

CURSO:

AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

Instructor: Ramón Rosas Moya
ramonrm@ergonplus.com

Noviembre 8 a 24 / 2010

Sesión 1. (Lunes 8 de Noviembre)

1. INTRODUCCIÓN
2. LA AUDITORÍA ENERGÉTICA COMO PARTE DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
 - 2.1 Que es la gestión de la eficiencia energética?
 - 2.2 Etapas y herramientas del programa de gestión de la eficiencia energética.
 - 2.3 Integrando la eficiencia energética.
 - 2.4 Normas ISO
3. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA
 - 3.1 Definición
 - 3.2 Tipos de auditorías energéticas
 - 3.3 Etapas de la auditoría energética
 - 3.4 Elaboración de reportes de auditoría energética

Sesión 2. (Martes 9 de Noviembre)

4. HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN
 - 4.1. Balances de energía
 - 4.2. Índices energéticos
 - 4.3. Análisis estadístico
 - 4.4. Análisis correlacional

Sesión 3. (Lunes 15 de Noviembre)

5. AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA (1ª Parte)

- 5.1 Tarifas eléctricas
- 5.2 Administración de la demanda
- 5.3 Optimización del factor de potencia
- 5.4 Auditoría energética a las instalaciones eléctricas

Sesión 4. (Martes 16 de Noviembre)

5.AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA (2ª Parte)

- 5.5. Auditoría energética a motores eléctricos
- 5.6. Auditoría energética a sistemas de bombeo
- 5.7. Auditoría energética a sistemas de aire comprimido
- 5.8. Aplicación de velocidad variable

Sesión 5. (Miércoles 17 de Noviembre)

5. AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA (3ª Parte)

- 5.9. Auditoría energética a sistemas de iluminación
- 5.10. Auditoría energética a sistemas de aire acondicionado y refrigeración.

Sesión 6. (Lunes 22 de Noviembre)

6. AUDITORÍA ENERGÉTICA TÉRMICA

- 6.1 Auditoría energética al sistema de generación de vapor
- 6.2 Auditoría energética al sistema de distribución de vapor

Sesión 7. (Martes 23 de Noviembre)

7. SISTEMAS DE COGENERACIÓN Y AUTOGENERACIÓN

- 7.1 Ciclos termodinámicos
- 7.2 Sistemas superiores de cogeneración
- 7.3 Sistemas inferiores de cogeneración
- 7.4 Autogeneración

Sesión 8. (Miércoles 24 de Noviembre)

- 8. APLICACIÓN DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA
 - 8.1 Introducción a las fuentes renovables de energía
 - 8.2 Aplicaciones de la energía solar fototérmica
 - 8.3 Aplicaciones de la energía solar fotoeléctrica.

- 9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS
 - 9.1 Período de Recuperación de Una Inversión
 - 9.2 Método del Valor Presente Neto
 - 9.3 Método de la Tasa Interna de Retorno
 - 9.4 Análisis del ciclo de vida del proyecto
 - 9.5 Análisis de sensibilidad económica

OBJETIVO GENERAL

Conocer las herramientas técnicas y metodológicas para la ejecución de auditorías energéticas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

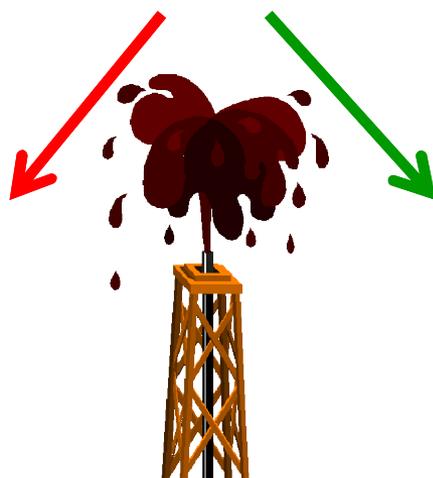
- *Identificar dentro del contexto de la gestión de la eficiencia energética el rol que juega la auditoría energética*
- *Conocer los diferentes tipos de auditorías energéticas, así como sus etapas de aplicación.*
- *Conocer las herramientas de manejo de la información energética, tales como balances de energía, índices energéticos y análisis estadístico.*
- *Conocer las herramientas técnicas de análisis para llevar a cabo una auditoría energética en instalaciones consumidoras tanto de energía eléctrica como de energía térmica.*
- *Identificar áreas de oportunidad de ahorro de energía mediante la aplicación de sistemas de cogeneración y fuentes de energía renovable.*
- *Capacitar en la evaluación técnica y financiera de proyectos de eficiencia energética.*

