitivos de los ahorros esperados como consecuencia de la aplicación de las medidas de eficiencia bajo estudio así como el diseño final de ingeniería vinculadas con la implementación de dichas medidas, acompañado de diagramas de flujo y los diagramas de tubería e instrumentación correspondientes.

2.1.2 Metodología para el Desarrollo del Diagnóstico Energético.

La metodología de un diagnóstico energético no es una receta definida, sin embargo, los puntos estratégicos para determinar los potenciales de ahorro de energía son los siguientes:

1. Trabajos previos de gabinete.
2. Recopilación de información de la instalación, equipos y sistemas.
3. Análisis de facturación de la compra tanto de energía eléctrica como de combustibles, y establecimiento de una línea base de consumo (situación inicial)
4. Mediciones en campo
5. Balance energético y distribución del consumo de energía en las instalaciones
6. Evaluación del desempeño energético actual de la instalación.
7. Determinación del potencial de ahorro de energía.
8. Análisis de factibilidad técnica y rentabilidad económica para la realización de las propuestas de ahorro de energía.
9. Selección de las medidas ahorradoras a implementar.
10. Aplicación de acciones correctivas.

Desarrollaremos a continuación algunos de los puntos enumerados en la secuencia presentada.

Trabajos Previos de Gabinete y recopilación de información: En esta primera etapa de la metodología se elabora la estrategia de trabajo que contempla tanto aquellas evaluaciones que serán realizadas en gabinete como posteriores visitas para efectuar mediciones complementarias de campo.

Se solicitará a la empresa, el suministro de información referida al funcionamiento de sus principales equipos, para elaborar un inventario de consumidores de energía. La atención de centra entre otros a los siguientes equipos y sistemas:

- Motores eléctricos
- Refrigeradores comerciales
- Aires acondicionados
- Compresores de aire
- Transformadores

- Sistemas de iluminación
- Sistemas de generación y distribución de vapor y agua caliente
- Hornos y secadores
- Procesos

Ya conocidos los equipos y procesos, se identifican las principales variables energéticas a medir en la empresa y se definen los métodos de cálculo de las eficiencias energéticas por procesos, sistemas y equipos. Esta etapa es una de las más importantes del trabajo puesto que el éxito del proyecto tendrá como primer antecedente el desarrollo de una ingeniería de campo confiable, que cualifique y cuantifique la distribución de la energía en la instalación.

Análisis de facturación energética y establecimiento de línea base: Una manera tradicional de evaluar los consumos de energía dentro de una organización, es seguir el camino que recorre la misma para llegar a los puntos de consumo final. Esto significa reconocer las etapas de compra de la energía, transformación de la misma dentro de la empresa y distribución para llegar a los centros de consumo. El primer eslabón de esta sucesión de operaciones es la misma compra de energía, la cual también merece ser optimizada a efectos de un uso efectivo de los recursos económicos disponibles.

La evaluación de las facturas de compra de la energía brinda importante información que permiten caracterizar a la organización respecto de sus consumos y definir primeras acciones de mejora. Se debe recopilar la información histórica de la empresa y equipos, tal como, consumos de energía eléctrica, combustibles y agua, así como de la producción global por tipo de productos

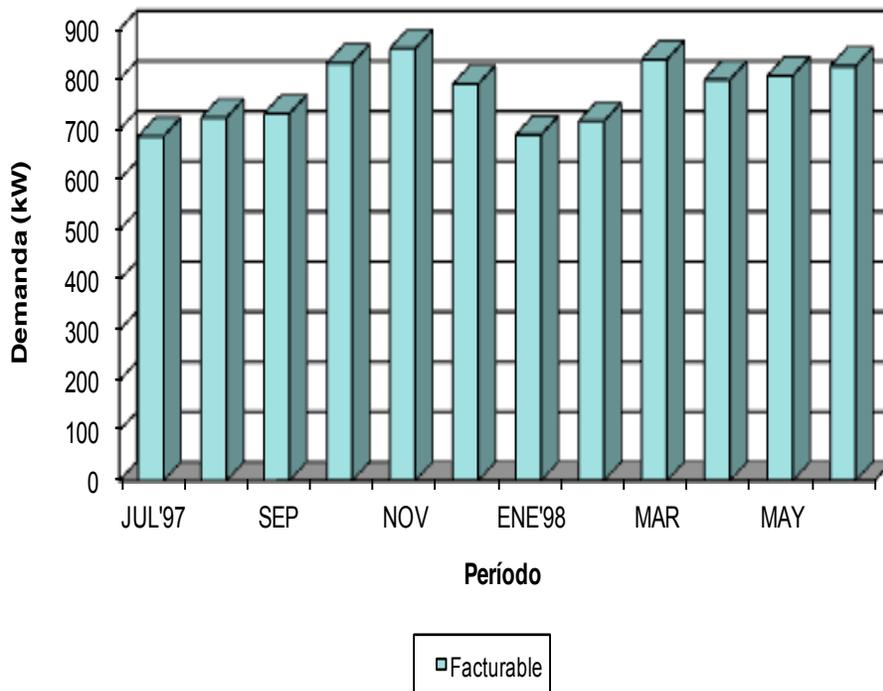
Tomando el caso de la evaluación de la facturación por compra de energía eléctrica, lo que se hace con el análisis de los recibos de la electricidad comprada, se busca elaborar la siguiente información de base:

- Diagramas unifilares
- Listado de los principales equipos
- Características de diseño de los equipos objetos del presente diagnóstico
- Diagramas de procesos
- Estadísticas de la producción
- Costumbres de operación de la instalación, área, proceso, equipo

Es recomendable contar con información mensual y elaborar promedios anuales de al menos los últimos doce meses.

Con base en los recibos de energía eléctrica se realiza el **análisis de la factura eléctrica** la que nos ayudará a determinar cuándo se presenta la mayor demanda y consumo de energía eléctrica. La demanda y el consumo deben ser comparados contra los niveles de producción de la empresa o actividades realizadas en los mismos periodos. La Figura 12 presenta un ejemplo de registros de demanda de energía (kW) para doce meses de operación de una organización.

Figura 13. Comportamiento de la Demanda de Energía Eléctrica



A partir del análisis de la facturación se obtiene información relativa a:

- ✓ Tipo de tarifa
- ✓ Costo del kWh
- ✓ Demanda máxima
- ✓ Factor de Carga
- ✓ Factor de potencia
- ✓ Costo de la energía

Tarifas: Las tarifas de energía eléctrica rigen el pago de la facturación eléctrica. En un diagnóstico es necesario conocer el tipo de tarifa en el que se contrata el servicio sobre todo si se desea realizar la evaluación económica de un proyecto de mejora de la eficiencia vinculados a reducción de consumos de energía eléctrica.

Se describen a continuación las Tarifas 2, 3 OM y HM bajo las cuales es frecuente encontrar la contratación del suministro de energía eléctrica en las PyMEs

Tarifa 2 y 3: Tarifa Generales en Baja Tensión

Las tarifas 2 y 3 se aplica a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso y se diferencian por la demanda contratada. La demanda a contratar la fijará el usuario con base a sus necesidades de potencia.

Tabla 7: Tarifa 2,3 Octubre 2011

Tarifa	Definición de Tarifa	Rango de Consumo y Costos Octubre 2011	
		REGION CENTRAL	\$*
2	Servicios general hasta 25 kW de demanda	Cargo Fijo	50.18
		- por cada uno de los primeros 50 kilowatts-hora.	2.122
		- por cada uno de los siguientes 50 kilowatts-hora.	2.567
		- por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores	2.822
3	Servicios general para más de 25 kW de demanda	Cargo por kilowatt de demanda máxima medida	227.72
		Cargo por kilowatt - hora de energía consumida	1.628

Fuente: www.cfe.gob.mx

Tarifa O-M: Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión

Esta tarifa se aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kW.

En la Tabla 8, se presentan los cargos por demanda máxima medida y por la energía consumida de la tarifa OM, para el mes de octubre de 2011, en las diferentes regiones de CFE.

Tabla 8: Tarifa OM; Octubre 2011

Región	Cargo por kilowatt de demanda máxima medida	Cargo por kilowatt - hora de energía consumida
Baja California	\$ 125.76	\$ 1.102
Baja California (verano)	\$ 138.82	\$ 1.342
Baja California Sur	\$ 136.84	\$ 1.337
Baja California Sur (verano)	\$ 153.73	\$ 1.814
Central	\$ 157.05	\$ 1.342
Noreste	\$ 144.40	\$ 1.254
Noroeste	\$ 147.42	\$ 1.245
Norte	\$ 145.00	\$ 1.254
Peninsular	\$ 162.13	\$ 1.282
Sur	\$ 157.05	\$ 1.297

Fuente: www.cfe.gob.mx

Tarifa H-M: Tarifa horaria para servicio general en media tensión

Esta tarifa se aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.

En la Tabla 9, se presentan los cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base aplicables en el mes de octubre de 2011.

Tabla 9: Tarifa HM; Octubre 2011

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Baja California	\$ 247.12	\$ 2.0936	\$ 1.0963	\$ 0.8614
Baja California Sur	\$ 237.50	\$ 1.6798	\$ 1.5214	\$ 1.0766
Central	\$ 171.24	\$ 2.0068	\$ 1.2142	\$ 1.0149
Noreste	\$ 157.43	\$ 1.8534	\$ 1.1271	\$ 0.9233
Noroeste	\$ 160.79	\$ 1.8643	\$ 1.1184	\$ 0.9371
Norte	\$ 158.20	\$ 1.8667	\$ 1.1381	\$ 0.9257
Peninsular	\$ 176.93	\$ 1.9629	\$ 1.1407	\$ 0.9396
Sur	\$ 171.24	\$ 1.9651	\$ 1.1601	\$ 0.9653

Fuente: www.cfe.gob.mx

Con base en el recibo de energía eléctrica de la empresa en análisis, se grafican las siguientes variables a fin de evaluar el comportamiento del consumo de energía y el precio de la misma:

- ✓ Consumo mensual de energía en kWh
- ✓ Demanda máxima (Tarifa OM) o facturable (Tarifa HM)
- ✓ Costo del kWh
- ✓ Factor de carga en %
- ✓ Factor de potencia en %
- ✓ Facturación eléctrica en \$

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de un recibo de energía donde se pueden apreciar los diferentes conceptos y cargos que aplica la CFE:

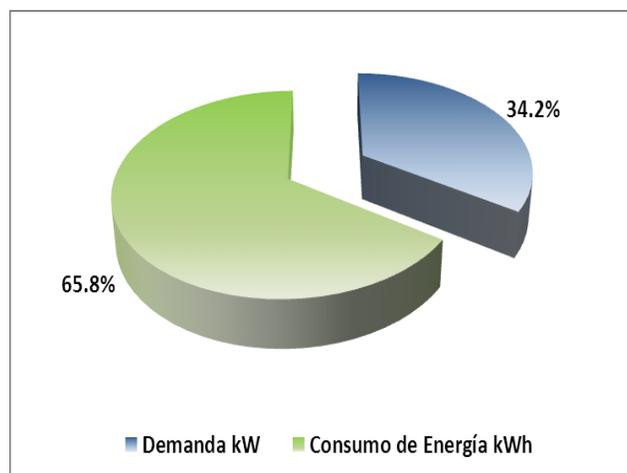
Figura 14. Ejemplo de Recibo de la CFE



Ejemplo: recibo de CFE

En la siguiente figura se muestra un balance entre los cargos que debe afrontar una empresa típica por concepto de demanda eléctrica y por consumo de energía eléctrica.

Figura 15. Porcentaje de facturación eléctrica



Fuente: Elaboración propia

El análisis del comportamiento de las gráficas anteriores nos puede proporcionar información muy valiosa para determinar en qué periodos se presenta el mayor consumo energético, el mayor precio de la electricidad, los meses en que se tiene bajo factor de potencia o factor de carga bajo.

Un mes en el cual se reporten altos costos de energía con respecto a otros meses, nos indica que algo está sucediendo en la instalación o que se tienen hábitos inadecuados de los operarios de los equipos eléctricos, lo que contribuye a una elevada facturación eléctrica.

A partir del análisis histórico de la facturación eléctrica de un cierto periodo se obtienen los valores promedio mensuales de consumo de energía en kWh, demanda facturable mensual en kW, factor de carga, factor de potencia y facturación eléctrica.

Factor de potencia: El factor de potencia es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. También podemos decir, que el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

La potencia se puede definir como la capacidad para efectuar un trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos convierten energía eléctrica en otras formas de energía como: mecánica, lumínica, térmica, química, entre otras. Esta energía corresponde a la energía útil o **potencia activa** o simplemente potencia, similar a la consumida por una resistencia y se expresa en watts (W).

Por otra parte, los motores, transformadores y en general todos los dispositivos eléctricos que hacen uso del efecto de un campo electromagnético, si bien requieren potencia activa para efectuar un trabajo útil, requieren también la llamada **potencia reactiva** que es utilizada para la generación del campo magnético y almacenaje de campo eléctrico, pero que en sí, no produce ningún trabajo. Esta potencia es expresada en volts-ampères reactivos. (VAR)

Finalmente, la **potencia aparente** es la que resulta de considerar la tensión aplicada al consumo de la corriente que éste demanda o en otras palabras es la resultante de la suma de los vectores de la potencia activa y la potencia reactiva. Esta potencia es expresada en volts-ampères (VA)

Tomado los conceptos presentados podemos decir que el factor de potencia es la relación entre las potencias activa o potencia real de trabajo y la potencia aparente o la total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Este cociente será siempre menor a uno, pero mientras más bajo se hace, nos indica que una menor cantidad de la potencia consumida fue realmente potencia que se empleo para un trabajo útil. De allí que nos interese que sea lo más próximo a la unidad.