El Dilema de la Energía

PROBLEMAS



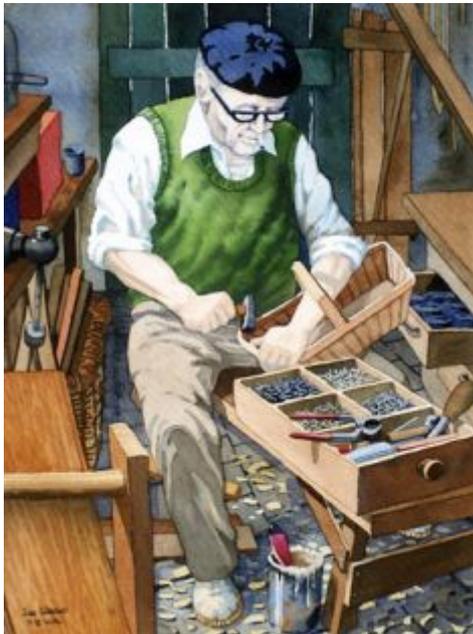
ENERGÍA



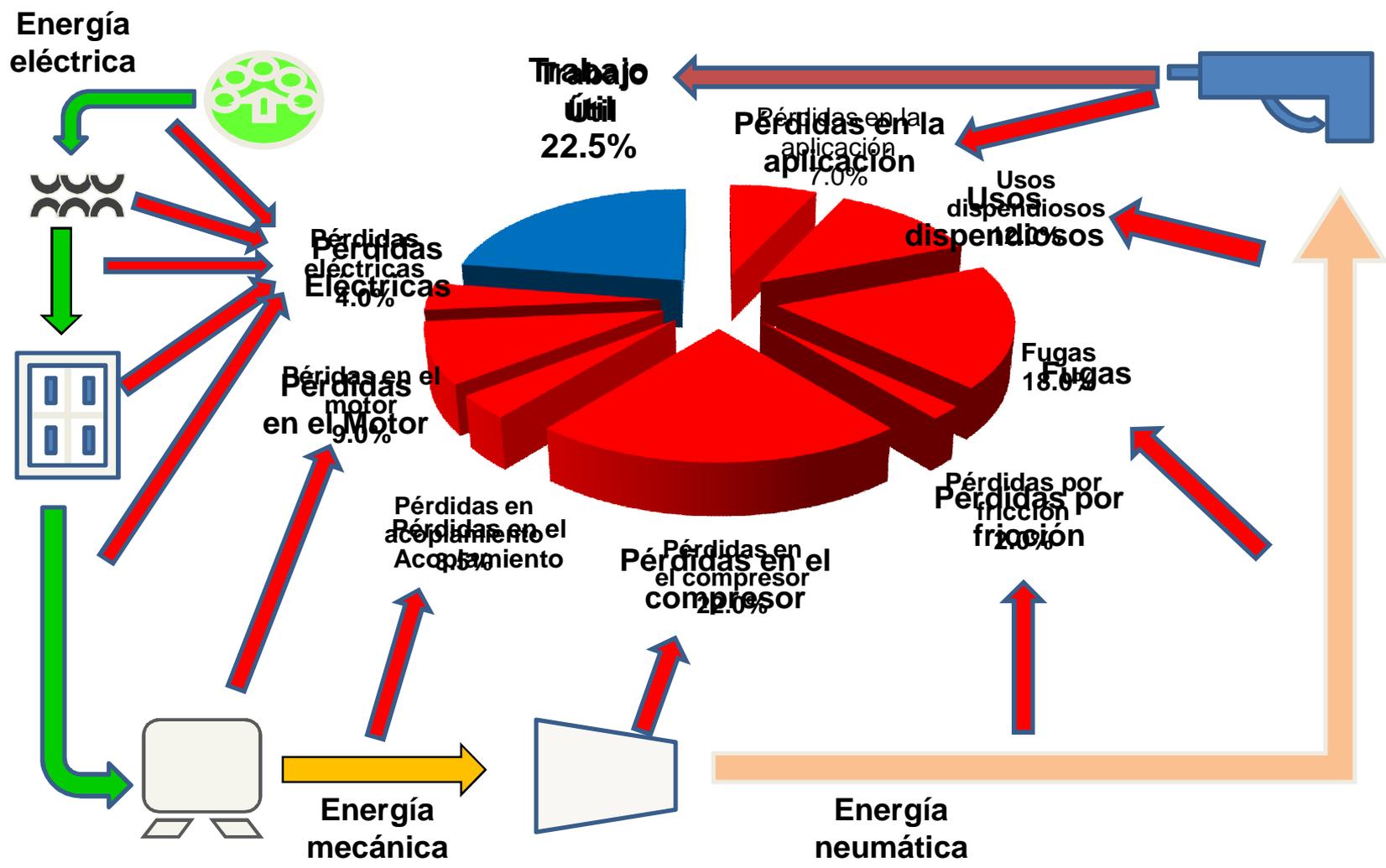
NECESIDADES

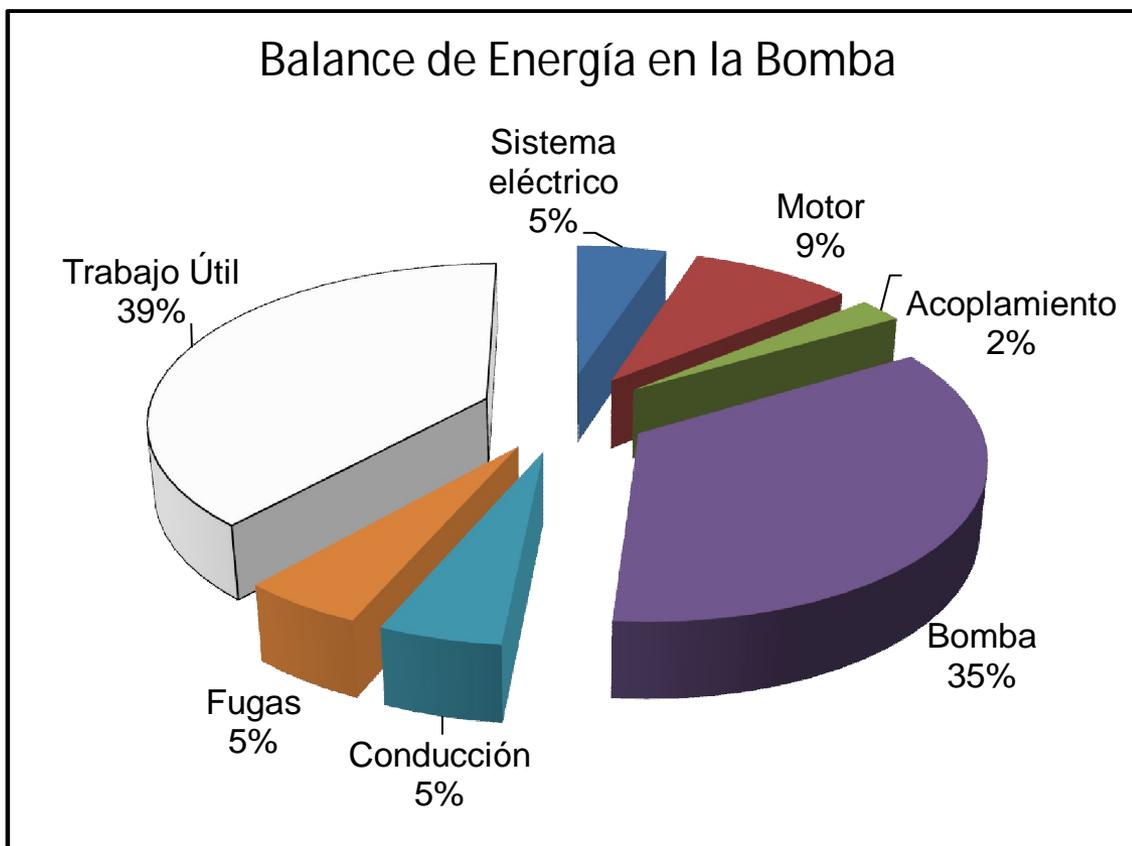


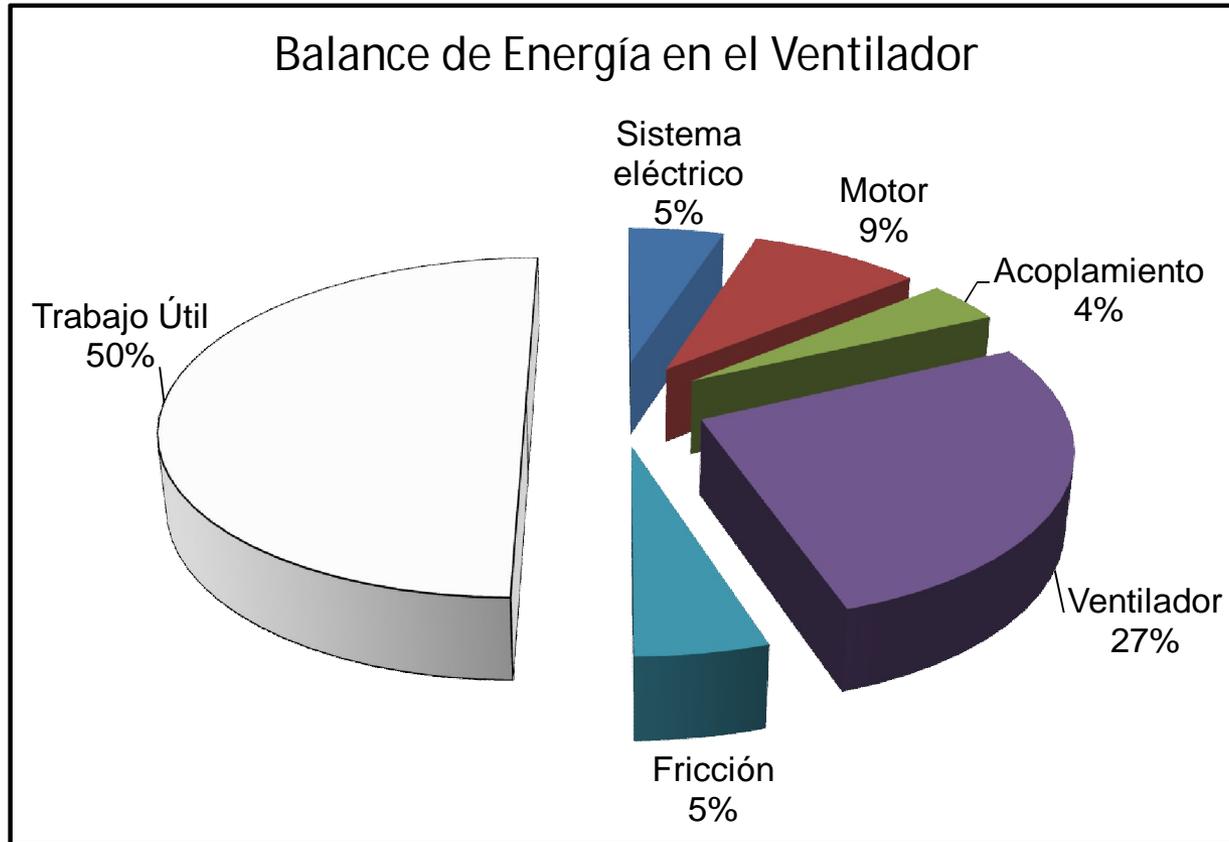
Uso de la energía en la Industria

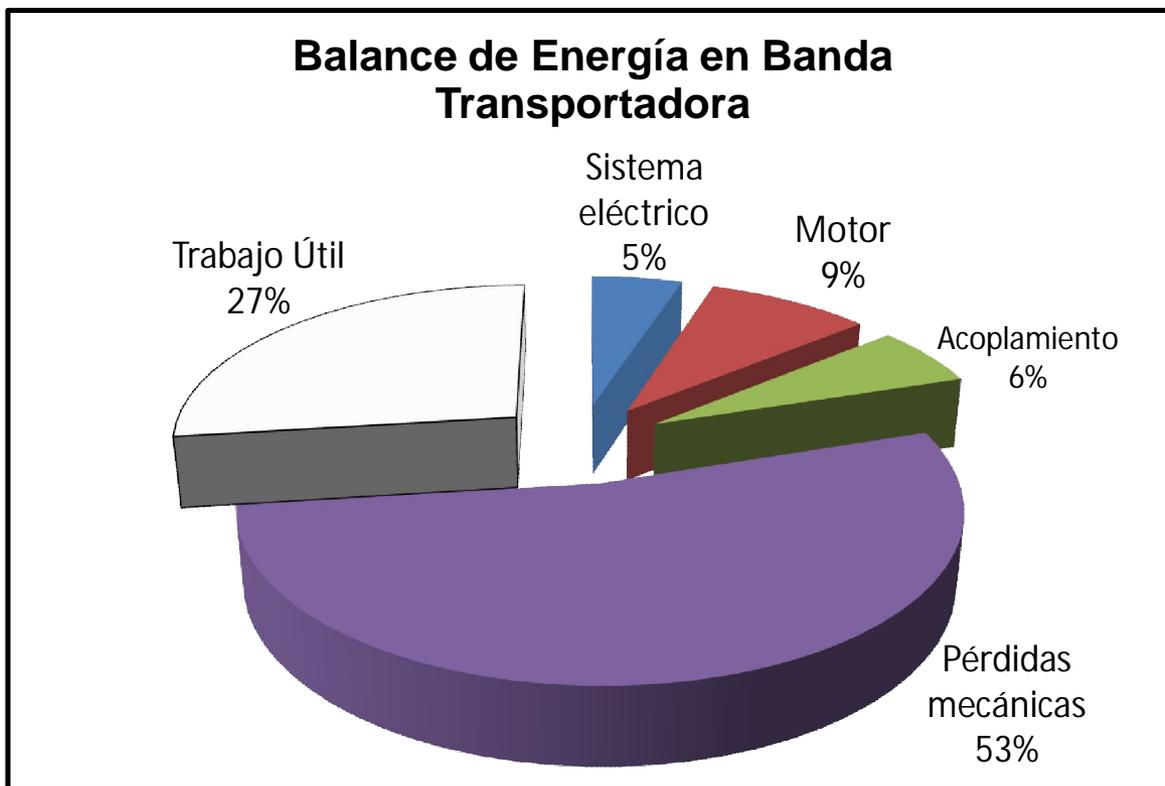


INTRODUCCIÓN

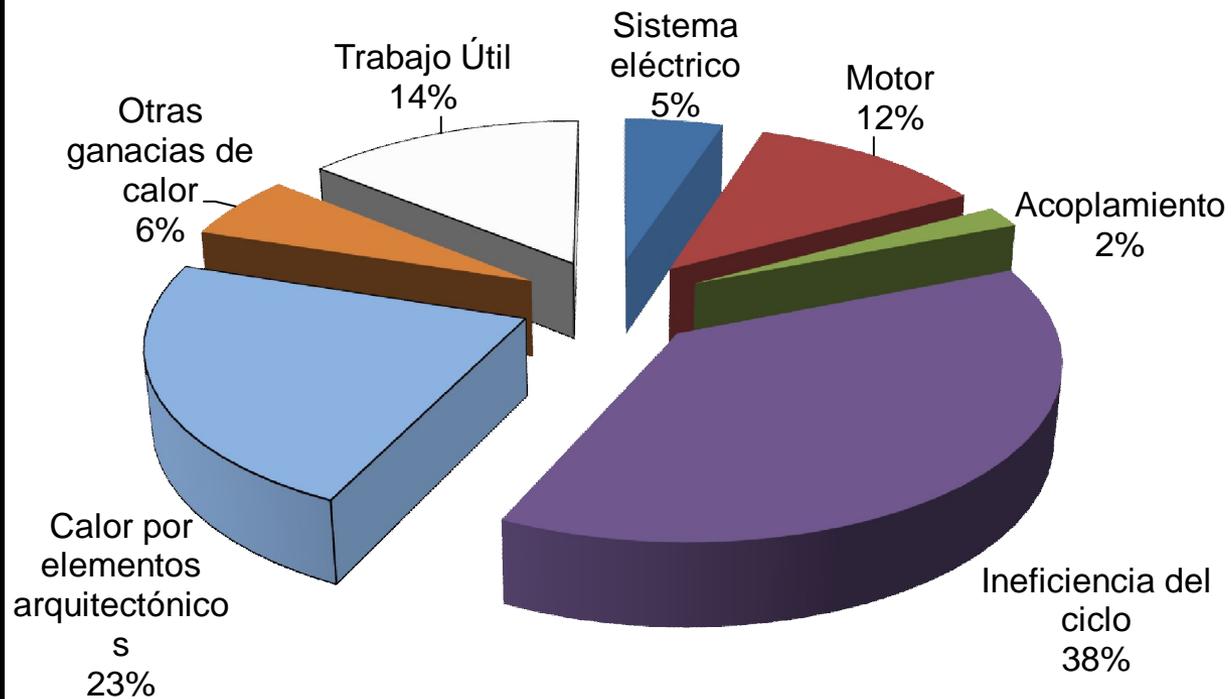






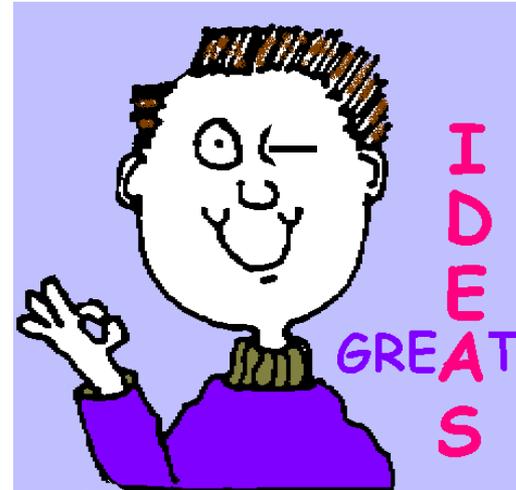


Balance de Energía en Aire Acondicionado



¿ Que Podemos Hacer ?

- Ahorrar Energía.
- Usar más racionalmente la energía
- Utilizar fuentes de energía renovable
- Desarrollar proyectos de cogeneración
- Mejorar el Mantenimiento



En Resumen:

Implantar un **S**istema de
Gestión Eficiencia Energética

2. LA AUDITORÍA ENERGÉTICA COMO PARTE DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

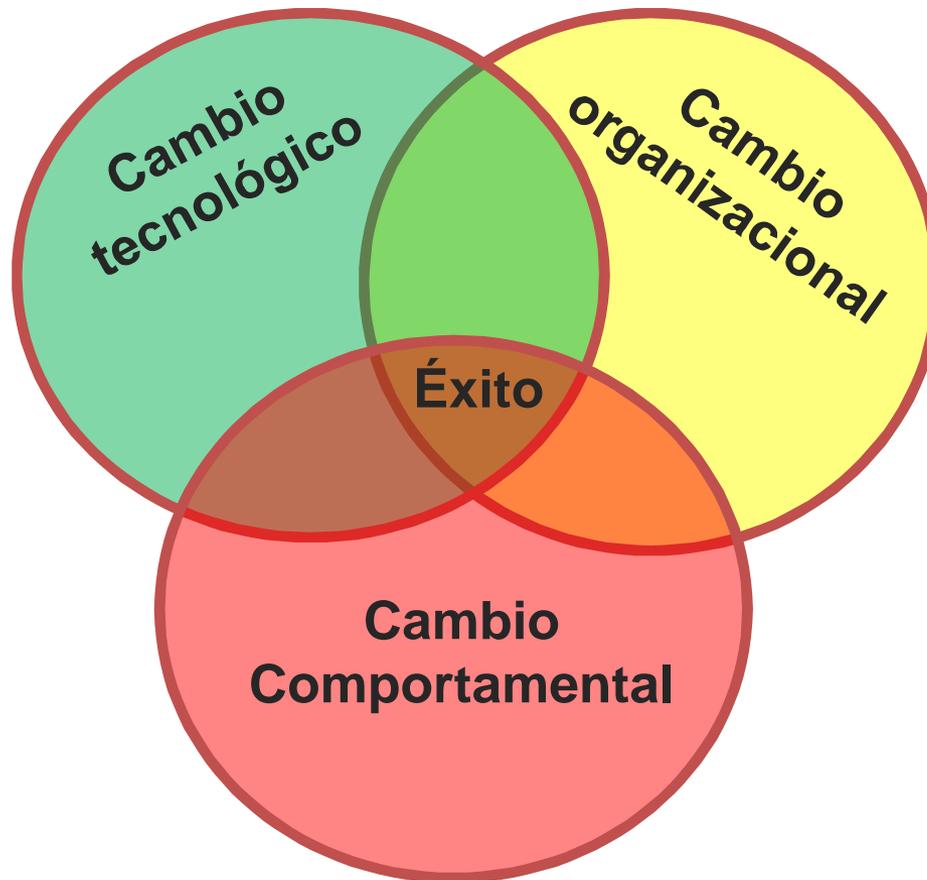
La pregunta es:

¿Que es la Eficiencia Energética?



Es la optimización de la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos.

El Desafío



Integrando la Eficiencia Energética

Barreras:

- Falta de conocimiento/interés
- Falta de confianza en potencial de ahorros
- Capacidad limitada de inversión

Integrando la Eficiencia Energética

La pregunta es entonces:

¿Cómo incorporar las actividades de EE en la organización de forma estructurada?

La Respuesta es:

➔ A través de un Programa de Gestión de la Eficiencia Energética

Gestión de la Eficiencia Energética

¿De qué se trata?

- Aplicación de los principios básicos de la gestión al campo de la eficiencia energética
 - Administración
 - Finanzas
 - Operación
 - Mantenimiento
 - Compras

Objetivo final = Mejora en el balance financiero

Gestión de la Eficiencia Energética

Lo Primero es:

Analizar la Capacidad de Gestión Energética
de la Empresa

Esto es:

**Nuestra capacidad de provocar que
la eficiencia energética se dé**

Integrando la Eficiencia Energética

¿Cómo asegurar el éxito del programa de gestión de la eficiencia energética?

La clave está en la creación de un comité de gestión de la eficiencia energética de alto nivel, en el que se integren todas las áreas de la empresa o institución.

- El esfuerzo debe estar estructurado
- Los recursos humanos deben ser movilizados
- La alta gerencia debe estar comprometida

Gestión de la Eficiencia Energética

Compromiso de la Alta Dirección

- El primer paso de un enfoque estructurado
- Compromiso claro
 - Al principio
 - Durante el programa
- La administración decide la estrategia
- La gerencia intermedia debe también ser movilizada
- Tomar en cuenta las cuestiones laborales y sindicales

Interés de la Gerencia y su Rol

¿Porqué es importante el interés de los ejecutivos?

- Autoridad para introducir un comportamiento propicio a la eficiencia energética, e iniciar proyectos
- Si la EE tiene alto perfil crea interés de los mandos medios
- Acceso al financiamiento

Interés de la Gerencia y su Rol

Argumentos para Promover la EE

- El primer argumento y usualmente el de mayor peso, será el impacto positivo en el balance financiero. (la eficiencia energética debe traducirse en ahorros netos y las inversiones deben probar ser muy rentables)
- Un argumento que suele tomarse en cuenta como valor agregado, es el impacto positivo sobre el medio ambiente.

Interés de la Gerencia y su Rol

Rol de la dirección

- Aprobar el enfoque de EE
- Definir objetivos
- Repartir comisiones/asignar recursos
- Promover la concientización
- Predicar con el ejemplo
- Revisar los resultados
- Motivar y reconocer del esfuerzo

Interés de la Gerencia y su Rol

Nominación de un Gerente de Energía y Miembros del Comité

- El programa de eficiencia energética debe tener el mismo nivel de prioridad que otras actividades
- Las metas y objetivos debes ser muy claros
- La rendición de cuentas es importante
- Se deben liberar recursos

El Gerente de Energía y el Comité de Gestión de la Eficiencia Energética

El Rol del Gerente de Energía

→ Planeación de actividades

- Capacitación
- Optimización de la operación
- Identificación de medidas de eficiencia
- Documentación para aprobación interna/externa
- Seguimiento e implementación
- Reporte a la alta dirección

→ Identificar y superar las barreras

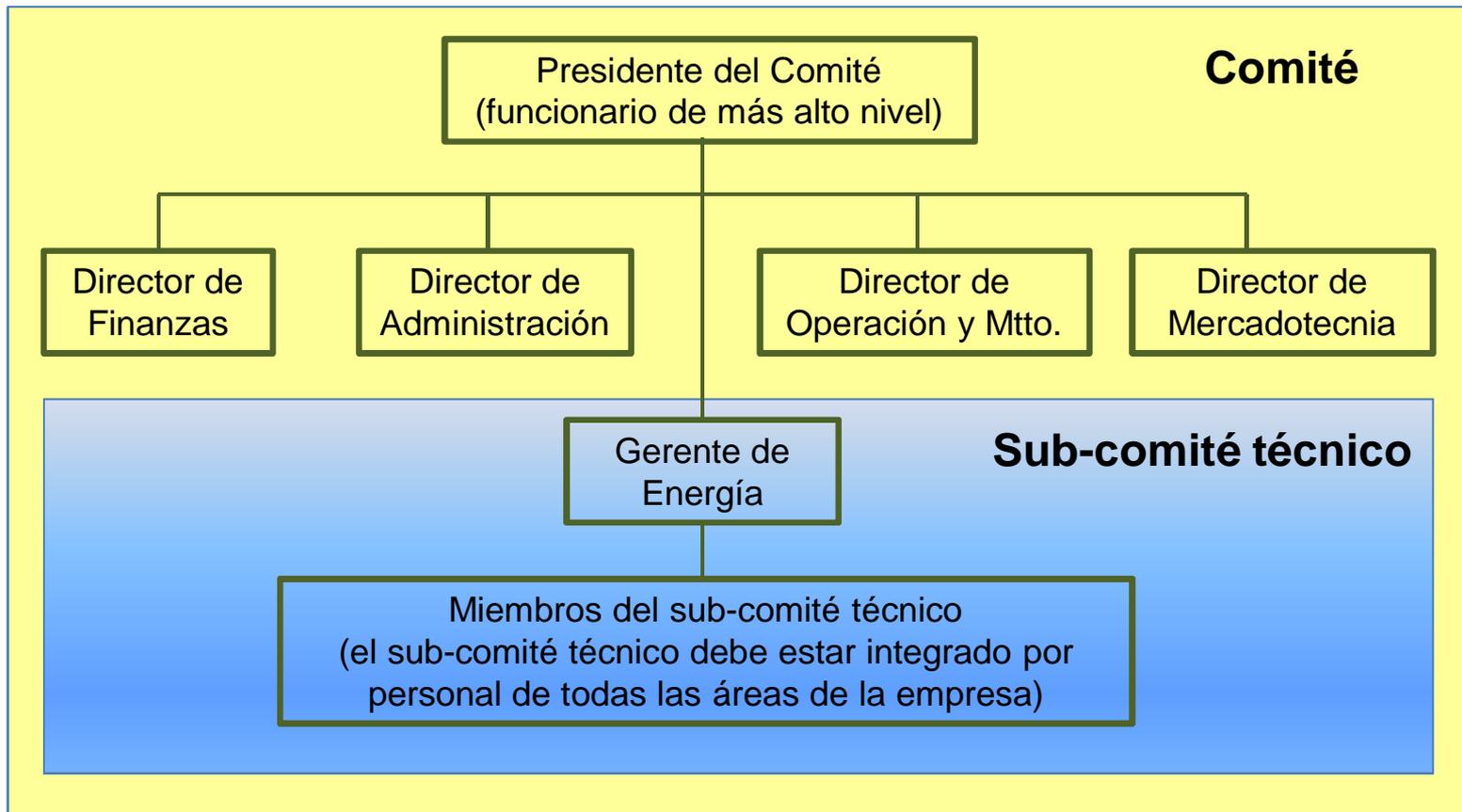
→ Entender la cultura de toma de decisiones corporativas