Entre las principales consecuencias de un bajo factor de potencia podemos mencionar un aumento en la corriente y un aumento en la caída de tensión resultando en un insuficiente suministro de potencia a las cargas. Estas desventajas afectan también al productor y al distribuidor de energía eléctrica, de allí que se suele penalizar al usuario con factor de potencia bajo haciendo que pague más por su electricidad.

El factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga. Un factor de potencia menor al 90% puede ocasionar una penalización por parte de la CFE.

Factor de carga: Relación entre el consumo en un período de tiempo especificado y el consumo que resultaría de considerar la demanda máxima de forma continua en ese mismo período. Un factor de carga bajo arroja costos altos de kWh debido a que no aprovechamos adecuadamente los equipos en una instalación.

Inspección Visual de las Instalaciones y Levantamiento de Equipos Ineficientes: Se debe realizar un recorrido por las instalaciones de la empresa a fin de realizar un reconocimiento inicial con el objetivo de determinar desperdicios evidentes de energía y los primeros potenciales de ahorro. Con base en este recorrido y con base en un plan de trabajo se realiza un intercambio de información con los operarios del inmueble, instalación o planta industrial a fin de intercambiar diversos puntos de vista y obtener información valiosa que se necesitará para la evaluación de gabinete de las medidas de ahorro.

En esta etapa se identifican los equipos más antiguos y obsoletos y se incorporan en bases de datos y formatos para su posterior evaluación energética.



- ✓ Se registra en el inventario de equipos:
- ✓ Datos de placa y horas de uso
- ✓ Tipo de equipos, marca, modelo y capacidad
- ✓ Áreas en que se encuentran instalados
- ✓ Detección de fugas y desperdicios
- ✓ Frecuencia del mantenimiento

Toda la información se registra en formatos pre elaborados como los que se presentan en el Anexo de Formatos de este manual.

Mediciones complementarias de campo: Las mediciones de campo permiten obtener un mayor grado de detalle sobre la distribución de consumos en sistemas y equipos, lo cual no suele estar disponible dentro de una empresa. Con esto podemos identificar los sistemas y equipos de mayor consumo, el perfil de carga de los mismos para saber si están sobredimensionados, en sobrecarga o en condiciones óptimas de operación y finalmente obtener información para confeccionar balances de energía en unidades de proceso, sistemas y equipos.

Para el caso de mediciones eléctricas los especialistas a cargo de un diagnóstico energético suelen emplear los siguientes equipos de medición:

- Analizador de redes eléctricas programable, que mide, calcula y registra en memoria (y/o impresora) los principales parámetros eléctricos en sistemas monofásicos y trifásicos:
 - Analiza cómo es usada la energía y el costo que esta representa
 - Análisis de la demanda máxima
 - Análisis de la calidad de la energía
 - Análisis de armónicos
 - Problemas de distribución y equipos eléctricos
 - Índice de carga de transformadores
 - Análisis de motores eléctricos

- Para la localización de fallos, antes de que éstos se vuelvan costosos o perjudiciales. Los problemas de difícil localización la causa de transformador sobrecalentado, un conductor neutro sobrecargado, un tablero eléctrico vibrante.
- El analizador de redes es idóneo para análisis y la optimización del rendimiento de los sistemas de potencia.
- Multímetros portátiles.
- Luxómetros o radiómetros para medir niveles de iluminación.
- Termómetro infrarrojo para determinar la temperatura de puntos calientes en cables o carcasas de equipos como transformadores, motores, compresores, etc.
- Medidor de Humedad.
- Medidor de flujo ultrasónico para determinar los volúmenes de los diferentes fluidos.
- Medidor de flujo de aire.
- Tacómetro.

En la Tabla 10 se presenta un ejemplo de mediciones realizadas en equipos electromotrices.

Tabla 10: Ejemplo de Mediciones Eléctricas

No.	Número de referencia	VOLTAJE (Volts)			CORRIENTE (Amperes)			POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA APARENTE (kva)	F.P. (fracción)		
		A	B	C	A	B	C			A	B	C
33	P-7727	266	297	259	81.4	81.8	83.4	55.5	67.6	0.78	0.83	0.86
34	P-7728	259	297	267	92.4	91.1	91.6	64.3	75.4	0.89	0.87	0.82
35	P-7728s	259	297	267	94.9	93.7	93.4	68	78	0.91	0.88	0.84
36	MP-1406s	258	236	256	11.28	11.37	11.27	7.6	8.8	0.87	0.88	0.88
37	CV-7708	295	265	257	56.8	55.3	56.3	35.1	45.9	0.77	0.70	0.82
38	P-7704	253	292	263	58.3	59.2	58.8	39.2	44.2	0.86	0.83	0.78
39	P-7705	251	293	264	66.9	67.2	67.1	45.8	55.1	0.88	0.85	0.80
40	P-7703	254	291	265	62.2	62.9	63.2	46.6	50.8	0.94	0.93	0.88
41	CV-7707	295	265	258	39.4	39.6	39.6	27.8	32.3	0.87	0.82	0.90
42	CV-7701/CTE-7701	265	292	255	26.5	27.3	27.3	17.7	21.9	0.76	0.82	0.85
43	CV-7702/CTE-7702	264	254	292	30.5	30.9	31.7	20.50	25.3	0.76	0.86	0.83
44	P-7808	264	294	256	11.26	11.26	11.68	8.20	9.4	0.84	0.89	0.91
45	P-7808s	294	255	265	10.62	10.37	10.33	7.3	8.4	0.87	0.91	0.82
46	MG-316	134	134.3	134	0.64	0.13	0.63	0.091	0.187	0.60	0.18	0.32
47	P-308	132	133.4	132.8	6.06	6.02	5.96	1.6	1.39	0.39	0.51	0.77
48	P-308s	133.4	132.3	131.5	3.4	3.73	4.47	0.83	1.53	0.39	0.51	0.77
49	MG-313	133.8	133.4	132.8	6.72	6.67	6.61	1.44	2.67	0.56	0.52	0.56
50	MG-314	134.2	134.4	133.8	5.64	5.23	5.32	1.54	2.17	0.79	0.63	0.75
51	P-322	132.7	132.2	133	9.37	9.7	9.73	2.41	3.83	0.63	0.63	0.63
52	P-322s	132.2	131.4	132	8.89	9.38	8.67	2.71	2.54	0.75	0.79	0.75
53	P-706	122.2	132.1	130.6	4.93	5.06	4.6	0.97	1.87	0.56	0.49	0.51
54	P-212	132.4	131.9	130.4	9.55	9.62	8.97	2.54	3.71	0.66	0.66	0.70
55	P-215	131.9	131.5	129.3	5.96	0.17	5.95	0.87	1.56	0.18	0.58	0.94
56	P-219	131.3	131.5	129.7	4.96	6.92	6.37	1.7	2.39	0.72	0.72	0.69
57	P-226s	273	375	240	6.44	6.23	6.36	2.06	4.79	0.44	0.35	0.49
58	P-212s	131.5	131.2	130.2	8.33	8.36	8.27	2.53	3.28	0.78	0.76	0.78
59	P-219s	131.6	130.7	131.3	7.76	7.4	7.72	1.93	3.01	0.62	0.63	0.67
60	P-226	243	252	242	12.43	10.9	12.48	3.78	8.79	0.43	0.4	0.46
61	P-7304	132.9	132.9	131.8	11.3	10.47	10.14	3.7	4.23	0.88	0.84	0.90
62	BL-9013	133.1	134.1	133.4	39.3	31.4	30.8	9.5	13.5	0.72	0.59	0.80
63	P-9018	132	132	133	13.8	14.3	14.4	5.11	5.63	0.90	0.91	0.91
64	MP-7709s	294	255	264	208	181	211	132	163	0.81	0.84	0.77
65	BV-9403	132.9	132.7	132.6	82.5	82.4	80.5	3.0	32.6	0.93	0.91	0.92
66	P-4041s	267	286	258	0.34	0.62	0.27	2.1	3.35	0.20	0.80	0.72

Fuente: Elaboración Propia

Las siguientes figuras muestran fotografías de equipos de medición empleados en un diagnóstico energético de variables eléctricas:



La información obtenida se vacía en formatos pre-elaborados, los cuales se utilizarán para la evaluación energética de los sistemas y equipos para optimizar su operación o en su caso proponer su sustitución por otros de alta eficiencia energética.

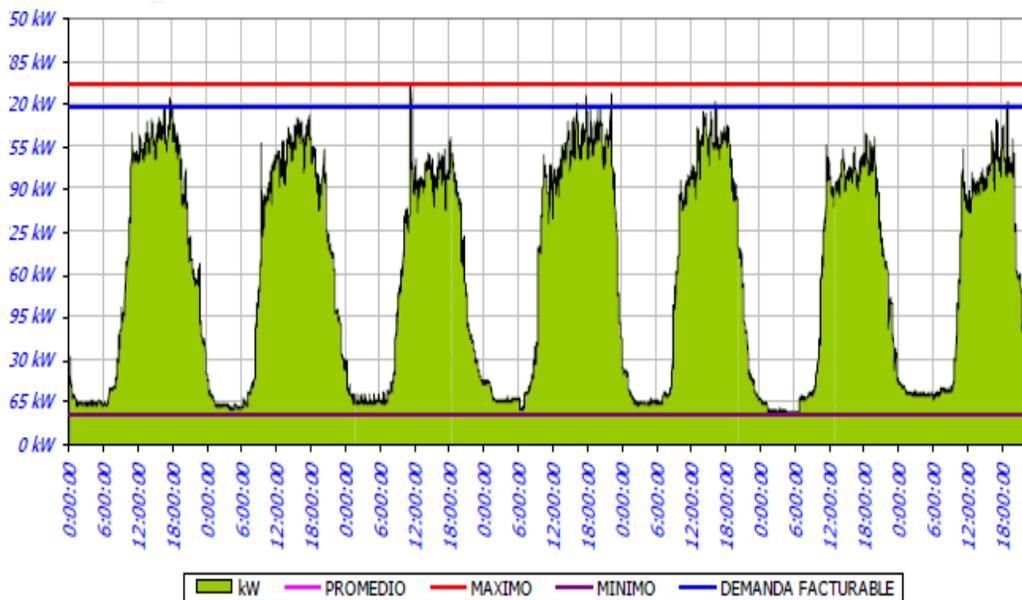
Balance energético y distribución del consumo en las Instalaciones de una PyME: Con base en las mediciones de campo complementarias realizadas, se procede a realizar un balance de energía para conocer cómo se distribuye la misma en los diferentes equipos de las instalaciones de la empresa.

Para el caso de equipos que consumen energía eléctrica, las mediciones de campo permitirán obtener información para elaborar perfiles de carga de los equipos de mayor consumo, potencias eléctricas y variables de calidad de la energía.

Las mediciones se realizan desde nivel acometida en los diferentes transformadores de la empresa, hasta de manera individual en los equipos más representativos y se debe definir si se deben realizar mediciones puntuales o continuas según sea el caso de los equipos a evaluar.

En la Tabla 15 se muestra un perfil de carga obtenido para un inmueble completo.

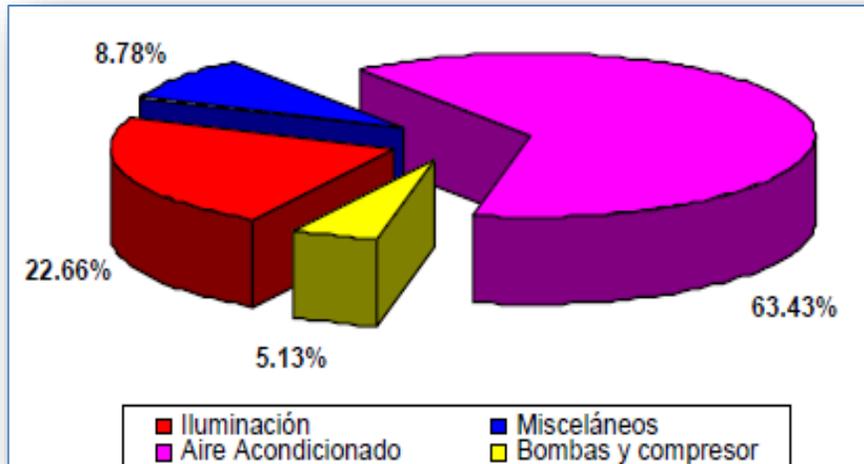
Figura 16. Perfil de carga en una semana



Fuente: Elaboración propia

Con esta información se puede realizar un balance de energía de toda la carga eléctrica de la instalación, tal como se muestra en la siguiente figura 16:

Figura 17. Consumo de energía Mensual kWh

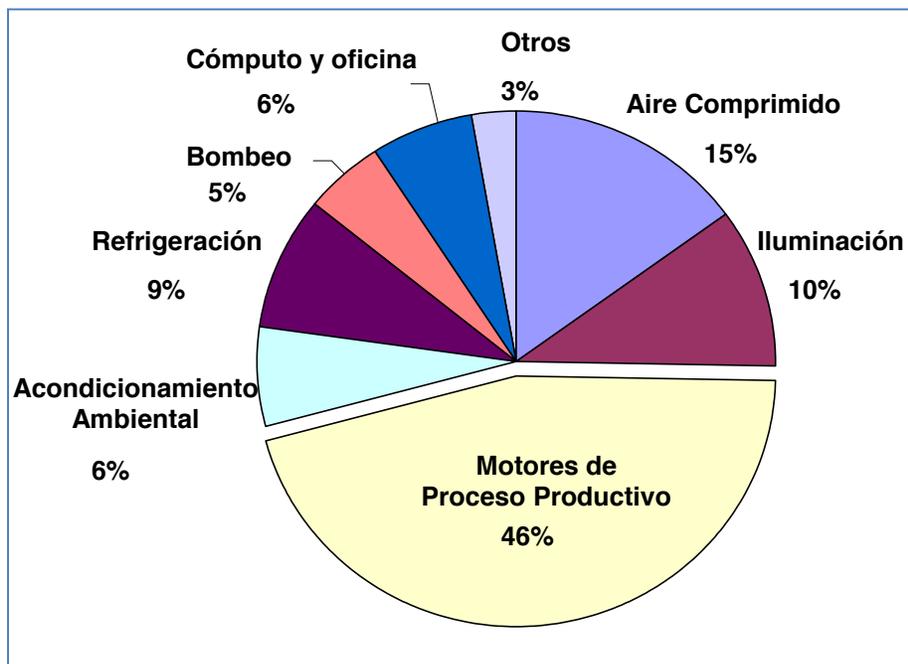


Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la

Figura 18 se presenta la distribución de la energía eléctrica por uso final en el sector industrial, a través de 2,250 encuestas aplicada a empresas mexicanas.