El Gerente de Energía y el Comité de Gestión de la Eficiencia Energética

Perfil del Gerente de Energía

- Un líder
 - La gestión de la eficiencia energética requiere un cambio en la forma de operar de la organización
- Un facilitador
 - La comunicación y la solución de problemas es la llave del éxito
- Apoyado por la alta dirección
 - Un gerente sin poder de mando = fracaso

Estructura del Comité de Gestión de la Eficiencia Energética

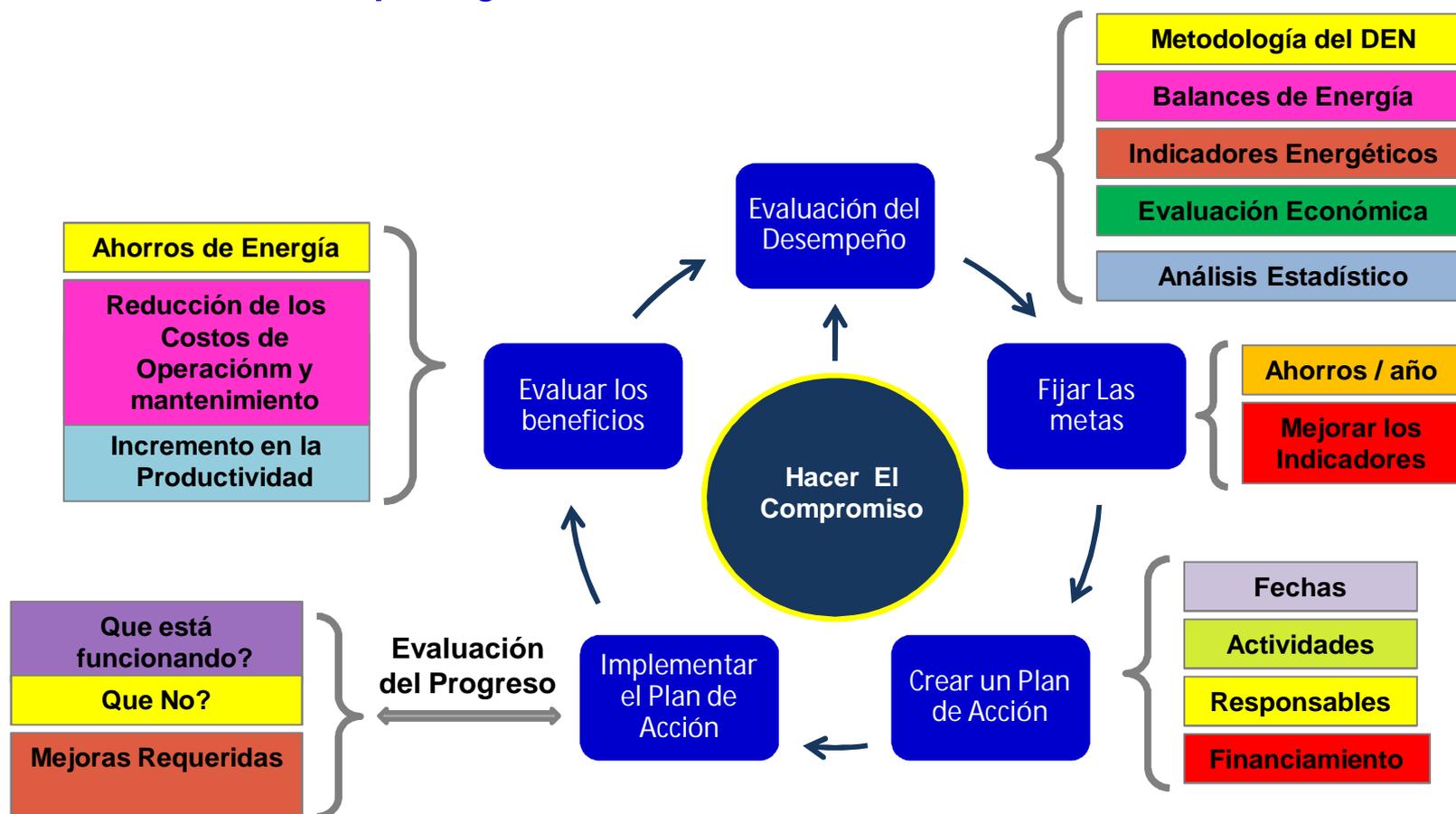


El Gerente de Energía y el Comité de Gestión de la Eficiencia Energética

El Rol del Sub-Comité Técnico

- Realizar las auditorías energéticas
- Identificar medidas potenciales
- Implicar a todos los departamentos y el personal
- Identificar necesidades de capital y las fuentes
- Preparar el plan
- Supervisar el progreso
- Revisar los resultados
- Celebrar y divulgar el éxito

Gestión de la Eficiencia Energética Etapas y Herramientas



Organización Internacional para la Estandarización (ISO)

Creada en 1947, hoy integra a los institutos de normas nacionales de 163 países

Norma ISO-9001	Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos
Norma ISO-9004	Sistemas de Gestión de la Calidad – Directrices para la mejora del desempeño
Norma ISO-14001	Sistemas de Gestión Medioambiental – Especificación con guía para su uso

Proyecto de Norma ISO-50001	Sistemas de Gestión de la Energía
--------------------------------	-----------------------------------

Proyecto de Norma ISO-50001 Sistemas de Gestión de la Energía

La ISO 50001 actualmente está siendo desarrollada.

Cuarenta y dos países miembros de ISO están participando en su desarrollo, y otros 10 países se encuentran en calidad de observadores.

El proyecto se encuentra en la fase de DIS, (Draft International Standard) y se espera que sea publicado como una norma internacional durante el primer trimestre del 2011.

Proyecto de Norma ISO-50001 Sistemas de Gestión de la Energía

La ISO-50001 establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales u organizaciones para gestionar toda la energía.

Se estima que la norma podría influir hasta el 60% del consumo de energía del mundo.

Se basa en los elementos comunes que se encuentran en todas las normas ISO de administración de sistemas,

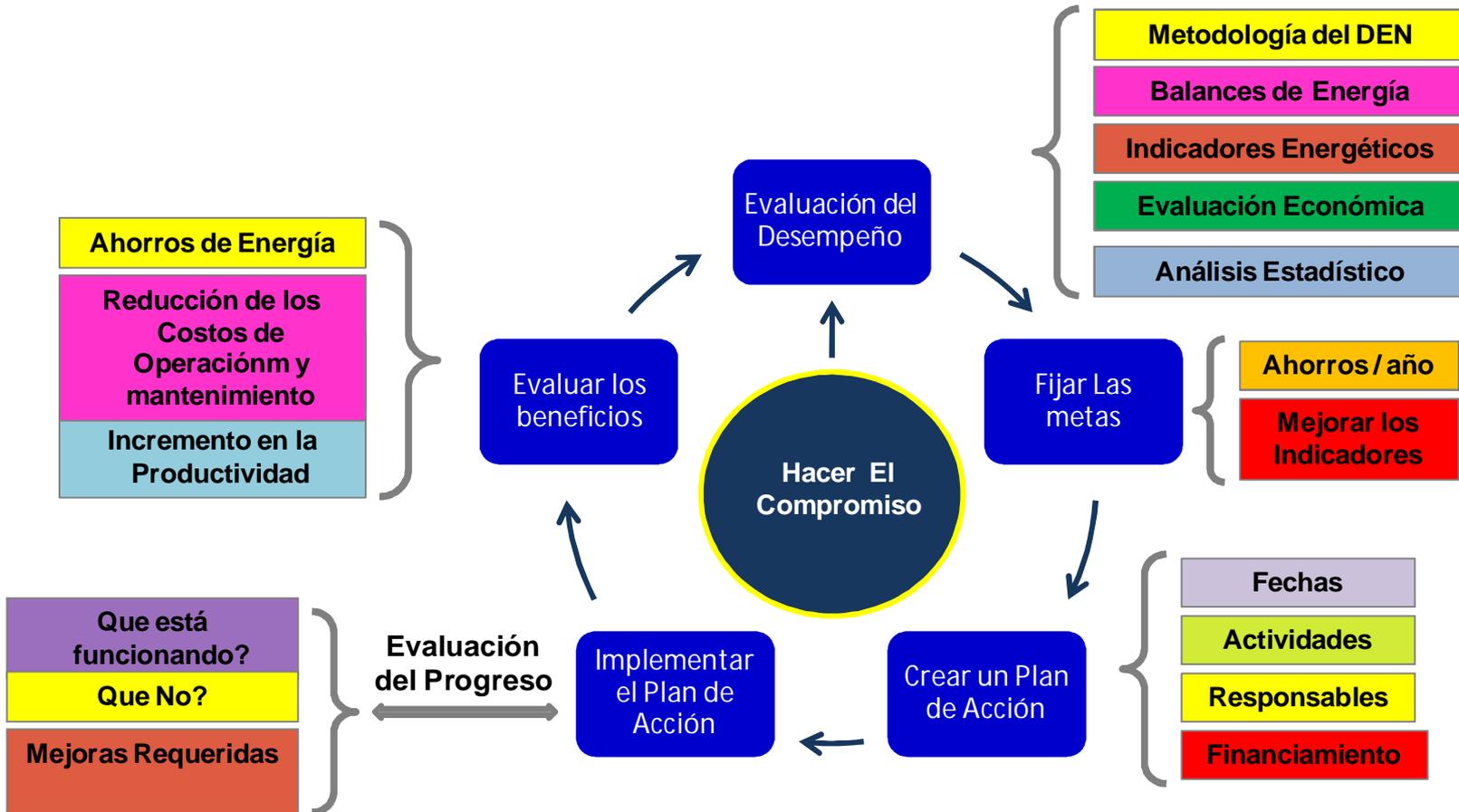
Presenta un alto nivel de compatibilidad con la norma ISO 9001 (gestión de calidad) e ISO 14001 (gestión medioambiental).