Figura 18. Distribución Media de la carga eléctrica



Fuente: Portafolio de tecnologías eficientes MIPYMES; USAID.

Procesamiento de Información y Análisis de Resultados: Con la información recopilada se procede a evaluar medidas de ahorro a ser contempladas. La evaluación de equipos ineficientes debe realizarse a partir de la siguiente información de base:

- Potencias y consumos de equipos instalados
- Especificaciones técnicas
- Mediciones congruentes
- Eficiencias de equipos actuales
- Catálogos, especificaciones y precios de equipos eficientes
- Hojas de cálculo de evaluación
- Formatos para elaboración de propuestas

Cada una de las propuestas de proyectos a evaluar deberá incluir la siguiente información (se toma un ejemplo para el caso de equipos consumidores de energía eléctrica):

- Antecedentes de la empresa, giro empresarial y descripción del proceso
- Objetivo del proyecto
- Análisis de la facturación eléctrica del usuario y costo de la energía
- Resultados de mediciones eléctricas y gráficas de comportamiento de equipos y sistemas
- Consumos de energía de equipos ineficientes
- Consumos energéticos propuestos para equipos eficientes
- Cálculo de ahorros energéticos y económicos del proyecto
- Tiempos de recuperación de la inversión y rentabilidad del proyecto

Áreas de Oportunidad más frecuentes para lograr ahorros de energía eléctrica en las PyMEs son: iluminación, aire acondicionado, motores eléctricos, compresores de aire, refrigeradores comerciales, control y automatización, aislamiento térmico, cambio de tarifa y optimización del proceso

2.2 Identificación de Medidas de Ahorro Energético sin Inversión y con Inversión

Selección de las medidas ahorradoras a implementar: En esta etapa se realizará la clasificación jerárquica de los proyectos sobre la base del Tiempo de Recuperación de la Inversión y Tasa Interna de Retorno.

Con relación al tiempo de recuperación (simple y compuesto⁴), se distingue entre proyectos de recuperación:

a) *Inmediatos:* aquellos que no requieren inversiones, algunos ejemplos son:

- Eliminación de desperdicios como producto de cambio de hábitos y similares.

⁴ Esto conceptos son explicados en el apartado 3.2

- Reducción del tiempo de acondicionamiento del aire en una hora y media, para algunas zonas.
- Aprovechamiento de la luz natural al máximo, apagando los sistemas de iluminación que la reciban.
- Reubicación de fotocopiadoras y equipos generadores de calor a zonas separadas de la alta concentración de personal.
- Limpieza de serpentines, turbinas y filtros de manejadoras de aire.
- Ajuste de las presiones de succión y descarga de compresores.
- Adopción de un método de mantenimiento permanente que sea predictivo y preventivo.
- Ajuste del funcionamiento de válvulas de control de capacidad en compresores refrigerantes.

b) A corto plazo. Son aquellas cuya inversión es mínima y se recupera en menos de dos años.

Por ejemplo:

- Corrección del factor de potencia.
- Eliminación de pérdidas y fugas de aire.
- Instalación de persianas, cortinas o películas altamente reflejantes en cristales.
- Instalación de un sistema de control eficaz en la distribución de aire acondicionado.
- Regulación de temperatura del agua de enfriamiento de condensadores.
- Separación de circuitos eléctricos para el control de sistemas de iluminación.
- Redimensionamiento del sistema de bombeo.

c) Mediano plazo. Son acciones en las cuales la inversión es tal que los beneficios con ahorro de energía permiten un tiempo de recuperación no mayor a 3 años. Por ejemplo:

- Cambio de la tarifa eléctrica.
- Instalación de parasoles en la parte superior de ambos edificios.
- Optimización de torre de enfriamiento.
- Acoplamiento de equipos de iluminación ahorradores de energía.
- Control y automatización de los sistemas de iluminación.
- Rediseño de la iluminación.
- Instalación de convertidores de frecuencia en las bombas.
- Automatización de los sistemas de control y tracción de elevadores.

d) Largo plazo. Son acciones en las cuales el beneficio por ahorro de energía es importante, sin embargo, la inversión es de una magnitud que ocasiona tiempos de recuperación no menores a 3 años. Por ejemplo:

- Sustitución de compresores recíprocos por equipos de tipo tornillo
- Sustitución de los motores actuales por equipos de alta eficiencia en bombas y elevadores.
- Modificación de las computadoras actuales a Energy Star o adquisición de nuevos equipos con esta característica.
- Modernización tecnológica del equipo generador de aire acondicionado.
- Sustitución de sistemas de enfriamiento de aire ineficientes por de alta eficiencia.

La tasa Interna de Retorno de las Inversiones. Se utilizará para señalar los proyectos más rentables, sin importar el tiempo de recuperación.

2.3 Cartera de Proyectos y Recomendaciones

Un trabajo de diagnóstico de desempeño energético debe concluir con la elaboración de un resumen de las medidas de ahorro evaluadas, sus beneficios energéticos, económicos, tiempos en que se recupera la inversión de cada proyecto, así como las conclusiones y recomendaciones más relevantes detectadas durante el estudio. Suele ser de gran utilidad volcar toda esta información en cuadros resúmenes como el que se presenta en la siguiente tabla:

MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN CONSUMO (kWh / Año)	AHORRO ECONÓMICO ANUAL (\$)	INVERSIÓN TOTAL \$	PERIODO DE RECUPERACIÓN (Años)
Motores Eléctricos					
Iluminación					
Aire Acondicionado					
Aire Comprimido					
Total					

Con base en los resultados del diagnóstico los directivos de la empresa cuentan con los elementos suficientes para elegir aquellas medidas de ahorro que resulten las más viables para su ejecución.

2.4 Aplicación de Acciones Correctivas.

Una vez evaluadas las distintas medidas de ahorro identificadas, tanto desde el punto de vista energético y monetario (ahorros de energía y de dinero), junto con la inversión para llevar a cabo dicha acción; el paso que sigue es seleccionar e implementar aquellas medidas que resulten más atractivas y que cumplan con las expectativas y políticas de la empresa.

Sin embargo las medidas de ahorro pueden implementarse de manera paulatina de acuerdo a la cartera de proyectos previamente establecida e inclusive si el industrial o empresario está decidido a modernizarse tecnológicamente, las acciones pueden aun ser de largo plazo. Desde luego, la planta o proceso productivo será mucho más eficiente y podrá competir en mejor forma ante el mercado nacional e inclusive internacional.

2.5 Programa de Seguimiento

Un programa de seguimiento se establece para analizar la evolución del consumo de energía antes y después de la implementación de acciones de ahorro energético.

Los elementos que integran un Programa de seguimiento son:

- ✓ Diseño y establecimiento de Índices Energéticos
- ✓ Diseño de una contabilidad energética

2.5.1 Diseño y Establecimiento de Indicadores Energéticos

Los índices son utilizados como una medida del desempeño energético y su comparación con índices similares que sirven de referencia permiten identificar el potencial de ahorro económico.

Debe tenerse cuidado cuando se usen estos indicadores, ya que las empresas y los equipos no pueden funcionar siempre de la misma forma y el consumo de energía será afectado por las variaciones en el funcionamiento. Por esta razón, los índices energéticos se tienen que diseñar internamente en cada empresa a lo largo de cierto tiempo. Un ejemplo de estos índices de desempeño energético sería construir la razón entre el consumo total de energía eléctrica y la producción de la empresa, todo para un periodo de por ejemplo un año:

$$\frac{\text{Energía consumida en un período determinado de tiempo}}{\text{Producción en el mismo período de tiempo}}$$

El consumo de energía puede ser kWh, GJ, Kcal, toneladas de vapor, etc. y la producción será en toneladas, litros, piezas, etc. Esto dependerá de las variables utilizadas en la empresa. Para los fines de la presente metodología se utilizarán los kWh para el consumo de energía y las toneladas para la producción. De esta manera, el índice construido nos dice el consumo específico de energía eléctrica por cada unidad (medida en toneladas, litros, pieza, etc.), de producto.

Habiendo seleccionado el índice apropiado, es necesario ponerlo a prueba. Esto se hace controlando el consumo de energía y el índice por un cierto período de tiempo y determinando cuán exacto y efectivo es como indicador.

En la siguiente

Tabla 11 se presentan los datos de consumo de energía eléctrica, producción e índices energéticos de una empresa.

Tabla 11: Índices energéticos de una empresa que procesa alimentos

Mes	Consumo Mensual kWh	Demanda kW	Semillas Procesadas Toneladas [t]	Índice Energético kWh/t
Abril	673,135	1,499	13,326	50.513
Mayo	841,080	1,416	17,797	47.259
Junio	701,659	1,484	13,685	51.272
Julio	773,781	1,384	15,293	50.597
Agosto	788,760	1,394	16,793	46.969
Sep.	776,470	1,338	15,858	48.964

Oct.	707,681	1,414	15,381	46.010
Nov.	750,960	1,408	15,384	48.814
Dic.	874,995	1,582	19,508	44.853
Ene	650,477	1,453	14,530	44.767
Feb	802,159	1,301	17,581	45.626
Mar	756,013	1,310	15,668	48.252
Promedio	758,097.5	1,415	15,900	47.824

Fuente: Elaboración Propia

El potencial de ahorro de energía teórico o ideal de esta empresa es el de trabajar con el **mínimo índice energético**, que en este caso fue en el mes de enero con 44.767 kWh/ tonelada y el cual se puede tomar como valor de referencia.

Si comparamos el índice energético promedio (47.824 kWh / ton) contra el mínimo obtenido tendremos un potencial de ahorro de:

$$47.824 - 44.767 = 3.057 \text{ kWh/ tonelada}$$
$$3.057 \text{ kWh/ ton} \times 15,900 \text{ ton/mes} = 48,606 \text{ kWh/mes}$$

Si multiplicamos este consumo de energía eléctrica por el costo promedio del kWh obtendremos el ahorro económico que se podría obtener de mejorar el desempeño energético. En la práctica la situación suele ser un poco más compleja ya que las variaciones de consumo de energía suelen responder a factores que no siempre son fácilmente modificables como para llegar al consumo mínimo deseado

Mientras menor es el valor del índice energético, se interpreta que la empresa es más eficiente en el consumo de energía, lo que resulta de estar aplicando medidas de ahorro de energía eléctrica, disminuir sus desperdicios energéticos y mejorando sus prácticas en el uso y operación de sus equipos y sistemas.

Ventajas de los Índices Energéticos: Establece la tendencia del consumo de energía de la empresa, permite establecer metas para lograrse en el corto plazo, permite la comparación de la empresa con sí misma, permite la comparación entre empresas del mismo giro empresarial, permite realizar pronósticos de consumo de energía.

Desventajas: Un incremento de carga eléctrica en las instalaciones puede provocar un incremento del índice energético, además de que la medición de energía es global para toda la instalación. (Para subsanar esta deficiencia es necesario contar con la instrumentación adecuada para elaborar un balance de materia y energía). Este índice sólo brinda una información general y no toma en cuenta distintos factores que pueden afectar el consumo como por ejemplo variaciones en el tipo de materia prima utilizada en los procesos de producción.

La aplicación de los índices energéticos tiene mayor importancia en el seguimiento y evaluación de los programas de ahorro de energía por unidad de proceso y a nivel de centro de trabajo.

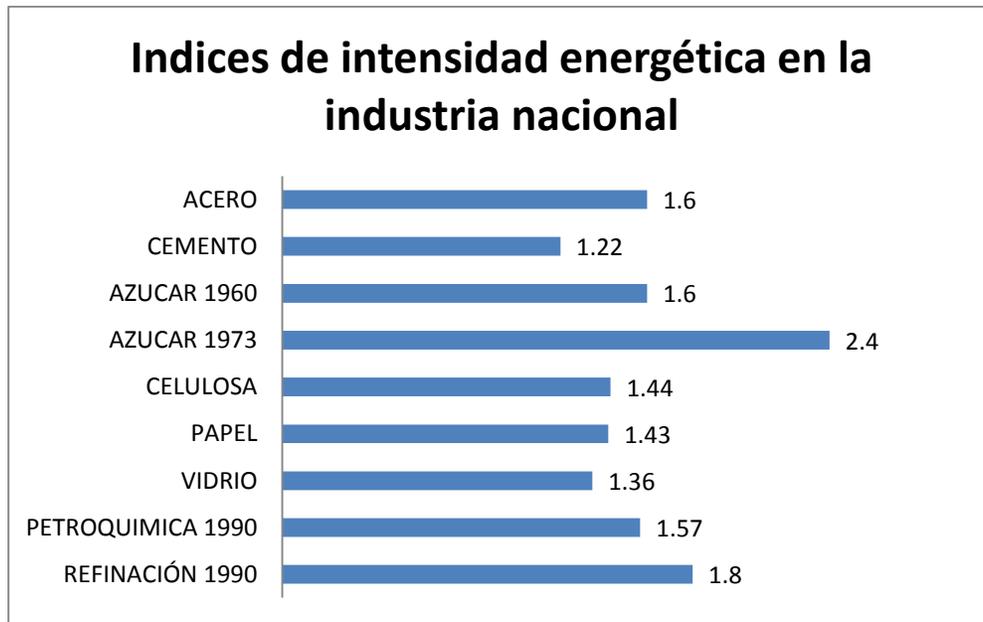
La captura, procesamiento e incorporación de la información en bases de datos, permite el seguimiento de los programas de ahorro de energía, a fin de presentarlos a las autoridades de

la empresa para revisar el avance de logros obtenidos por la aplicación de medidas de ahorro. Estos avances dan certeza a los directivos de la empresa para disponer de presupuestos de operación o inversión considerados para el programa de ahorro de energía.

En la

Figura 19 se muestran diversos índices de intensidad energética de diversas industrias típicas a nivel nacional.

Figura 19. Índices de intensidad energética en la industria nacional



Fuente: Índices Energéticos.- Ing. René Hernández Pérez, Petróleos Mexicanos.

Las medidas de ahorro de energía implantadas en una empresa son de verdadero impacto en sus costos de operación y el llevar en forma estadística el control de los consumos de energía eléctrica y su comparación con los niveles de producción, nos permite conocer si las medidas de ahorro energético están impactando en el consumo global de la empresa.

Es importante reconocer que conforme se aplican medidas de ahorro el índice energético tiende a disminuir. Además, los resultados obtenidos son un aliciente para seguir en el proceso de implantación de más proyectos de ahorro de energía.

2.5.2 Contabilidad Energética

Muchas empresas se preguntan por qué algunos meses cuesta más cara la energía eléctrica que otros, por lo que es importante en primer término llevar un registro de las diferentes variables que intervienen en nuestra factura eléctrica (véase Tabla 12)

Tabla 12: Ejemplo de Registro de información del Recibo de CFE

Mes	Consumo Mensual	Demanda kW	Factor de Potencia %	Factor de Carga %	Precio Medio \$
-----	-----------------	------------	----------------------	-------------------	-----------------

	kWh/mes				
Enero	20,520	85	93.92	16	1.69
Febrero	33,152	101	90.03	24	1.66
Marzo	39,556	101	90.05	25	1.62
Abril	39,234	76	89.28	51	1.40
Mayo	38,520	74	87.11	26	1.34
Junio	37,440	69	84.56	28	1.36
Julio	49,980	113	90.65	30	1.42
Agosto	40,680	94	90.18	26	1.42
Septiembre	36,780	73	87.57	25	1.39
Octubre	40,680	83	99.99	69	1.33
Noviembre	34,020	100	93.83	25	1.45
Diciembre	23,460	82	98.65	19	1.51
Promedio	36,169	88	91	30	1.47

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se puede investigar aquellos meses donde fue más caro el kWh y revisar en las instalaciones que fue lo que sucedió: aumentó la carga por la instalación de más equipos, hubo mayor producción en la empresa o si los operarios de los equipos y sistemas eléctricos realizaron un uso inadecuado de los mismos provocando desperdicios.

Del mismo modo existen otras variables de suma importancia que hay que estar monitoreando mes a mes como es el Factor de Carga, Factor de Potencia, Demanda Máxima o Facturable, Consumo de Energía, a fin de analizar cuándo se presentan los mayores consumos o gastos de la facturación a fin de tomar las medidas correctivas que correspondan.

La contabilidad energética nos permite llevar un control de los consumos de energía y comparar los consumos de energía obtenidos después de la implementación de acciones correctivas de ahorro energético con los valores antes de implementar estas medidas.

La diferencia de los escenarios ineficiente y eficiente nos da los ahorros energéticos obtenidos. En el caso de empresas industriales hay que tener presente que cuando existe una variación en los niveles de producción los consumos varían y los ahorros pueden no identificarse tan fácilmente, por lo que es importante en muchas ocasiones realizar mediciones eléctricas directamente en los equipos para comparar sus consumos después de instalar los eficientes.

2.6 Gestión energética: cómo implementar un programa de gestión energética en una PyME

2.6.1 La Gestión Energética

El mercado de la eficiencia energética en México cuenta con una larga trayectoria pero ha reducido su actividad al desarrollo de un producto muy puntual como la realización de estudios

de diagnóstico de desempeño energético (auditorías energéticas), como única herramienta relacionada con la gestión de los recursos energéticos de una organización.

Si bien los diagnósticos energéticos buscan ofrecer alternativas que permitan disminuir consumos energéticos y con ellos los costos asociados, tienen mayor impacto cuando se insertan dentro de un programa de gestión integral de la organización.

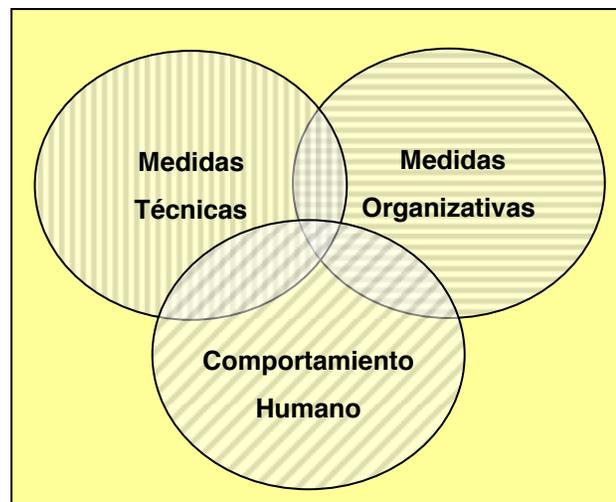
Entonces, un diagnóstico energético no debe ser visto entonces, como una actividad aislada o un objetivo en sí mismo, sino como una herramienta, inserta dentro de un programa de gestión, que la empresa implementa hacia una mejora de su desempeño energético.

Un programa de gestión energética, contempla acciones dentro de las cuales se encuentra considerado el diagnóstico energético, como un instrumento para obtener información e identificar oportunidades de mejora.

Lamentablemente, en la mayoría de los casos, se observa la ausencia de programa de gestión energética alguno y la empresa toma un primer contacto con el conocimiento y gestión de sus recursos a través de la realización de un diagnóstico.

La Gestión Energética, se define como un conjunto de medidas técnicas, organizativas y de comportamiento, orientadas al uso racional de la energía y por lo tanto a la eficiencia de los costos energéticos (Véase Figura 20).

Figura 20. La gestión energética como una combinación de medidas



Medidas Técnicas

- Tecnologías eficientes
- Sistemas de control
- Optimización de procesos

Comportamiento humano

- Motivación
- Capacitación
- Concientización

Medidas Organizativas

- Implementar un programa de gestión
- Monitoreo del consumo
- Contabilidad energética
- Planificar auditorías energéticas rutinarias

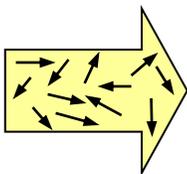
La gestión es una herramienta de administración que involucra acciones que se realizan para conocer, planear, evaluar, organizar, supervisar o dirigir, integrar y controlar los consumos y usos de los energéticos en una empresa. Es en consecuencia, el mecanismo para el manejo y

control de todas las operaciones energéticas. Las actividades correspondientes de la administración de la energía son actividades en las que, de alguna forma, todo personal debe de tomar parte. Sin embargo, uno de los principales requisitos para que estas actividades tengan éxito es el compromiso y apoyo del dueño o dueños de la empresa

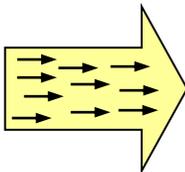
Es importante entender que la gestión energética es algo más que el ahorro ocasional de energía que se realiza de forma incidental o espontánea a través de medidas puntuales.

Constituye en realidad, una vía sistemática hacia un uso eficiente de recursos energéticos que se manifiesta como un programa de gestión que toma en consideración a toda la empresa y debe ser considerado como parte integral de la gestión empresarial.

Los programas de gestión sólo tienen éxito en generar mejoras en el desempeño de una organización, cuando tienen un sentido claro de la dirección que persigue y cuando proporciona una visión estratégica del proceso de obtener mejoras.



La organización sigue un rumbo pero sus avances son "la resultante" de un conjunto de medidas aisladas.



La organización planifica sus actividades de acuerdo a un objetivo definido y a una estrategia claramente diseñada. Los esfuerzos no son medidas aisladas y están claramente alineados con esta estrategia.

El objetivo primario de la gestión energética será en todo momento lograr una reducción de los costos ocasionados por el consumo de energía en la empresa, a partir del uso eficiente de los recursos productivos, lo que lleva a una mejora de los consumos específicos (energía utilizada por unidad de producto), y con ello a un aumento de la competitividad de la empresa.

Principios de la Gestión Energética: Los principios básicos de la gestión energética, que deben ser considerados al aplicar un programa respectivo, son:

1. El objetivo fundamental de la gestión energética es económico, es decir, reducir los costos energéticos.
2. El consumo de energía debe ser considerado como un costo variable y no como una parte de los costos fijos.
3. Un programa de gestión energética se debe concentrar en aquellas áreas y en aquellos flujos de energía que presentan los potenciales más altos de ahorro.

2.6.2 Un enfoque simplificado: La metodología de los 5 pasos

Un planteo simplificado y de fácil interpretación para la implementación de un programa de gestión energética es el conocido como Método de los 5 pasos⁵. Esta metodología nos permitirá realizar un primer acercamiento para conocer las herramientas administrativas contempladas en cualquier programa de gestión.

Se presenta a continuación un esquema de este método:



Para entender este proceso, se presentan algunos detalles del mismo:

1° Compromiso: El compromiso es necesario obtenerlo tanto en los altos niveles gerenciales de la organización, como en los niveles operativos. Para lograr el compromiso requerido, es necesario explicar claramente a toda la organización el programa de gestión propuesto así como los beneficios que se espera obtener de su implementación.

⁵ Organizing energy management. Good Practice Guide 119. The Carbon Trust
www.energy-efficiency.gov.uk; www.thecarbontrust.co.uk/energy.

2° Conocer y entender: Este paso atiende la etapa de diseño de un proceso que nos lleve a mejorar el desempeño energético de la organización. Para iniciar este proceso, debemos proceder, como primera medida, a reconocer cual es la situación de partida de la organización en lo concerniente al manejo de los recursos energéticos involucrados en sus procesos productivos. Conociendo el nivel de desempeño energético actual, podremos luego imaginar la situación futura que queremos alcanzar, esto es establecer objetivos y metas en términos de consumo en particular y gestión en general.

Debemos luego construir un puente que vincule el estado actual con el estado deseado, o sea que nos permita alcanzar los objetivos planteados en términos energéticos, transitando el proceso de transformación y cambios requerido. Seguramente existen muchos caminos para comunicar estos dos puntos y el que escojamos debe verse como la estrategia seleccionada en materia energética.

3° Planificar y organizar: Los objetivos estratégicos serán alcanzados sólo si son conducidos día a día con acciones tácticas cuidadosamente planificadas. Este paso es el más detallado de todos y contempla: Generar una política en la empresa, Fijas objetivos y metas, Desarrollar un plan de acción detallado, Asignar roles y responsabilidades para la ejecución de este plan

4° Implementar: Este es el momento donde todo el trabajo de preparación comienza a rendir frutos. El plan de acción se ejecuta comenzando por aquellas medidas de bajo o ningún costo que generan beneficios inmediatos. Estos resultados deben ser empleados para lograr mayor participación y compromiso a todos los niveles de la organización.

5° Control y monitoreo: Una vez que ha comenzado el programa de mejoras es importante realizar revisiones regulares que permiten obtener reportes de avances y ajuste a los objetivos, metas y fechas fijadas.

2.6.3 Programa de Gestión Energética en las PyMEs

Es recomendable formar un grupo interno que se ocupe del programa o contratar a un grupo externo de especialistas que se encargue de llevar a cabo el mismo.