Proyecto de Norma ISO-50001 Sistemas de Gestión de la Energía

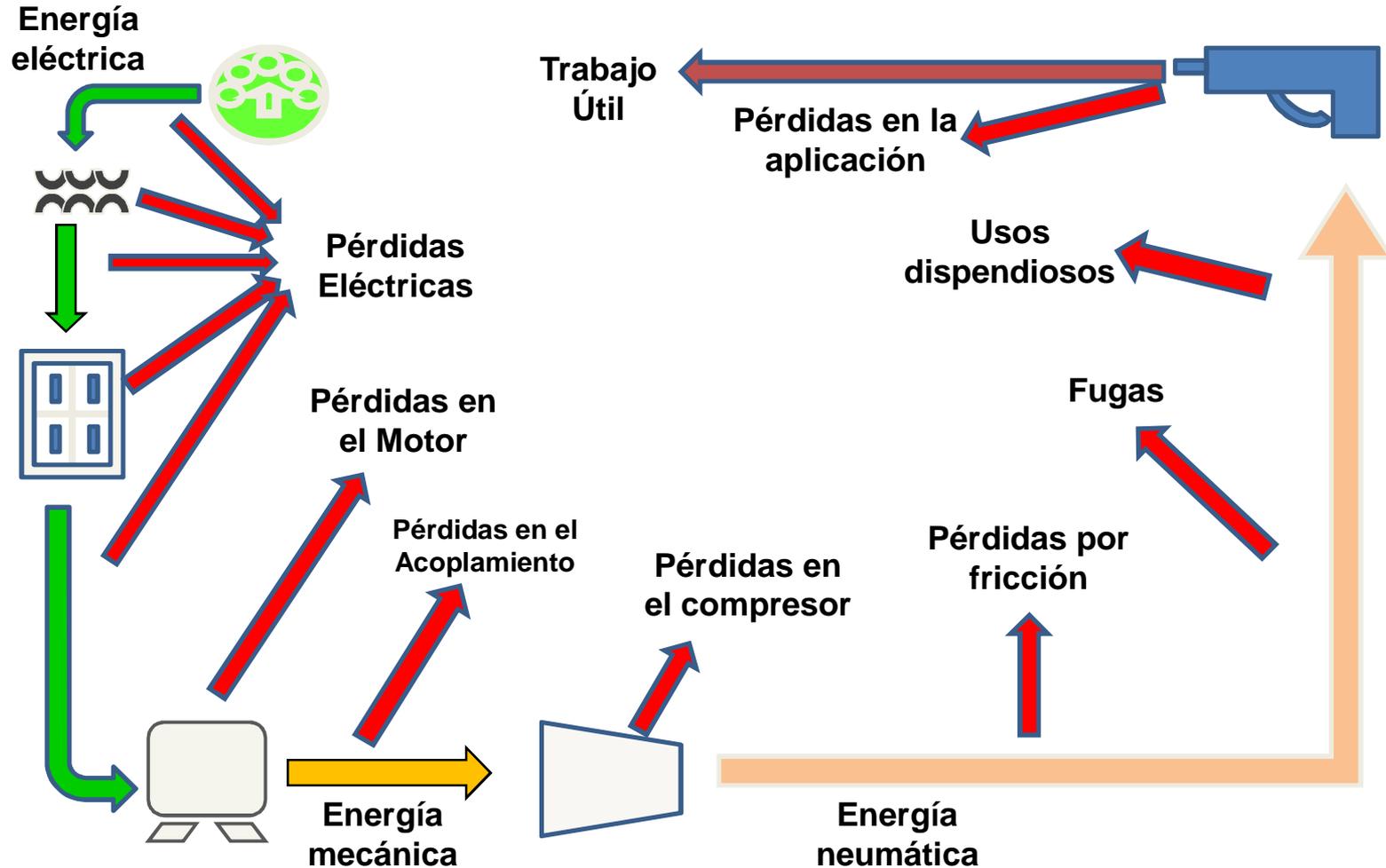
ISO 50001 proporcionará los siguientes beneficios:

- Un marco para la integración de la eficiencia energética en las prácticas de gestión.
- Hacer un mejor uso de los activos que consumen energía.
- La evaluación comparativa de medición, documentación y presentación de informes de mejoras de la intensidad energética y sus efectos previstos en la reducción de gases de efecto invernadero (GEI).
- La transparencia y la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Gestión de la energía las mejores prácticas y el buen comportamiento durante la gestión energética.
- Evaluar y priorizar la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Un marco para promover la eficiencia energética en toda la cadena de suministro.
- Energía mejoras de la gestión en el contexto de proyectos de reducción de emisiones de GEI.

3. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA



Metodología de la Auditoría Energética



El programa de Gestión de la Eficiencia Energética y la Auditoría Energética

El Uso Eficiente de la Energía, está asociado a la disminución de las pérdidas que se generan en cada una de las etapas de transformación, transportación y transmisión de la energía, para realizar un trabajo específico.

El Uso Racional de la Energía está asociado con la eliminación de los derroches energéticos producto de una operación “energéticamente dispendiosa”

Un programa de Gestión de la Eficiencia Energética, es aquel que buscará hacer un uso eficiente y racional de la Energía, y la **Auditoría Energética** es la herramienta mediante la cual identificaremos ineficiencias en el uso de la energía, así como operaciones energéticamente dispendiosas.

DEFINICIÓN

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

OBJETIVO:

El objetivo final es la identificación de medidas técnicas y administrativas rentables para el ahorro de energía en toda la empresa.

METAS DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

1. El análisis preliminar de datos sobre consumos, costos de energía y de producción, para mejorar el entendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos de la planta.

METAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

2. Obtener el balance energético global de la planta, así como los balances energéticos específicos de los equipos y líneas de producción intensivas en consumo de energía para su cuantificación.

METAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

3. Identificar las áreas de oportunidad que ofrecen potencial de ahorro de energía
4. Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.

METAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

5. Analizar las relaciones entre los costos y beneficios de las diferentes determinaciones dentro del contexto financiero y gerencial de la empresa, para poder priorizar su implantación.

METAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

6. Elaborar una cartera de proyectos de ahorro de energía rentables.

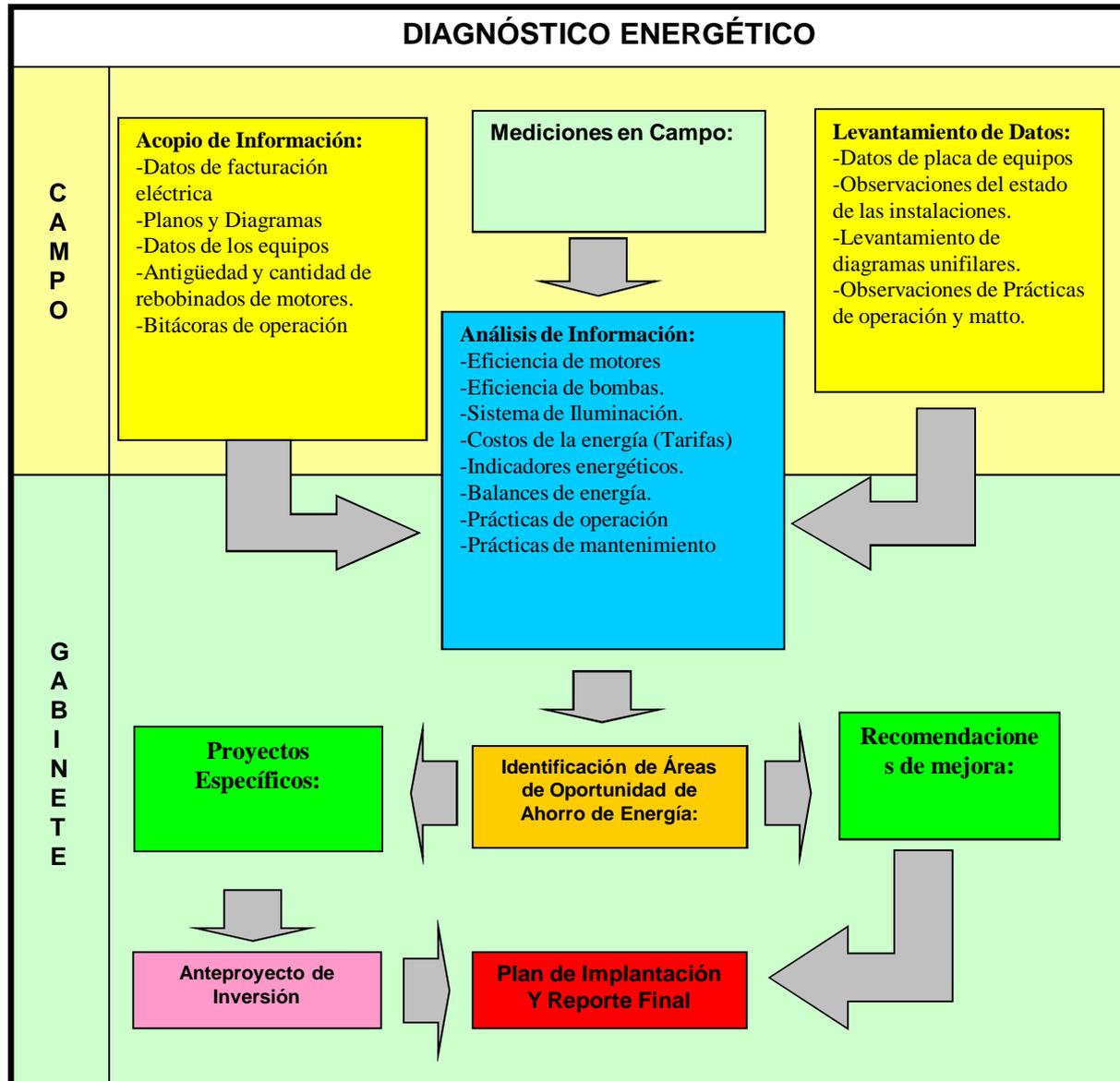
METAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

7. Desarrollar un plan de acción para la realización de todos los proyectos de ahorro de energía, incluyendo fechas, metas y responsabilidades; tal plan de acción permitirá reemplazar y dar continuidad al Programa de Ahorro de Energía de la empresa.