Los recursos externos, pueden asistir/proveer básicamente:

- Realización de auditorías o diagnósticos energéticos.
- Asistencia técnica especializada.
- Aparatos de control y medición sofisticados.
- Análisis de rentabilidad del proyecto de ahorro de energía
- Seleccionar adecuadamente el equipo de alta eficiencia adecuado para su proceso,

A continuación se presentan algunos consejos que deben ser tenidos en cuenta al momento de seleccionar los servicios de una firma de consultoría en eficiencia energética:

1. Que sea una firma consultora certificada por FIDE o CONUEE
2. Que tenga experiencia en proyectos de ahorro de energía realizados en instalaciones similares a donde se espera contratarlo
3. Que cuente con especialistas calificados
4. La firma consultora debe tener equipo de medición acorde al proyecto a realizar

5. Haber realizado proyectos de aplicación de medidas y no sólo diagnósticos
6. Que tenga relación directa con fabricantes y proveedores de equipos de alta eficiencia y que ofrezca soporte técnico en la instalación de equipos
7. En la medida de lo posible que garantice los ahorros de energía del proyecto

2.7 Evaluación de Medidas y Potenciales de Ahorro Energético por Tipo de Tecnología

2.7.1 Sistemas de Iluminación

2.7.1.1 Lámpara Incandescente

La lámpara incandescente se compone de un filamento de alambre encerrado en un bombillo ó bulbo, relleno de determinado gas ó simplemente al vacío. Al aplicársele voltaje a la lámpara, la corriente que circula por el filamento eleva la temperatura de éste hasta el punto de incandescencia, emitiéndose energía radiante en forma de luz y calor.



Lámpara Incandescente

Debido a ese fenómeno físico, el 95% del total de la energía eléctrica que consume una lámpara incandescente para emitir luz se pierde por disipación de calor al medio ambiente, sin que esa pérdida reporte ningún beneficio útil. Por lo tanto se consideran muy ineficientes energéticamente.

2.7.1.2 Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC)

Las LFC son dispositivos para la emisión de luz que funcionan en forma modular con un balastro y cuentan con un casquillo similar al de las lámparas incandescentes, lo que permite que sean usadas en los mismos dispositivos que aquellas.

La LFC está formada por un tubo fino de vidrio revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, sometidos a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica y en los extremos del tubo existen dos filamentos hechos de tungsteno.

En estas lámparas las pérdidas por disipación de calor son mínimas y gran parte de la energía consumida es transformada en flujo luminoso, razón por la cual las LFC fueron bautizadas como lámparas ahorradora.

Para cada foco o lámpara incandescente, existe una lámpara ahorradora equivalente que la puede sustituir y esto lo podemos observar en la Tabla 13.

Tabla 13. Comparativo de foco por LFC a sustituir

Foco Convencional Watts	Lámpara Ahorradora Watts	Ahorro Watts	Ahorro %
-------------------------	--------------------------	--------------	----------

60	15	45	75 %
75	20	55	73 %
100	23	77	77 %

Fuente: FIDE.

En la Tabla 14, se puede demostrar que una lámpara fluorescente compacta, emite casi la misma cantidad de flujo luminoso que una lámpara incandescente pero a una menor demanda de potencia.

Tabla 14. Comparativo de foco por LFC a sustituir

Lámpara Incandescente		LFC	
Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)
25	260	8	400
40	490	11	570
60	800	14	810
75	1,070	18	1,100
100	1,560	23	1,600
150	2,380	42	2,650

Fuente: Elaboración propia con datos de catálogo del fabricante

2.7.1.3 Lámparas Fluorescentes Lineal

Lámpara Fluorescente lineal, es una lámpara de descarga eléctrica en vapor de mercurio a baja presión, en la cual la emisión principal de la luz proviene de una o más capas de material fluorescente, el cual es excitado por la radiación ultravioleta de la descarga. El bulbo puede ser tubular recto o curvado. La lámpara fluorescente forma parte de la familia de lámparas de descarga en gas y a diferencia de las incandescentes, para su operación requieren de un balastro para evitar que la corriente se dispare y la lámpara se destruya.

Las hay disponibles en forma de tubo recto, dobladas en forma de “U” ó de “W”, circulares ó en forma de dona, rectas con bulbo con depresiones, helicoidales, con reflector interior, etc. El diámetro del bulbo también es importante y se expresa generalmente en octavos de pulgada, por ejemplo T12 ó T3. La tendencia internacional es a producir bulbos más delgados con recubrimientos más costosos pero con el consiguiente beneficio en calidad de luz y eficacia.

Todas las lámparas que producen luz por medio de un arco eléctrico en un ambiente gaseoso requieren de un dispositivo externo que limite la corriente de operación. Debido a que el tubo de descarga de este tipo de lámparas tiene una impedancia negativa, si esta corriente no se controlara seguiría incrementándose hasta destruir la lámpara. Este dispositivo externo se llama Balastro.

El balastro en general tiene como funciones:

1. Proporcionar la tensión ó tensiones de encendido y operación de la lámpara
2. Limitar la corriente de operación de la lámpara.
3. Proporcionar la energía necesaria con una mínima distorsión de la corriente.
4. Corregir el factor de potencia (en los tipos de factor corregido y alto factor).
5. Amortiguar las variaciones de la tensión de línea.

En la Figura 21 y Tabla 15, presentamos el comparativo del flujo luminoso que proporcionan las lámparas fluorescentes lineales T-12 y las T-8 y T-5. Se observa que es posible sustituir la T-12 por cualquier T-8 o T-5, ya que con estas se obtiene un flujo luminoso equivalente o superior.

Figura 21. Compartido de flujo luminoso de lámpara tipo T-12, T-8 y T-5



Tabla 15. Comparativo T12 con T8 y T5

Lámpara Fluorescente Lineal T-12		Lámpara Fluorescente Lineal T-8		Lámpara Fluorescente Lineal T-5	
Potencia (W)	Flujo Luminosos (lm)	Potencia (W)	Flujo Luminosos (lm)	Potencia (W)	Flujo Luminosos (lm)
21	1,200	17	1,350	14	400
30 ó 40	2,800	32	2,900	28	570
75	6,000	59	6,000	54	810

Fuente: Elaboración propia con datos de catálogo de fabricantes

2.7.1.4 Diodos Emisores de Luz (LED´s)

Los diodos emisores de luz, mejor conocidos como LED, por sus siglas en Ingles (Light Emitting Diode), son elementos de estado sólido (semiconductores) que emiten energía luminosa al ser alimentados directamente por una energía eléctrica. Dependiendo de su operación pueden ser de baja o alta potencia.

Se conocen al verlos en el frente de muchos equipos de uso cotidianos, como radios, televisores, teléfonos celulares, etc., sin embargo la falta de una amplia gama de colores y una baja potencia lumínica han limitado su uso considerablemente. No obstante, esto está cambiando gradualmente con la introducción de nuevos materiales, que han permitido crear LED de prácticamente todo el espectro visible de colores ofreciendo al mismo tiempo una eficiencia lumínica que supera a la de las lámparas incandescentes.

Los nuevos LED son brillantes, eficientes y coloridos y están expandiendo su dominio a un amplio rango de aplicaciones en iluminación desplazando a su anterior campo de dominio que era el de la mera indicación.

En la Tabla 15, se hace un comparativo técnico entre una lámpara incandescente, una Fluorescente Compacta (LFC) y una LED. Podemos encontrar que el LED ya puede ser considerado como la nueva fuente de luz, que podemos utilizar.

Tabla 15: Comparación de sistemas de iluminación

Fuente de Luz		 Bombilla incandescente	 LFC	 LED
Salida de Luz (Lumen)	Luz útil	575	575	575
	Desperdicio Luz	575	575	0
	Luz total	1,150	1,150	575
Watts		75	20	16.5
Horas de operación		1,000	10,000	25,000 o 35,000
Costo anual de Operación ¹		\$85.25	\$22.73	\$18.75

Fuente: US Department of Energy (DOE); Energy Star; Qualified LED Lighting; 2009.

2.7.2 Acondicionadores de Aire

El acondicionador de aire es un aparato diseñado para extraer calor y humedad del aire de un cuarto cerrado, pudiendo también contar con medios para ventilación, extracción y calefacción de aire.

Los equipos de aire acondicionado de mayor uso son:

1. Unidad de ventana estándar: Aparato diseñado para extraer calor y humedad del aire de un cuarto cerrado, que se instala a través de una ventana o pared externa.
2. Unidad tipo paquete o dividido: Son equipos de aire acondicionado tipo central cuyos componentes se acoplan en un sólo gabinete (paquete) o están separados pero diseñados para trabajar en forma conjunta (dividido) y que mediante una red de conductos la emisión de aire viaja a través de rejillas en pared o difusores en techo.

3. Unidad Minisplit: Es un acondicionador de aire constituido por dos cuerpos, uno al interior del cuarto, espacio o zona cerrada (espacio acondicionado) y otro al exterior conectados por tuberías.
4. Multisplit: Es un acondicionador de aire, constituido por más de dos cuerpos, dos o más al interior del cuarto(s), y otro al exterior conectados por tuberías. Se utiliza para acondicionar varios espacios a la vez independientes entre sí.

La eficiencia de un equipo de aire acondicionado se determina por la Relación de Eficiencia Energética REE⁶ del equipo y de acuerdo a lo establecido en la NOM-021-ENER/SCFI-2008..

La Tabla 17, 18 y 19, se muestran los valores de REE de los equipos tipo ventana, minisplit, multisplit y tipo paquete.

Tabla 16. Valores de REE de acondicionadores de aire tipo cuarto (NOMs y Sello FIDE), sin ciclo inverso y con ranuras laterales.

Equipos de Acondicionadores de Aire Tipo Cuarto						
Alcance	Parámetro	Unidades	Limites Energéticos			
			NOM-O73-SCFI-1994	NOM-ENER-021-2000 / 2008	Sello FIDE	% Diferencia NOM- O73-SCFI-1994 vs. Sello FIDE
Menor a 5,999 BTU/h	Relación de Eficiencia Energética REE (EER en ingles)	W/W (BTU/W-h)	2.34 (8.00)	2.84 (9.70)	2.98 (10.20)	27.0%
6,000 A 7.999 BTU/h			2.49 (8.50)	2.84 (9.70)	3.07 (10.50)	23.0%
8,000 A 13.999 BTU/h			2.49 (8.50)	2.87 (9.80)	3.07 (10.50)	23.0%
14,000 A 19,999 BTU/h			2.49 (8.50)	2.84 (9.70)	2.98 (10.20)	20.0%
20,000 BTU/h y mayores			2.40 (8.20)	2.49 (8.50)	2.72 (9.30)	13.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de NOM y Sello FIDE.

Tabla 17. Valores de REE de equipos tipo Minisplit y Multisplit de NOMs y Sello FIDE. (sin ciclo inverso y con ranuras laterales).

⁶ Especifica la eficiencia energética de un acondicionador de aire tipo cuarto y se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno, en W, entre el valor de la potencia eléctrica de entrada, en W, estos dos valores se obtienen de la prueba de eficiencia energética en un calorímetro de cuarto y se expresa en W/W.

TIPO	Capacidad de Enfriamiento, en Wt	Equivalencia Enfriamiento BTU/h	Proy NOM ENER 2008 REE en		Sello FIDE sin ciclo inverso	
			Wt/We	[BTU/h]/W	Wt/We	[BTU/h]/W
Minisplit	menor o igual a 3,516	menor a 12,000	2.72	9.30	3.37	11.50
	mayor a 3,517 hasta 5,275	12,001 a 18,000	2.72	9.30	3.34	11.40
	mayor a 5,276 hasta 7,033	18,001 a 24,000	2.72	9.30	3.34	11.40
	mayor a 7,034 hasta 10,550	24,001 a 36,000	2.72	9.30	3.22	11.00
	mayor a 10,551 hasta 19,050	36,000 a 65,001	2.72	9.30		
Multisplit	7,033	24000 (Compuesto por 2 evaporadoras de 12,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.34	11.40
	7,033	24000 (Compuesto por 3 evaporadoras de 8,000 BTU/h)	2.72	9.30		
	7,912	27000 (Compuesto por 3 evaporadoras de 9,000 BTU/h)	2.72	9.30		
	10,550	36000 (Compuesto por 2 evaporadoras de 18,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.29	11.25
	10,550	36000 (Compuesto por 3 evaporadoras de 12,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.34	11.40
	14,067	48000 (Compuesto por 2 evaporadoras de 12,000 BTU/h y una evaporadora de 24,000 BTU/h)	2.72	9.30	3.32	11.35

Fuente: Elaboración propia con datos de NOM,s y Sello FIDE

Tabla 18. Valores de REEE acondicionadores de aire tipo central y dividido de NOMs y Sello FIDE.

Equipos de Acondicionadores de Aire Tipo Central (Paquete y Dividido)						
Alcance	Parámetros	Unidades	Limites Energéticos			
			NOM-ENER-011-1996 / 2002	NOM-ENER-011-2006	SELLO FIDE	% DIFERENCIA NOM-ENER-011-2002 VS. SELLO FIDE
Desde 36,000 hasta 60,000 BTU/h	Relación de Eficiencia Energética Estacional REEE (SEER en ingles)	W/W (BTU/W-h)	2.93 (10.00)	3.80 (13.00)	3.92 (13.40)	34%

Fuente: Elaboración propia con datos de NOMs y Sello FIDE.

2.7.3 Refrigerador Comercial

El refrigerador comercial autocontenido, es un aparato que tiene integrado en su gabinete un circuito de refrigeración y se clasifican en: enfriador vertical, enfriador horizontal, congelador vertical y horizontal, vitrina cerrada y conservadores de bolsa de hielo.

Enfriador: Aparato para operar a temperatura media, que puede estar diseñado con sistema de refrigeración con circulación de aire forzado, placa fría o una combinación de ambos (híbrido). Los podemos encontrar en modelos horizontales y verticales, con accesos a través de una o más puertas.