TIPOS DE DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

Diagnóstico Energético de Primer Nivel (DEN1).- Es esencialmente una recolección preliminar de información y el análisis de ésta, con énfasis en la identificación de fuentes evidentes de posible mejoramiento en el uso de la energía.

Diagnóstico Energético de Segundo Nivel (DEN2).- Proporciona un análisis completo de toda la parte energética de una planta, tanto equipos y sistemas auxiliares, como también los detalles e los procesos. En un DEN2 la medición de los parámetros eléctricos de los principales equipos consumidores de energía es fundamental.



ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

- 1.- **Planear los Recursos y El Tiempo**
- 2.- **Recopilar Datos en Sitio**
- 3.- **Toma de Mediciones**
- 4.- **Análisis de Datos**
- 5.- **Estimación del Potencial de Ahorro**
- 6.- **Elaboración del Reporte Técnico**
 - Resumen Ejecutivo
 - Descripción de las Instalaciones
 - Análisis de Consumos Energéticos
 - Recomendaciones y Medidas de Ahorro

ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Paso No. 1: Planear los Recursos y el Tiempo

- Revisar toda la información disponible.
- Identificar la instrumentación que será utilizada y asegurarse de su estado.
- Elaborar un cronograma de trabajo en el que se indiquen las fechas en que se reportarán avances al delegado responsable.

ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Paso No. 2 Recopilar datos en sitio

- Consumos mensuales de los diferentes energéticos.
- Producción de la planta durante los mismos períodos.
- Horarios típicos de operación de la planta
- Identificación de los principales equipos consumidores de energía
- Características físicas de la planta; su estado general, así como el estado y edad de los equipos más importantes.
- Características y capacidades de los equipos consumidores de energía en la planta, incluyendo datos tanto de diseño, como de operación actual.

ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Paso No. 3: Tomar Mediciones

Complementar los datos recopilados de la planta, para que se tenga un mejor respaldo técnico en áreas donde la información de la planta no esté disponible.

Comprobar la operación de equipo importante en la planta, logrando una mejor base para las estimaciones de ahorros potenciales y proporcionando una idea objetiva de la eficiencia de la planta.

Apoyar a la elaboración del balance energético global de la planta.

ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Paso No. 4: Analizar los Datos

- Desarrollar una base de datos de consumos de la planta
- Calcular los costos de los energéticos
- Elaborar balances energéticos de la planta
- Preparar índices de consumo de energía
- Evaluar la operación de la planta

ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Paso No. 5: Estimación del Potencial de Ahorro

Como resultado del análisis de la información y de las propuestas, se calcula el potencial de ahorro en términos de:

- Disminución de la demanda
- Energía ahorrada
- Ahorro económico
- Gases de efecto invernadero evitados

ETAPAS DEL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Resumen Ejecutivo

Capítulo 1. Descripción de la Planta

Capítulo 2. Análisis de Consumos Energéticos

- Balances de Energía
- Historial de facturación
- Índices energéticos
- Mediciones efectuadas

Capítulo 3. Recomendaciones y Medidas de Ahorro

- Recomendación:
- Estimación de Ahorro:
- Estimación de Inversión:
- Análisis Financiero:

Caso de Estudio.

Auditoría Energética a Instalación Industrial

Paso 1: Planear los recursos y el tiempo

Recursos Humanos:

- Un consultor líder:
- Un especialista en eléctrica
- Un especialista en hidráulica
- Un especialista en extractores y ventiladores
- Un especialista en aire acondicionado
- Un especialista en iluminación

Paso 1: Planear los recursos y el tiempo

Equipo de Medición

Equipo	Verificación de vigencia de calibración	Verificación del estado
Analizador de redes eléctricas	Ok	Ok
Medidor de flujo ultrasónico	Ok	OK
Juego de manómetros	Ok	OK
Sonda para medición de nivel		OK
Anemómetro	Ok	OK
Termo-higrómetro	Ok	OK
Maletín de herramientas		OK
Sensores de corriente (3)		OK
Sensores de presión (2)		OK
Dataloggers (5)		OK
Pirómetro infrarrojo	Ok	OK

Paso 1: Planear los recursos y el tiempo

Cronograma

Núm	Actividad Descripción	Semana																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	Recorrido por la planta	█																		
2	Estudio del sistema de bombeo	█	█	█																
2.1	Acopio de información	█	█																	
2.2	Inspección visual de los sistemas	█	█																	
2.3	Mediciones y análisis		█	█																
2.4	Formulación y evaluación de proyectos		█	█	█															
3	Evaluación de motores eléctricos		█	█	█	█	█													
3.1	Acopio de información		█	█	█															
3.2	Inspección visual de los sistemas		█	█	█	█														
3.3	Mediciones y análisis		█	█	█	█														
3.4	Formulación y evaluación de proyectos		█	█	█	█	█													
4	Estudio del sistema de aire compr.			█	█	█														
4.1	Acopio de información			█	█															
4.2	Inspección visual de los sistemas			█	█															
4.3	Mediciones y análisis			█	█															
4.4	Formulación y evaluación de proyectos			█	█															
5	Estudio del sistema de aire acond.					█	█	█												
5.1	Acopio de información					█	█													
5.2	Inspección visual de los sistemas					█	█													
5.3	Mediciones y análisis					█	█	█												
5.4	Formulación y evaluación de proyectos					█	█	█												
6	Estudio del sistema de extracción						█	█												
6.1	Acopio de información						█													
6.2	Inspección visual de los sistemas						█													
6.3	Mediciones y análisis						█	█												
6.4	Formulación y evaluación de proyectos						█	█	█											
7	Estudio del sistema de iluminación							█	█	█										
7.1	Acopio de información							█												
7.2	Inspección visual de los sistemas							█												
7.3	Mediciones y análisis							█	█											
7.4	Formulación y evaluación de proyectos							█	█	█										
8	Estudio para el control de la dem.	█	█	█	█	█	█	█	█	█										
8.1	Identificación de áreas de oportunidad	█	█	█	█	█	█	█	█	█										
8.2	Formulación y evaluación de proyectos	█	█	█	█	█	█	█	█	█										
9	Elaboración de reportes										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
9.1	Elaboración de la cartera de proyectos										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
9.2	Elaboración del reporte final																			█

Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

- Copia de la facturación eléctrica de los últimos 24 meses.
- Producción mensual de los últimos 24 meses.
- Plano de conjunto de la planta
- Diagrama eléctrico unifilar general
- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica
- Bitácoras de operación del equipo principal
- Programas y bitácoras de mantenimiento del equipo principal.

Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

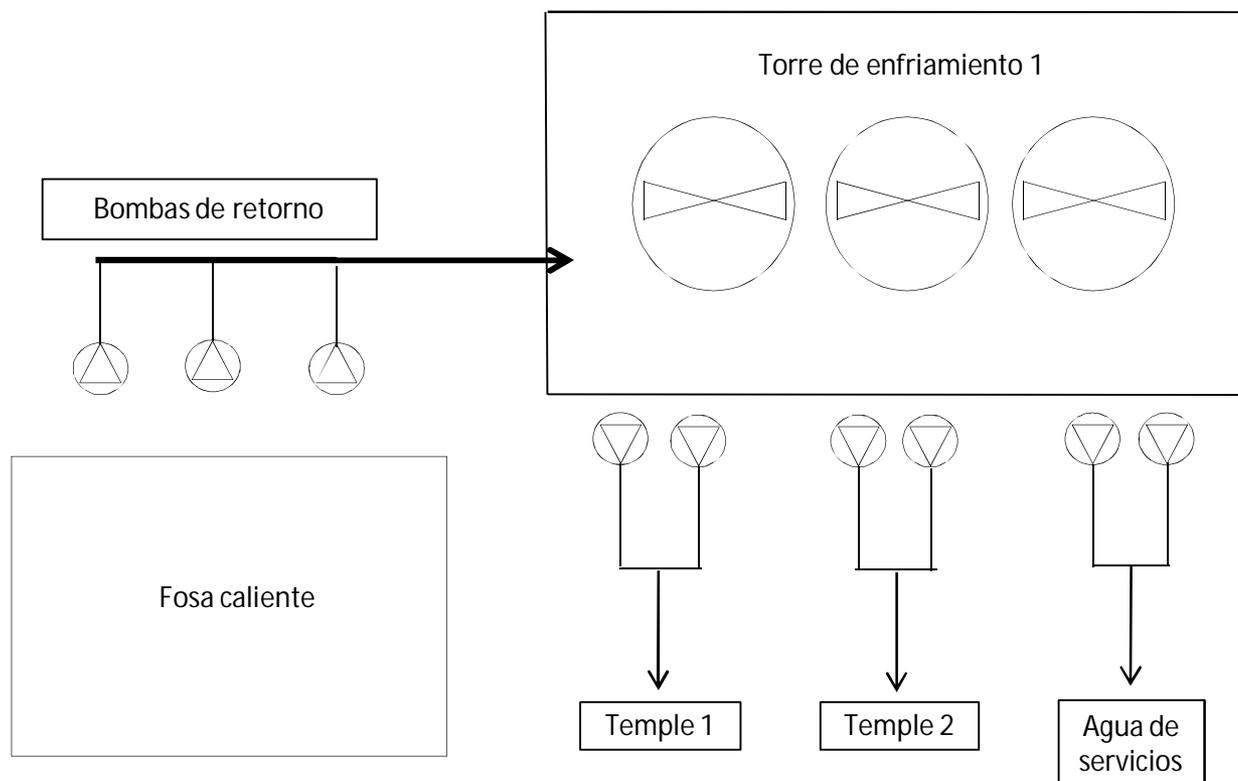
- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica.

EQUIPO DE BOMBEO							
Bomba		Motor		Datos de diseño		Operación	
Identificación	Antigüedad (años)	Capacidad (HP)	Tensión (Vots)	Caudal (m3/s)	Presión (kg/cm2)	Descripción	h/año

Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

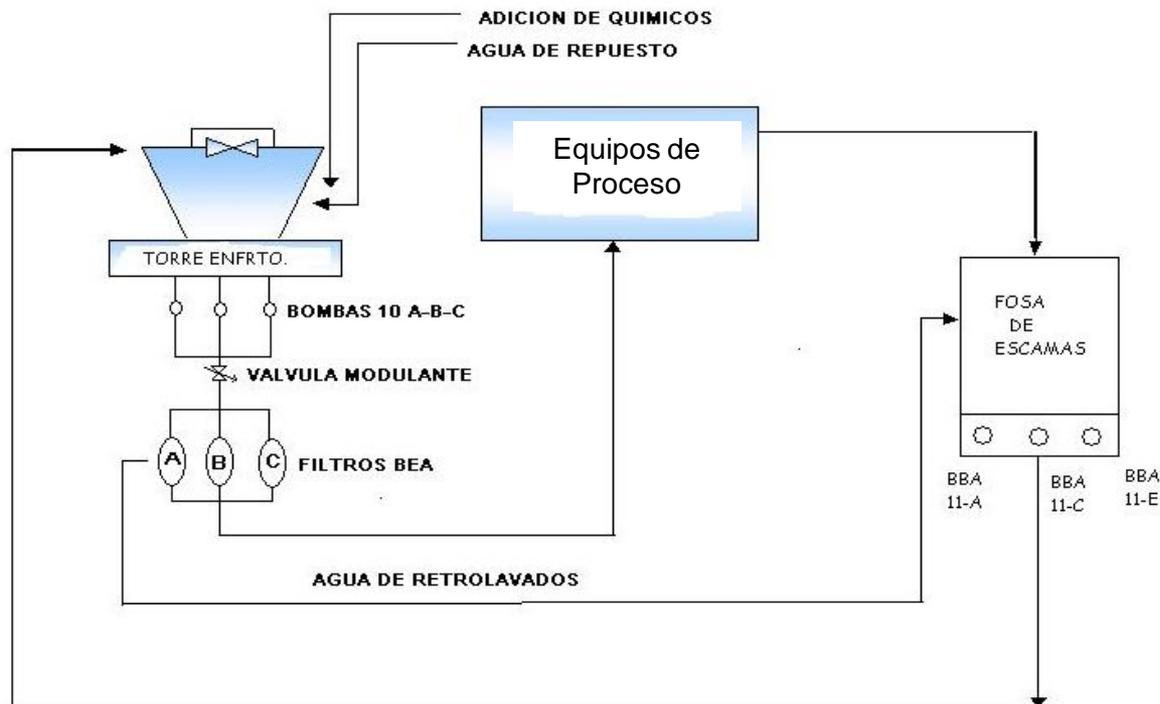
- Diagrama del sistema de bombeo de la torre de enfriamiento 1



Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

- Diagrama del sistema de bombeo de la torre de enfriamiento 2



Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica.

EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO							
Equipo						Operación	
Identificación	Cantidad	Antigüedad (años)	Tipo	Capacidad (Btu/h)	Tensión (Vots)	Descripción	h/año

Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica.

MOTORES										
Equipo								Operación		Mtto
Identificación	Tipo	Antigüedad (años)	Capacidad (HP)	Tensión (Vots)	RMP	Efic.	Frame	Descripción	h/año	Número de rebobinados

Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica.

COMPRESORES DE AIRE								
Compresor			Motor		Datos de diseño		Operación	
Identificación	Tipo	Antigüedad (años)	Capacidad (HP)	Tensión (Vots)	Caudal (m3/s)	Presión (kg/cm2)	Descripción	h/año

Paso 2: Recopilar datos en sitio

Relación de datos a recopilar

- Inventario de equipo consumidor de energía eléctrica.

Área	Luminario		Lámparas/luminario			Balastro	Operación
	Tipo	Cant.	Tipo	Potencia (W)	Cant.	Tipo	h/año

Paso 3: Tomar mediciones

Datos de placa de motores

Descripción del equipo	V/H	MARCA	HP	V	I	RPM	Armazón	Eficia. (η)
Compresor AC-107	Horizontal	N/D	500	2300	111	1778	S/D	N/D
Compresor AC-103	Horizontal	N/D	500	2300	111	1472	S/D	N/D
Compresor AC-101	Horizontal	N/D	500	2300	111	1778	S/D	N/D
Compresor AC-106	Horizontal	N/D	900	2300	196	1472	S/D	95.5
Compresor AC-104	Horizontal	N/D	500	2300	111	1472	S/D	N/D
Compresor AC-105	Horizontal	N/D	500	2300	111	1472	S/D	N/D
Compresor AC-102	Horizontal	N/D	200	460	226	3545	S/D	N/D
Compresor Acería # 2 T200-	Horizontal	N/D	250	460	302	1780	449TYZ	96.2
Compresor # 1 Línea 4 y 5	Horizontal	N/D	125	460	150	1786	S/D	N/D
Compresor # 2 Línea 4 y 5	Horizontal	N/D	125	460	150	1786	S/D	N/D
Compresor # 1 TTR 3	Horizontal	N/D	125	460	150	1786	S/D	N/D
Compresor # 2 TTR 3	Horizontal	N/D	125	460	150	1786	S/D	N/D
Compresor # 1 Pistón -HID	Horizontal	EM	100	440	130	700	12135	91.8

Paso 3: Tomar mediciones

Mediciones a motores

IDENTIFICACIÓN	VOLTAJE			CORRIENTE			POTENCIA			FACTOR DE POTENCIA		
	A-B	B-C	C-A	A	B	C	A-B	B-C	C-A	A	B	C
Compresor AC-107	2380	2380	2400	104	104	104	113	114	115	0.79	0.8	0.8
Compresor AC-106	2420	2420	2400	192	192	198	209	209	217	0.78	0.78	0.79
Compresor AC-104	2420	2440	2400	98	99	98	107	112	103	0.78	0.8	0.76
Compresor AC-105	2320	2340	2380	98	100	98	110	113	113	0.84	0.84	0.84
Compresor AC-102	458	457	457	154	157	159	34	35	36	0.85	0.86	0.88
Compresor Acería # 2 T200-	482	483	482	284	297	287	60	62	60	0.75	0.75	0.75
Compresor # 1 Línea 4 y 5	446	448	446	138	146	139	29	31	29	0.81	0.82	0.81
Compresor # 2 Línea 4 y 5	446	448	446	138	146	139	28	29	29	0.82	0.82	0.82
Compresor # 1 TTR 3	460	464	460	127	135	131	28	38	28	0.84	0.83	0.8
Compresor # 2 TTR 3	465	467	466	122	124	124	26	27	26	0.81	0.81	0.79
Compresor # 1 Pistón -HID	448	447	449	101	102	101	19	20	19	0.74	0.76	0.75
Compresor # 2 Pistón -HID	447	442	441	93	98	76	21	20	20	0.79	0.79	0.79
Compresor # 3 Pistón -HID	440	440	443	71	73	72	14	15	15	0.7	0.71	0.78
Compresor # 4 Pistón - HID	439	440	439	212	222	222	45	46	46	0.83	0.84	0.84
Compresor R&D	442	445	444	153	156	155	33	34	33	0.84	0.85	0.83
Compresor ZR400												
Acabados	433	439	436	539	539	542	115	116	114	0.84	0.86	0.84
Bomba 1 (90-ATM) -HID	435	424	433	255	259	255	50	53	51	0.79	0.88	0.9
Bomba 2 (180-ATM) -HID	437	437	437	545	539	537	105	101	102	0.76	0.74	0.75

Paso 3: Tomar mediciones

Levantamiento de datos de bombas

Sistema	Equipo	Tipo de bomba	HP	V	RPM	h/año
Pozo frío Torre FAT-1	1	Turbina vertical	200	440	1800	4380
	2	Turbina vertical	200	440	1800	4380
	3	Turbina vertical	200	440	1800	4380
	4	Turbina vertical	200	440	1800	4380
Pozo caliente Torre FAT-1	1	Turbina vertical	100	440	1800	6700
	2	Turbina vertical	100	440	1800	6700
	3	Turbina vertical	100	440	1800	6700
	4	Turbina vertical	100	440	1800	6700
Tanque de homogeneización	1	Turbina vertical	50	460	1800	4380
	2	Turbina vertical	50	460	1800	4380
Bomba de agua a servicios FESF	2ª	Horizontal	60	460	3600	4410
	2b	Horizontal	60	460	3600	4410
Bomba a cabezal de temple 2	3a	Horizontal	40	460	3600	3133
	3b	Horizontal	40	460	3600	3133
PTA Bombas de retorno del circuito B	5A	Turbina vertical	200	460	1785	5840
	5B	Turbina vertical	200	460	1785	5840
	5C	Turbina vertical	200	460	1785	5840
	5D	Turbina vertical	200	460	1785	5840
	5E	Turbina vertical	200	460	1785	5840
	5F	Turbina vertical	200	460	1785	5840

Paso 3: Tomar mediciones

Mediciones hidráulicas a equipos de bombeo

Sistema	Equipo	Nivel de succión (m)	Presión succión (kg/cm ²)	Presión descarga (kg/cm ²)	Diámetro (pulg)		Gasto (lps)
					succión	descarga	
Pozo frío Torre FAT-1	1	0.65	N/A	3.2	10	10	125.0
	2	0.65	N/A	3.20	10	10	130.0
	3	0.65	N/A	3.20	10	10	107.0
	4	0.65	N/A	3.20	10	10	114.0
Desarenador 1	1	2.05	N/A	3.70	10	10	80.0
	3	2.05	N/A	3.70	10	10	78.0
Desarenador 2	1	2.28	N/A	4.20	10	10	71.0
Tanque de homogeneización	2	2.12	N/A	0.40	8	8	84.0
Bomba de agua a servicios FESF	2b	N/A	0.20	6.10	6	6	41.3
Bomba a cabezal de temple 2	3a	N/A	0.20	6.80	6	6	31.5
Bomba a cabezal de temple 1	4a	N/A	0.20	8.80	6	6	12.6
	4b	N/A	0.20	8.50	6	6	16.0
Bomba de retorno de agua a torres de enfte FESF	1a	4.81	N/A	0.80	6	6	36.0
	1b	4.81	N/A	0.80	6	6	38.0
	1c	4.81	N/A	0.80	6	6	43.0
PTA Bombas de retorno del circuito B	5A	2.82	N/A	2.62	16	18	415.0
	5B	2.82	N/A	2.54	16	18	340.0
	5C	2.82	N/A	2.65	16	18	400.0
	5D	2.82	N/A	2.65	16	18	401.0
	5E	2.82	N/A	2.48	12	14	370.0
	5F	2.82	N/A	2.52	12	14	299.0

Paso 3: Tomar mediciones

Levantamiento de datos de compresores de aire

Identificación	Compresor			Flujo (m ³ /h)	Motor		Año
	Marca	Tipo	Modelo		HP	Votaje	
#1	Worthington	Reciprocante	39091		100	440	1953
#2	Worthington	Reciprocante	39017		75	440	1953
#3	Worthington	Reciprocante	39017		75	440	1953
#4	Worthington	Reciprocante			200	440	
FESF	Atlas Copco	Tornillo	GA315-FF	2,798	350	440	
ZR400	Atlas Copco	Tornillo	ZR 400		500	440	2003
#1	Atlas Copco	Tornillo	GA 200 FF	2,798	250	440	2006
AC 101	Atlas Copco	Tornillo	ZR-5	3,500	536	2300	1983
AC 102	Atlas Copco	Tornillo	ZR-3	1,100	177	460	1997
AC 103	Atlas Copco	Tornillo	ZR-5	3,500	536	2300	1991
AC 104	Atlas Copco	Tornillo	ZR-5	3,500	536	2300	1982
AC 105	Atlas Copco	Tornillo	ZR-5	3,500	550	2300	1982
AC 106	Atlas Copco	Tornillo	ZR750	6,500	899	2300	1999
AC 107	Atlas Copco	Tornillo	ZR-5	3,500	547	2300	1997
2T 200 FF	Atlas Copco	Tornillo	ZT200FF		250	460	2006
No.1	Atlas Copco	Tornillo	GA90WFF	1072	125	460	2007
No. 2	Atlas Copco	Tornillo	GA90WFF	1072	125	460	2007

Paso 3: Tomar mediciones

Mediciones en compresores de aire

Identificación	Aire de succión		Aire ambiente		Aire de descarga		Potencia eléctrica demandada (kW)
	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	Flujo (m3/h)	Presión (kg/cm2)	
#1	38.1	47.3	35.2	49.8	557	5.2	58
#2	38.5	49.6	35.2	49.8	543	5.2	61
#3	37.4	49.9	35.2	49.8	352	5.2	44
#4	38.7	46.8	35.2	49.8	1,027	5.2	139
FESF	36.0	55.0	35.2	49.8	2,798	6.8	256
ZR400	36.5	52.0	36.4	52.6	2,546	5.6	345
#1	32.0	61.0	31.9	62.1	1,860	6.6	323
AC-102	32.7	60.4	33.1	60.4	934	5.3	105
AC 104	32.8	60.1	33.1	60.4	3,640	4.5	322
AC-105	32.1	62.6	33.1	60.1	3,490	5.8	336
AC 106	34.6	57.3	33.1	60.4	5,274	5.6	534
AC 107	34.1	58.1	33.1	60.4	3,662	5.6	425
ZT-200FF	35.4	49.9	35.8	49.0	2,520	5.9	182
No.1	34.9	52.0	35.1	51.5		6.9	94
No. 2	34.9	52.0	35.1	51.5		7.4	79

Paso 3: Tomar mediciones

Levantamiento de datos de equipos de acondicionamiento ambiental

No. Equipo	Marca	No.serie	Modelo	Capacidad (T.R.)	Voltaje
EV 103	TRANE	N/D	N/D	400	2400
EV 105	Carrier (Evergreen)	N/D	19XR05004201	500	2400
1	TRANE	U06M01295	RTWA1254XH01 C3C0WN	125	460
1	Carrier (Aqua Snap)	2205Q80019	30RBA090610----3	90	460
UGAH-01-B	Carrier	1101F69460	30GXR160-AE640FR	160	460
UGAH-01-C	Carrier	1101F69461	30GXR150-AE640FR	150	460
UGAH-01-D	Carrier	1101F69443	30GXR080-AE640FR	80	0
UGAH-01-E	Carrier	1101F69444	306XR080-AE640FR	80	460
UGAH-01-F	Carrier	1101F69448	30GXR080-AE640FR	80	460
UGAH-01	Carrier	1905Q71349	30RBA09061B----3	90	460
UGAH-02	Carrier	N/D	30RBA09061B----3	90	460
UGAH-02	TRANE	U06A05407	RTAA1254XR01A3D0NB	125	460
UGAH-03	TRANE	U06A05406	RTAA1254XR01A3D0NB	125	460
UGAH-03	TRANE	0.0	RTAA1254T01A3D0NB	125	460
C1	Carrier	2298F47164	30HXC126RY-600	125	460

Paso 3: Tomar mediciones

Mediciones en bombas de agua helada

No. Equipo	Mediciones eléctricas			Mediciones hidráulicas	Temperatura del agua helada	
	Voltaje	Corriente	Potencia trifásica (kW)	Gasto (l/s)	Entrada (°C)	Salida (°C)
EV 103	2387	81	440	120.0	8.6	6.0
EV 105	2387	55	312	122.2	11.2	9.8
1	467	76	75	19.0	8.6	6.9
1	457	54	35	11.0	15.8	14.1
UGAH-01-B	454	217	151	32.0	10.3	6.9
UGAH-01-C	454	165	114	21.2	8.6	5.6
UGAH-01-D	450	138	90	12.0	9.4	4.1
UGAH-01-E	452	91	53	10.5	9.1	5.4
UGAH-01-F	449	98	63	10.0	14.1	10.7
UGAH-01	429	165	99	11.0	9.3	7.2
UGAH-02	449	98	61	11.0	9.3	7.2
UGAH-02	430	205	139	24.8	8.8	6.0
UGAH-03	442	160	112	24.8	8.8	6.0
UGAH-03	451	198	133	31.6	10.7	8.2
C1	444	67	61	22.3	6.5	4.7

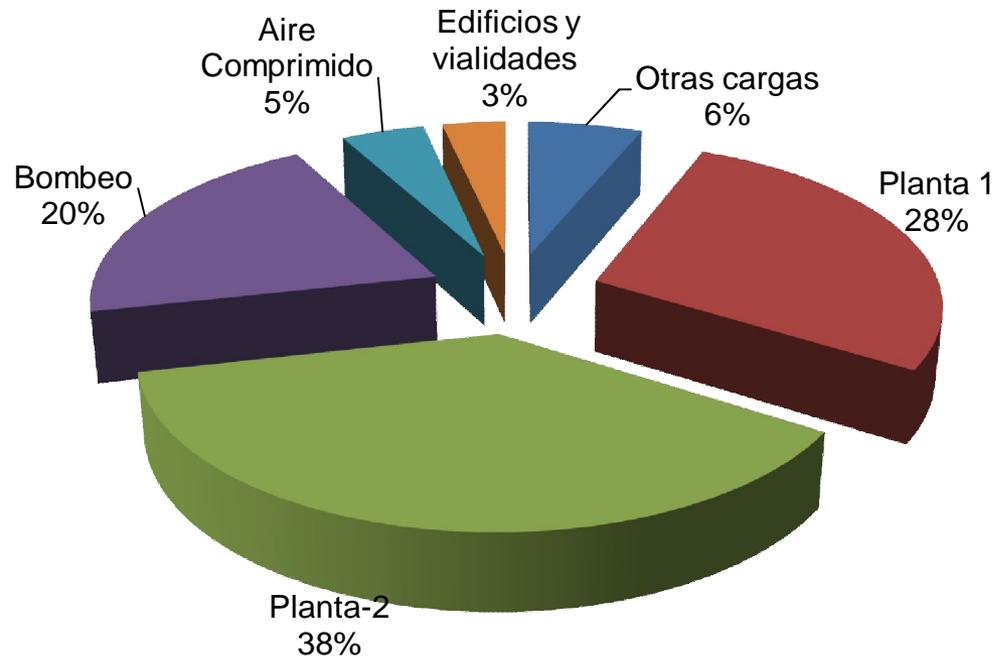
Paso 3: Tomar mediciones

Mediciones en equipos de aire acondicionado

Tipo	Mediciones eléctricas				Mediciones hidráulicas	Temperatura del aire (°C)		Humedad relativa (%)	
	Voltaje	Corriente (A)	Potencia trifásica (kW)	Factor de potencia	Gasto (m3/s)	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Mini split	214.00	10.76	2.26	0.99	0.143	25.95	9.9	44.95	85.55
Ventana	211.00	9.81	1.98	0.95	0.32	22.39	15.96	66.90	84.30
Paquete	207.00	30.10	6.00	0.96	1.35	22.00	14.45	54.60	80.20

Paso 4: Analizar los datos

Balances de Energía



Paso 4: Analizar los datos

Comportamiento del consumo de energía

		Consumo Total	
		Consumo del mes (kWh/mes)	Consumo diario promedio (kWh/día)
Datos mensuales	Ene-09	44,952,620	1,450,085
	Feb-09	35,663,840	1,273,709
	Mar-09	42,739,320	1,378,688
	Abr-09	53,184,730	1,772,824
	May-09	56,025,700	1,807,281
	Jun-09	56,285,210	1,876,174
	Jul-09	59,572,430	1,921,691
	Ago-09	63,274,520	2,041,114
	Sep-09	59,583,380	1,986,113
	Oct-09	67,152,440	2,166,208
	Nov-09	59,293,030	1,976,434
	Dic-09	62,581,180	2,018,748
Datos estadísticos	Mínimo	35,663,840	1,273,709
	Máximo	67,152,440	2,166,208
	Promedio	55,025,700	1,805,756
	Desv. Est	8,968,095	274,438
	Dispersión	32.6%	30.4%

Paso 4: Analizar los datos

Comportamiento de la producción

		TOTAL	
		Ton/mes	Ton/día
Datos mensuales	Ene-09	39,757	1,282
	Feb-09	37,504	1,339
	Mar-09	36,786	1,187
	Abr-09	44,870	1,496
	May-09	48,202	1,555
	Jun-09	49,984	1,666
	Jul-09	52,415	1,691
	Ago-09	55,177	1,780
	Sep-09	46,323	1,544
	Oct-09	63,518	2,049
	Nov-09	59,007	1,967
	Dic-09	51,618	1,665
Datos estadísticos	Mínimo	36,786	1,187
	Máximo	63,518	2,049
	Promedio	48,763	1,602
	Desv. Est	7,956	248
	Dispersión	32.6%	31.0%

Paso 4: Analizar los datos

Comportamiento del consumo específico

		Conumo (kWh/día)	Producción Ton/día	Consumo específico (kWh/Ton)
Datos mensuales	Ene-09	1,450,085	1,282	1,131
	Feb-09	1,273,709	1,339	951
	Mar-09	1,378,688	1,187	1,161
	Abr-09	1,772,824	1,496	1,185
	May-09	1,807,281	1,555	1,162
	Jun-09	1,876,174	1,666	1,126
	Jul-09	1,921,691	1,691	1,136
	Ago-09	2,041,114	1,780	1,147
	Sep-09	1,986,113	1,544	1,286
	Oct-09	2,166,208	2,049	1,057
	Nov-09	1,976,434	1,967	1,005
	Dic-09	2,018,748	1,665	1,212
Datos estadísticos	Mínimo	1,273,709	1,187	951
	Máximo	2,166,208	2,049	1,286
	Promedio	1,805,756	1,602	1,130
	Desv. Est	274,438	248	90.2
	Dispersión	30.4%	31.0%	16.0%

Paso 4: Analizar los datos

Análisis de la eficiencia de los