Congelador: Aparato diseñado para mantener una temperatura menor o igual a -18°C , lo podemos encontrar en horizontales y verticales y también con acceso a través de una o más puertas.

Vitrina: Aparato exhibidor diseñado para conservar una temperatura media o baja, cuyo acceso se hace a través de una o más puertas. (NOM-022-ENER-2008)

En la Tabla 20, se presenta el consumo de energía por día de acuerdo al año de fabricación.

Tabla 19. Valores límites de consumo de energía por litro para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos.

Tipo de Aparato	Intervalo de Capacidad (L)	Limite de Consumo Después del Intervalo (kWh / l en 24 h (1))	
		NOM-022-ENER/SCFI-2008	Sello FIDE
ENFRIADOR VERTICAL			
Con circulación forzada de aire	50 – 1200	0,0099	0,0094
Con placa fría		0,0021	0,0020
ENFRIADOR HORIZONTAL			
Con circulación forzada de aire	100 – 500	0,0083	0,0079
Con placa fría		0,0045	0,0044
CONGELADOR VERTICAL			
Con puerta de cristal y circulación forzada de aire	100 – 500	0,0358	0,0340
Con puerta de cristal y placa fría	200 – 1,500	0,0111	0,0106

Tipo de Aparato	Intervalo de Capacidad (L)	Limite de Consumo Después del Intervalo (kWh / L en 24 h) (1)	
		NOM-022-ENER/SCFI-2008	Sello FIDE
CONGELADOR HORIZONTAL			
Con puerta sólida	100 - 700	0,0087	0,0069
Con puerta sólida uso médico (2)		0,0119	0,0116
Con puerta de cristal	100 - 500	0,0131	0,0127
VITRINA CERRADA			

De temperatura media	200 – 1,200	0,0197	0,0177
De baja temperatura		0,0431	0,0410
CONSERVADORES DE BOLSAS DE HIELO			
	250 – 2,500	0,0026	0,0025

Fuente: Elaboración propia con datos de NOM y Sello FIDE

1/ Estos valores no se calculan y son constantes para todas las capacidades mayores a los intervalos de capacidad de la columna dos.

2.7.4 Motor Eléctrico Trifásico

Es una máquina rotatoria para convertir energía eléctrica en mecánica y utiliza para su operación energía eléctrica de corriente alterna trifásica.

Los motores eléctricos son los responsables del 46% del consumo de energía eléctrica en la industria, comercios, servicios, municipios y hogares. En la mayoría de las plantas industriales, aproximadamente entre el 60 y 70% del consumo de energía corresponde a equipos electromotrices tales como ventiladores, bombas, compresores, bandas transportadoras, etc.

Una característica fundamental de todo equipo eléctrico es su eficiencia, es decir, su capacidad para convertir en trabajo la energía que reciben. Básicamente un motor es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, por lo tanto, es de suma importancia que la energía que recibe de la alimentación, se convierta en trabajo y se transmita en su totalidad a través del movimiento de la flecha del motor.

La eficiencia de un motor se define como:

$$\eta = \frac{\text{Potencias de salida (Mecánica)}}{\text{Potencia de entrada (Eléctrica)}} \times 100$$

En la Tabla 20 se indican los valores de eficiencia establecidos de acuerdo al año de vigencia de las normas de motores eléctricos trifásicos.

Tabla 20. Resumen de valores de eficiencia promedio ponderado a plena carga para motores verticales y horizontales, en por ciento.

Potencia Nominal, kW	Potencia Nominal Cp	Valores de Eficiencia Promedio Ponderado 1/			
		NOM-074-SCFI-1994 Estándar Valores Mínimos	NOM-016-ENER-1997 Estándar	NOM-016-ENER-2002	Sello FIDE / NOM 2010
0,746	1.0	71.2	75.2	81.1	83.8
1,119	1,5	75.6	79.4	83.8	86.1
1,492	2.0	77.6	81.0	84.2	86.5

2,238	3.0	78.2	81.3	87.1	89.0
3,730	5.0	81.1	83.5	87.5	89.3
5,595	7,5	82.9	85.8	89.3	91.2
7,460	10	83.5	86.1	89.5	91.4
11,19	15	83.6	87.0	90.8	92.1
14,92	20	84.6	87.3	90.8	92.5
18,65	25	86.3	88.8	92.1	93.2
22,38	30	87.4	89.5	92.1	93.2
29,84	40	87.5	89.8	92.8	93.8
37,30	50	88.7	90.4	92.9	94.2
44,76	60	89.3	91.2	93.5	94.7
55,95	75	89.4	91.2	93.9	95.0
74,60	100	89.9	91.9	94.3	95.1
93,25	125	90.1	92.1	94.5	95.3
111,9	150	90.6	92.1	94.9	95.7
149,2	200	91.4	92.7	95.0	96.0
186,5	250	-	-	95.1	96.1
223,8	300	-	-	95.4	96.1
261,1	350	-	-	95.4	96.1
298,4	400	-	-	95.4	96.1
335,7	450	-	-	95.4	96.1
373	500			95.4	96.1

Fuente: Elaboración Propia con datos de NOM's

2.7.5 Compresores de Aire

Los compresores de aire son equipos que generan aire a baja o alta presión atmosférica y sirven para mover equipo hidráulico como los pistones o pistolas de aire. Se clasifican en:

- Reciprocantes o Tipo Pistón: Son máquinas en las que el elemento de desplazamiento y compresión es un pistón, con movimiento alternativo dentro de un cilindro.
- Tipo Rotativo o Tipo Tornillo: Son máquinas rotatorias en las que dos rotores se entrelazan, desplazando y comprimiendo el aire en secuencia.

La relación de Eficiencia se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Relación de Eficiencia} = \frac{\text{Potencia al Freno (BHP o kW)}}{\text{Capacidad de Producción (CFM) x 100}}$$

En la Tabla 21 se muestra un comparativo de los niveles de eficiencia y consumos de energía de compresores de eficiencia convencional contra otros de alta eficiencia energética.

Tabla 21. Ahorro consumo por reemplazo de compresores de aire antiguos

Condiciones de Referencia del Compresor Estándar				Condiciones de Referencia del Compresor Eficiente				
Capacidad del Compresor estándar, [Hp]	CFM promedio 1/	[CFM/Hp]	Consumo por el Uso de Compresor con motor ineficiente [kWh/año]	Capacidad del Compresor Eficiente, [Hp]	CFM que puede entregar 2/	[CFM/Hp]	Consumo por el Uso de Compresor con motor eficiente [kWh/año]	Ahorro en consumo por el Uso de Compresor eficiente, de acuerdo CFM requerido [kWh/año]
5	14.0	2.8	20,761	3	12	4.0	10,718	10,043
7.5	22.0	2.9	30,399	5	21.2	4.2	17,797	12,602
10	30.0	3.0	40,254	7.5	32.0	4.3	26,130	14,124
15	45.0	3.0	60,290	10	43.9	4.4	34,786	25,504
20	66.9	3.3	79,338	15	78.4	5.2	51,777	27,560
25	86.7	3.5	97,201	20	102.4	5.1	68,693	28,508
30	105.0	3.5	115,058	25	126.4	5.1	85,253	29,805
40	143.7	3.6	153,179	30	149.0	5.0	102,287	50,892
50	180.5	3.6	188,801	40	194.0	4.9	135,547	53,255
60	243.0	4.1	225,024	50	239.0	4.8	168,709	56,316
75	294.6	3.9	280,751	60	292.0	4.9	201,375	79,375
100	400.1	4.0	372,295	75	386.0	5.1	250,890	121,406
125	510.3	4.1	463,983	100	497.0	5.0	334,098	129,886
150	606.6	4.0	554,062	125	690.0	5.5	416,965	137,098
200	821.6	4.1	731,440	150	825.0	5.5	498,453	232,986
250	1022.3	4.1	914,300	200	1011.0	5.1	662,050	252,249

Fuente: Elaboración propia con datos estudio de PA Consulting, 2004.

2.8 Criterios para la Selección de Equipos Eficientes e Implementación de Medidas de Ahorro Energético

Se deben de tomar en cuenta las siguientes características para la selección del equipo de alta eficiencia:

1. Marca y nivel de eficiencia energética
2. Precio y costo de operación
3. Garantía de los equipos
4. Tiempo de entrega
5. Vida útil
6. Disponibilidad en el mercado y de refacciones
7. Tipo y costo de mantenimiento
8. Compatibilidad con equipos instalados

9. Rentabilidad del proyecto
10. Niveles de ahorro de energía y beneficios económicos
11. Inversión propia o financiamiento externo
12. Asistencia técnica del proveedor para la instalación, arranque y puesta en operación de los equipos
13. Tiempo de ejecución del proyecto
14. Términos contractuales
15. Programa de pagos del proyecto
16. Fianzas
17. En su caso garantías del crédito: pagarés, avales, hipotecas, activos

3 “Casos Prácticos de Proyectos de Ahorro Energía en Empresas Mexicanas y Rentabilidad de Proyectos”

3.1 Ejemplos de aplicación de proyectos integrales de ahorro de energía realizados en PyMEs

3.1.1 Caso de Éxito Mini Súper “La manga”

Situación Actual, mensual

Demanda (kW)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
4.85	2,238	\$4,475.76

Se tienen 7 refrigeradores botelleros con una carga total de 4.10 kW y 5 arreglos de 2x75W tipo T-12.



Equipo Propuesto

Se sustituyeron por un cuarto frío “RICH-IN” con 6 puertas con un carga de 1.25 kW y 5 arreglos de 2x32W tipo T-8.

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 3.28 kW de demanda
- Reducción de 19,556 kWh en energía/año
- Ahorro anual de \$ 43,744.80 M.N
- Inversión Total \$106,595.00 M.N.
- PSR = 2.44 años

3.1.2 Caso de Éxito "Restaurant Los Mestizos"

Restaurante localizado en la ciudad de Oaxaca con demanda de 6.88 kW, consumo de 53,227 kWh/año y una facturación promedio anual de \$ 166,878.72 MX.

Sistema Original

- 2 refrigeradores comerciales verticales.



Refrigerador Comercial con sello FIDE

Equipo Propuesto

- Sustitución de 2 refrigeradores comerciales verticales con sello FIDE

Beneficios por la Implementación de estas Medidas

- Reducción de 0.363 kW de demanda
- Reducción de 4,629.69 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$ 14,515.34 M.N
- Inversión Total \$ 36,356.94 M.N.
- PSR = 2.50 años

3.1.3 Caso de Éxito "Hotel Los Portales"

Datos de Facturación Actual

Hotel con una tarifa contratada OM con demanda de 55 kW, consumo de 186,400 kWh/año y una facturación promedio anual de \$ 244,929.60 MX.



Acciones Realizadas

Reemplazo de 16 unidades de ventana de 1.5 TR por 16 de 1.5 TR de alta eficiencia, una unidad de 1 TR por otra de alta eficiencia y una unidad acondicionadora de aire tipo paquete de 4 TR por otra de alta eficiencia de la misma capacidad



Sustitución de 8 arreglos de iluminación de 4 lámparas de 40 W T-12 por 8 sistemas de iluminación de 2x32 W T8; 124 lámparas incandescentes de 60W por 124 lámparas fluorescentes compactas de 14 W, 6 suburbanas de mercurio de 400W por 4 de vapor de sodio a alta presión de 150 W y 4 reflectores yodo-cuarzo de 500W por 4 reflectores de vapor de sodio a alta presión de 150 W.

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 20.79 kW de demanda
- Reducción de 52,894 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$71,809.68 M.N
- Inversión Total \$164,164.41 M.N.
- PSR = 2.28 años

3.1.4 Caso de Éxito "Hotel Alhambra"

Hotel está destinado al servicio turístico y de negocios, localizado en Campeche, Campeche.

Sistema Original:

- 34 unidades tipo consola con capacidad unitaria de 1.5 TR cada una.
- Una unidad tipo paquete con capacidad de 15 TR.



Sistema Propuesto:

- 2 unidades tipo multi split con capacidad unitaria de 3 TR cada una.
- 60 unidades tipo ventana de alta eficiencia con capacidad unitaria de 1.5 TR cada una.
- Una unidad tipo paquete de alta eficiencia con capacidad de 12.5 TR



Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 30 kW en la Demanda
- Reducción de 86.4 MWh/Año
- Ahorro Anual de \$117,946.68
- Inversión Total: \$ 438,410.16 M.N.
- PSR = 3.7 Años

3.1.5 Caso de Éxito "Asesoría Ingeniería y Sistemas"

Empresa dedicada a los Servicios de Obra Electromecánica, con una demanda de 25 kW con planes de crecimiento, consumo de 39,399.00 kWh/año y una facturación promedio anual de \$ 110,698.63 M.N.

Acciones Correctivas

Cambio de Tarifa 02 a Tarifa OM

Sistema Original

- Facturación en tarifa eléctrica 02 (en baja tensión)



Sistema Propuesto:

Instalación de una Subestación Eléctrica de 75 kVA en 13,200/7620-220-127 Volts, con protecciones en Media y Baja tensión

Análisis Económico y de Ahorros

- Ahorro anual de \$ 67,546.68 M.N
- Inversión Total
- \$160,834.98 M.N.
- PSR = 2.38 años

3.1.6 Caso de Éxito "Escuela de Capacitación"

Institución dedicada a la enseñanza de computación localizada en Culiacán, Sin. con una demanda de 68 kW, consumo de 118,080 kWh/año y una facturación promedio anual de \$ 231,848.04 M.N.



Sistema Original:

- Unidad paquete de 20 TR
- Unidad paquete de 10 TR
- Unidad paquete de 4 TR
- Unidad paquete de 3 TR



Sistema Propuesto:

- 6 unidades tipo mini-split de 3 TR
- 3 unidades tipo mini-split de 2 TR
- 1 unidad tipo mini-split de 1.5 TR
- 10 unidades tipo mini-split de 1 TR

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 40.26 kW
- Reducción de 57,974.40 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$ 112,748.64 M.N.
- Inversión Total \$ 303,452.80 M.N.
- PSR = 2.7 años

3.1.7 Principales Insumos y Comercios, S.A. de C.V.

Situación Actual

Sistema	Demanda (kW)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
Equipo Actual	25.00	4,500.00	12,779.43



Sistema Propuesto:

Se sustituyó una maquina inyectora de plástico de tecnología convencional de baja eficiencia con 20 años de antigüedad por una maquina inyectora de plástico con tecnología digital, de alta eficiencia y última generación Marca Nissin, Modelo SE 50, la cual es capaz de aumentar la producción con un menor consumo

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 12.5 kW
- Reducción de 31,950 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$84,188.04 M.N
- Inversión Total \$225,000.00 M.N
- PSR = 2.67 años

3.1.8 Caso de Éxito "Box & Box Corrugados"

Empresa dedicada a la fabricación y venta de cajas y empaque de cartón, con una demanda de 37.89 kW, consumo de 126,231 kWh/año y una facturación promedio anual de \$ 204,803.76 M.N.



Mejora del sistema de iluminación

Situación Actual

- 75 luminarias con aditivos metálicos de 400W
- 21 luminarias con arreglos de 4x39W T-12



Sistema Propuesto:

- 75 luminarias con arreglos de 4x54W T-5
- 21 luminarias con arreglos de 3x32W T-8

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 18.14 kW
- Reducción de 60,408 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$98,134 M.N.
- Inversión Total \$249,3140.00 M.N.
- PSR = 2.54 años

3.1.9 Caso de Éxito "Arrocera de Nayarit"

Planta beneficiadora de arroz (almacén, secado, proceso y comercialización), con una demanda de 96.75 kW, consumo de 378,499.92 kWh/año y una facturación promedio anual de \$ 653,231.04 M.N.

Acción Correctiva Sistema de Motores

Situación Actual

- 15 Motores entre 5 y 40 HP ineficientes



Sistema Propuesto:

- 15 Motores entre 5 y 40 HP de alta eficiencia

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 10.55 kW
- Reducción de 32,967.24 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$54,720 M.N.
- Inversión Total \$129,151.80 M.N.
- PSR = 2.36 años

3.1.10 Caso de Éxito "Air Happy"

Industria de fabricación de calzado con una demanda de 78.50 KW, consumo anual de 296,733 kWh y una facturación promedio anual de \$ 238,953.79 M.N.

Acción Correctiva

Optimización del Sistema de Aire Comprimido

Situación Actual

- 2 Compresores tipo pistón recíprocante de 15 hp c/u



Sistema Propuesto:

- 1 Compresor de aire tipo tornillo de 20 hp

Análisis Económico y de Ahorros

- Reducción de 10.41 kW
- Reducción de 43,722 kWh en energía anual
- Ahorro anual de \$ 64,755.98 M.N
- Inversión Total \$ 181,700.00 M.N.
- PSR = 2.8 años

3.2 Análisis de Rentabilidad de Medidas de Ahorro Energía.

La rentabilidad permite determinar si es conveniente para la empresa realizar un proyecto y debe considerar los siguientes aspectos:

1. Definición de los flujos de caja del proyecto (egresos e ingresos)
2. Vida útil de los equipos, ahorros en mantenimiento, producción, etc.
3. Tasa de interés
4. Evaluación financiera del proyecto de inversión, la cual puede realizarse con los siguientes métodos:
 - ✓ Período simple de recuperación de la inversión (PSR)
 - ✓ Valor Presente Neto (VPN)
 - ✓ Tasa Interna de Retorno (TIR)
 - ✓ Razón Beneficio / Costo (BC)
 - ✓ Análisis de sensibilidad

Período o Tiempo Simple de Recuperación

Este método consiste en medir el tiempo en meses o años, que tarda un inversionista para recuperar el capital invertido, mediante los ingresos que produce el proyecto, o por los beneficios resultantes (ahorros de energía eléctrica y por lo tanto ahorros en la facturación eléctrica). El número de meses o años recibe el nombre de período de recuperación.

Se consideran todos los costos en términos nominales y no se considera el valor del dinero en el tiempo. El criterio de aceptación del proyecto lo establece el inversionista definiendo el período máximo que está dispuesto a esperar para la recuperación de la inversión.

$$\text{Período o Tiempo de Recuperación} = \frac{\text{Inversion}}{\text{Beneficios} \cdot \text{anuales} - \text{Costos} \cdot \text{anuales}}$$

El tiempo de recuperación es simple, debido a que no se considera el valor del dinero en el tiempo.

Valor Presente Neto (VPN)

Consiste en transformar o "traer" a valor presente, vía una tasa de descuento todos los componentes del flujo de efectivo que se producen durante el período de análisis del proyecto.

El VPN representa, en valor presente, la magnitud absoluta en que los ingresos equivalentes de un flujo de efectivo superan a, o son superados por, los egresos equivalentes de dicho flujo. Es decir, si el valor presente neto del flujo efectivo es positivo, significa que los ingresos son mayores que los costos y que el rendimiento que se espera obtener del proyecto de inversión es mayor que el rendimiento mínimo establecido por la empresa (el cual se representa por la tasa de descuento empleada para traer valor al presente). En este caso el proyecto debe

emprenderse. Para usar esta técnica en la evaluación, los ingresos o beneficios deben definirse como flujos positivos de dinero y con valor negativo los egresos o desembolsos de dinero.

Al utilizar el criterio del Valor Presente Neto, estoy comparando mi proyecto con otro alternativo, y quiero averiguar si debo destinar la inversión establecida como necesaria a mi proyecto de eficiencia energética o es mejor destinarla a un dado proyecto alternativo.

Supongamos que el proyecto alternativo de inversión (por ejemplo colocar mi dinero en el banco para obtener cierta tasa de interés), tiene una tasa de rendimiento igual a X, entonces el monto de la inversión invertido a esa tasa X, arrojará un flujo de ingresos producto del rendimiento de mi inversión a esa tasa X. Si hiciera el ejercicio de descontar todos los flujos a valor presente y restarles la inversión realizada para obtener un Valor Presente Neto, llegaría al valor cero.

Ahora tomo los flujos generados en mi proyecto de eficiencia energética y los descuento en el tiempo para obtener un valor presente también neto (o sea que le resto la inversión inicial a los flujos positivos que genera el proyecto), usando justamente la misma tasa X. Si el resultado es positivo, significa que mi proyecto generó flujos por encima de la inversión alternativa por lo que conviene destinar el dinero de la inversión al mismo.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Se define como la tasa de interés "i" que reduce a cero el valor presente del flujo de efectivo, es decir, de una serie de ingresos y egresos.

La TIR representa la tasa promedio a la que opera el proyecto generando a partir de una inversión inicial, flujos positivos como consecuencia de los ahorros energéticos logrados. Si mi tasa alternativa, o sea la tasa a la que rinde un proyecto alternativo, fuera mayor a esa TIR, no me conviene invertir en mi proyecto de eficiencia energética ya que existe un uso alternativo del dinero de la inversión que es más atractivo. Si por el contrario la TIR es mayor que esa tasa alternativa, el proyecto si conviene.

Calcular la tasa de rendimiento proyectada sobre una inversión es muy recomendable, en vez de sólo averiguar si la inversión satisface un estándar atractivo dado. Por lo general, este cálculo se hace, por un método de tanteos o aproximaciones, a menos que haya un programa de computadora (Excel, Lotus) o una calculadora especial. Se suponen dos o tres tasas de interés, se calculan los valores presentes o flujos de efectivo anuales uniformes equivalentes, y se encuentra la tasa de rendimiento por interpolación.

Tipos de Tasas de Interés

Dependiendo del intermediario financiero y plazo, se tienen financiamientos con esquema de Tasa Fija o Variable:

Variable: En base a la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) más margen (4.79 puntos Oct. 2011)

Fija: Se determina al contratar y prevalece fija durante la vigencia del contrato (Costo Porcentual Promedio, CPP)

Plazo de Amortización

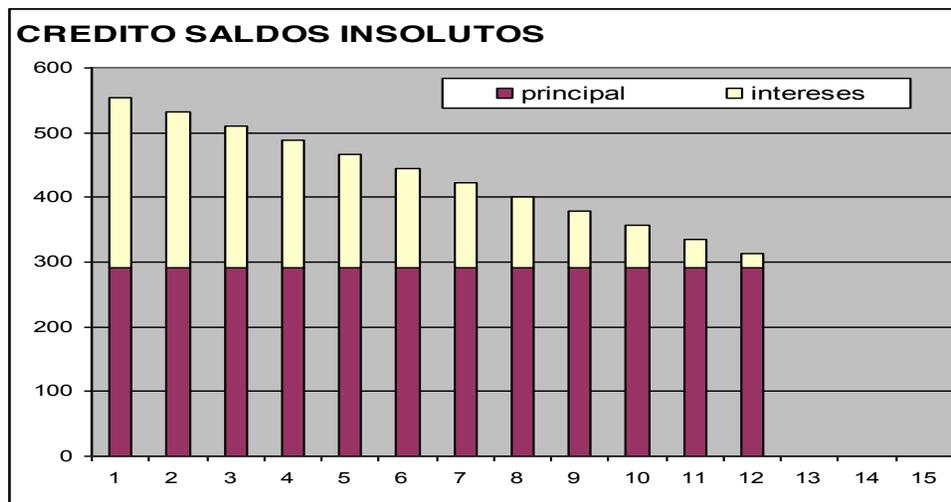
- ✓ Con base en el flujo de efectivo de los ahorros obtenidos

- ✓ Acordes a las necesidades del proyecto o empresa, incluyendo periodos de gracia a capital.

Tipos de Financiamiento

El Crédito Sobre Saldos Insolutos (véase Figura 22), tiene la característica de menor pago de intereses en todo el periodo, amortizaciones del principal en valores iguales, con intereses decrecientes, pero por ello implica un mayor desembolso al inicio y pagos menores en los periodos subsecuentes.

Figura 22. Financiamiento saldos insolutos



Fuente: Elaboración propia

3.3 Impacto de los Proyectos en la Competitividad de las Empresas.

1. Disminución del consumo de energía y por consecuencia en el pago por concepto de facturación eléctrica.
2. Disminución de costos por mantenimiento (material y mano de obra), debido al incremento de calidad de operación del equipo de alta eficiencia.
3. Ser una empresa reconocida como Socialmente Responsable (huella de carbono).
4. Mayor confiabilidad y seguridad de operación de los equipos de alta eficiencia
5. Impacto en aumento de las utilidades de las empresas.
6. Contribuye a la elaboración de productos con mayor valor agregado y a mejorar los estándares ambientales de las empresas.
7. Impacto en otras empresas del grupo o cadena de establecimientos o unidades al crear un efecto multiplicador.
8. Mejoramiento de sus indicadores energéticos lo que le permite competir con otras empresas del mismo sector a nivel nacional o internacional.

3.4 Aspectos de Calidad: Normatividad y Distintivos de Eficiencia Energética.

3.4.1 Normas Oficiales de Eficiencia Energética

A continuación se enlistan en la Tabla 22 las Normas Oficiales Mexicanas vigentes en materia de eficiencia energética.

Tabla 22. Lista de normas oficiales mexicanas (NOM) vigentes en Eficiencia Energética

NOM	Descripción
<u>NOM-001-ENER-2000</u> *	Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.
NOM-003-ENER-20011 *	Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
<u>NOM-004-ENER-2008</u>	Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 Kw a 0,746 Kw. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
<u>NOM-005-ENER-2010</u> *	Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.
<u>NOM-006-ENER-1995</u>	Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba.
<u>NOM-007-ENER-2004</u>	Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
<u>NOM-008-ENER-2001</u>	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.
<u>NOM-009-ENER-1995</u>	Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.
<u>NOM-010-ENER-2004</u> *	Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.
<u>NOM-011-ENER-2006</u> *	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
<u>NOM-013-ENER-2004</u>	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.
<u>NOM-014-ENER-</u>	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de

2004 *	inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 Kw. Límites, método de prueba y marcado.
<u>NOM-015-ENER-2002</u> *	Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
<u>NOM-016-ENER-2002</u> *	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 Kw. Límites, método de prueba y marcado.
<u>NOM-017-ENER/SCFI-2008</u> *	Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas. Límites y métodos de prueba.
<u>NOM-018-ENER-1997</u> *	Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
<u>NOM-019-ENER-2009</u>	Eficiencia térmica y eléctrica de máquinas tortilladoras mecanizadas. Límites, método de prueba y marcado.
<u>NOM-021-ENER/SCFI-2008</u> *	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
<u>NOM-022-ENER/SCFI-2008</u> *	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONUEE

Para comprar equipos eficientes debe apoyarse en la “etiqueta amarilla”, la cual es la evidencia del etiquetado energético del equipo evaluado y le permitirá conocer cuna eficiente es el mismo respecto de otros disponibles en el mercado.



3.4.2 Distintivo de Eficiencia Energética (Sello FIDE)

El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) es un organismo de carácter privado, no lucrativo, creado para promover e inducir con acciones y resultados concretos, el ahorro de energía eléctrica entre los usuarios del servicio eléctrico. Tiene como objetivos el apoyar la ejecución de proyectos que permitan demostrar las ventajas del ahorro y uso racional de la energía eléctrica en la industria, comercio y servicios, así como asesorar el incidir en los hábitos de consumo eléctrico de la población.

El FIDE otorga con el “Sello FIDE”, una certificación a productos que ahorran energía. La licencia para el uso del Sello FIDE se otorga a aquellas empresas que comprueban al FIDE, mediante documentación técnica y reportes de prueba emitidos por laboratorios acreditados (nacionales o extranjeros), que sus productos son sobresalientes en el uso eficiente de la energía eléctrica, o que por sus propiedades o atributos ayudan a disminuir el consumo de la misma.



Productos con Sello FIDE se encuentran en siguientes sectores: Acondicionadores de Aire y refrigeración comercial, Compresores de Aire, Electrodomésticos, Equipos Ahorradores, Iluminación Balastos, Iluminación Lámparas, Iluminación Luminarios, Iluminación Sistemas de control, Máquinas Tortilladoras, Motores trifásicos de inducción, Paneles fotovoltaicos, Productos para Edificaciones: Concreto, Espumas, Fibras e Impermeabilizantes, Productos para Edificaciones: Películas y Poliestireno, Productos para Edificaciones: Puertas, Recubrimientos, Losas, Ventanas y Vidrios, Variadores de Velocidad.

3.5 Conclusiones

1. Los proyectos de eficiencia energética son un negocio ya que son autofinanciables y se pagan con el flujo de efectivo que producen los ahorros energéticos logrados.
2. Estos proyectos, aumentan la competitividad y la productividad de las empresas.
3. En términos generales estos proyectos presentan un período de recuperación simple de la inversión de 2 a 3 años y si contemplan introducción de nuevas tecnologías, el mismo se extiende en promedio a 4 o 5 años.
4. Desarrollar un Programa de Eficiencia Energética en una empresa PyME, tendrá más impacto si se introducen conceptos de Gestión Energética y formación de una Cultura de Ahorro de Energía.

4 Descripción del Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial (PAEEEM)

El objetivo del PAEEEM es el de fomentar el ahorro y la eficiencia energética en las PyMES en los sectores de industria, comercio y servicios, mediante el financiamiento para adquisición y/o sustitución de equipos, a través de esquemas autosustentables.

Sujetos de Apoyo:

El Programa está orientado a negocios con al menos de un año de operación, que incluyen a:

- Personas físicas (micro negocios)
- Régimen de Pequeños Contribuyentes (REPECOS)
- Personas Físicas con Actividad Empresarial
- Personas Morales

Características del Financiamiento

Tipo de Crédito	Simple
Monto a financiar	•Hasta 200 mil pesos *
Plazo	Hasta 4 años
Destino	Sustitución de equipos con ahorro de energía eléctrica (refrigeración industrial y comercial, equipos de aire acondicionado e iluminación LED, principalmente).
Tasa	14.0% fija más IVA
Esquema de Pago	Mensuales y Bimestrales a través del recibo de energía eléctrica
Garantías	Las propias del crédito
Intermediario operador	Únicamente

Requerimientos para iniciar trámites de solicitud de crédito

1. Copia simple legible de RFC, R1 o R2 que certifique una operación mínima de 12 meses.
2. Copia simple legible de identificación oficial del representante legal ó propietario.
3. En el caso de personas físicas con actividad empresarial, la Clave Única de Registro de Población (CURP).
4. Copia simple legible de comprobante de domicilio con antigüedad no mayor a 3 meses a partir de la firma de solicitud.
5. Copia simple de recibo de energía eléctrica, historial de consumo o documento emitido por CFE que incluya el número de servicio y nombre del usuario con antigüedad no mayor a 3 meses. Dicho recibo deberá estar bajo tarifa comercial 2.
6. Copia de Acta Constitutiva, en su caso.
7. Copia del Poder Notarial del representante legal (de dominio o de administración) para suscribir pagarés, en el caso que aplique.
8. Presentar la siguiente documentación de Obligado Solidario:
 - Identificación oficial.
 - Copia simple de comprobante de domicilio con antigüedad no mayor a 3 meses a partir de la firma de solicitud.
 - Carta Compromiso de Obligado Solidario
 - Copia simple de comprobante de ingresos (antigüedad máxima de 3 meses a partir de la firma de solicitud, excepto la declaración anual).

Bibliografía

- CFE; Folleto Energía que Mueve al Mundo
- CFE; Estadística de ventas;
<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/queescfe/Estadísticas/>; Estadística de ventas,
Acceso Noviembre 2011
- CFE; Foro de Ahorro de Energía
- CONUUE; <http://www.conuee.gob.mx/normas>. Acceso, noviembre 2011
- Curso de Inducción. ATPAE Programa PCEE Certificación Área Metropolitana.
Programas Nacionales de Energía. Agosto 2003.
- Diagnóstico Energético al Centro Comercial Suburbia Lindavista. Tesis Escuela Superior
de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. IPN.
- Egranconel; Curso de Fundamentos para realizar Diagnósticos Energéticos en Plantas
Industriales,
- FIDE; Listado de modelos registrados al Sello FIDE. Actualizado 31 de Noviembre del
2011. <http://www.fide.org.mx/>
- Genertek, S.A. de C.V; Curso de iluminación. México. 2009.
- Gestión Energética; Ernesto Feilbogen.
- <http://www.asifunciona.com/electronica>. Así funcionan las lámparas ahorradoras LFC.
Acceso Noviembre 2011.
- Índices Energéticos.- Ing. René Hernández Pérez, Petróleos Mexicanos.
- INE; Cambio Climático: una visión desde México. Primera Edición. 2004.
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/new.consultaPublicacion.php>
- ITESM Campus Estado de México y FIDE Antología. Seminario de Ahorro de Energía
Eléctrica.
- Medidas de la Persistencia en los Programas de Ahorro de Energía. Instituto de
Investigaciones Eléctricas, J – 0147. E.L. VINE.
- Norma Española UNE-ISO 50001, Sistemas de Gestión de la Energía, Requisitos con
orientación para su uso. Septiembre 2011. Documento de trabajo del curso de AENOR
Formación de Sistemas de Gestión de la Energía.
- Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012
(PRONASE).

- Presentación de Evaluación de Proyectos de Eficiencia Energética MBA.- Ing. José Stella. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe – Buenos Aires Argentina
- SEMARNAT; Folleto del Programa Especial de cambio Climático PECC
- SEMARNAT; Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México. 2009. <http://www.semarnat.gob.mx/>
- SENER; Energías Renovables para el desarrollo Sustentable en México
- Seminario Taller de Ahorro de Energía para el Corporativo BIMBO. Taller FIDE. JFGB/Asesoría Técnica y Optimización Energética.

Anexos

Formatos:

Información General de la Planta					
1. Datos Generales					
Nombre de la empresa:					
Rama Industrial:					
Productos Principales:					
Año de inicio de actividades:		m ² de construcción:		m ² de terreno:	
2. Ubicación					
Corporativo y/u oficinas			Planta		
Calle:					
Colonia:					
Localidad:					
Municipio y Estado:					
C.P.:		Telefono y Fax:			
Altitud (MSNM)					
3. Tiempo de operación personal					
Régimen de operación:		Continuo		Por temporada	
Días por semana:		Número de turnos		1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>
Horas de operación por año:		Teóricas:		Reales:	
Número de empleados:		Número de Obreros:			
4. Información Histórica					
Periodo	Consumo mensual KWh	Demanda Elec. KW	Producción A	Producción B	Indice Energ. Unid. Prod. / KWh's
Enero	100,000	100	1	1	0.000
Febrero	100,000	100	1	1	0.000
Marzo	100,000	100	1	1	0.000
Abril	100,000	100	1	1	0.000
Mayo	100,000	100	1	1	0.000
Junio	100,000	100	1	1	0.000
Julio	100,000	100	1	1	0.000
Agosto	100,000	100	1	1	0.000
Septiembre	100,000	100	1	1	0.000
Octubre	100,000	100	1	1	0.000
Noviembre	100,000	100	1	1	0.000
Diciembre	100,000	100	1	1	0.000
PROM.	100000.000	100.000	1.000	1.000	0.000
5. Personal relacionado con el DEN					
Nombre		Cargo		Nombre	
				Cargo	
Gerente del DEN:				Fecha:	

HOJA DE MEDICIONES DE SUBESTACION ELECTRICA

Área:							
Identificación del transformador:							
Datos de placa:							
Marca	Serie	Capacidad KVA	Tipo	Enfriam. N/F	Conexión	Tensión	
						1o.	2o.

Mediciones en el secundario

Turnos	Temp.	Tensión (volt)			Intensidad (Amp)			Potencia (kW)			FP
	(°C)	AB	BC	AC	A	B	C	A	B	C	%
Primer Turno:	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Promedio:											
Segundo Turno:	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Promedio:											
Tercer Turno:	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Promedio:											
Promedio Total:											

Realizó:	Revisó:	Fecha:

EQUIPO DE MEDICION

WATHORIMETRO

IDENTIFICACION / SERVICIO	CLAVE CFE	LECTURA KWH	MULTIPLICADOR
779000157519	9FA704	2157.2 B	4
		3764 I	
		723 P	
		6645 T	

VARHORIMETRO

IDENTIFICACION / SERVICIO	CLAVE CFE	LECTURA KWH	MULTIPLICADOR
779000157519	9FA704		

WATMETRO

IDENTIFICACION / SERVICIO	CLAVE CFE	LECTURA KWH	MULTIPLICADOR
779000157519	9FA704	0.536 B	
		0.618 I	
		0.583 P	

OBSERVACIONES:

FECHA:

ELABORO:

Vo. Bo.

Ciclo	GENERALES			DEMANDA DE POTENCIA ELÉCTRICA (kW)					
	PERIODO	FECHA LECTURA	CANT. DÍAS	PUNTA	INTER-MEDIA	BASE	MAXIMA	FACTURABLE	MEDIA (kW)
1	Ene-03								
2	Feb-03								
	Mar-03								
	Abr-03								
	May-03								
3	Jun-03								
4	Jul-03								
4	Ago-03								
5	Sep-03								
6	Oct-03								
7	Nov-03								
8	Dic-03								
	Promedio								
	Mínimo								
	Máximo								

Ciclo	PERIODO	CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA (kWh/mes)				OTROS CONCEPTOS		
		PUNTA	INTER- MEDIO	BASE	TOTAL	kVARh	F.P.	F.C.
1	Ene-03							
2	Feb-03							
	Mar-03							
	Abr-03							
	May-03							
3	Jun-03							
4	Jul-03							
4	Ago-03							
5	Sep-03							
6	Oct-03							
7	Nov-03							
8	Dic-03							
	Promedio							
	Mínimo							
	Máximo							

AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACTORES

DATOS DE PLACA MOTORES DE ENFRIAMIENTO						
IDENTIF. DEL MOTOR	TENSION (VOLTS)	INTENSIDAD (AMP)	POTENCIA		R.P.M.	F.P.
			KW	HP		

DATOS DE PLACA MOTORES PARA HUMIDIFICACION						
IDENTIF. DEL MOTOR	TENSION (VOLTS)	INTENSIDAD (AMP)	POTENCIA		R.P.M.	F.P.
			KW	HP		

DATOS DE PLACA MOTORES PARA VENTILACION Y/O EXTRACCION						
IDENTIF. DEL MOTOR	TENSION (VOLTS)	INTENSIDAD (AMP)	POTENCIA		R.P.M.	F.P.
			KW	HP		

SIST. DE AIRE COMPRIMIDO / SIST. DE BOMBEO

SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO					
MARCA					
MODELO					
TIPO					
No. ETAPAS					
No. EFECTOS					
TIPO CONTROL					
ENFRIAMIENTO					
DIAMETRO BP					
DIAMETRO AP					
CARRERA BP Y AP					
VELOCIDAD RPM					
PESO (KG)					
FECHA DE CONSTRUCCION					
CAPACIDAD A 100 PSIG					
BHP					
% DE EFICIENCIA					

SISTEMAS DE BOMBEO			
	1	2	3
IDENTIFICADOR DEL BOMBEO			
TIPO			
MARCA			
MODELO			
CAPACIDAD (HP)			
TIPO DE FLUIDO			
HORARIO DE OPERACIÓN			
No. HORAS OPER./AÑO			

TIPO: SUMERGIBLE, TURBINA, ETC.

HOJA DE MEDICIONES DE LUMINOSIDAD (REGISTRO DE MEDICIONES)

ÁREA: _____ HORA: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																

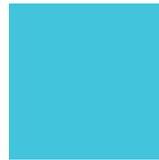
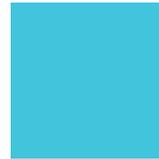
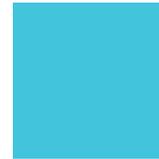
LA IDENTIFICACION DE PUNTOS DEBERA CORRESPONDER AL AREA DEL CUADRO ANTERIOR, EN EL CUAL SE IDENTIFICAN LAS SECCIONES DE TOMA DE MEDIDAS, POR EJEMPLO:

	1	2	3	4	5
1	200	200	225	220	230
2	220	230	280	270	250
3	215	280	290	290	300
4	230	300	375	300	320
5	400	375	300	374	400

REALIZO: _____

REVISO: _____

FECHA: _____



© Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. del Valle
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico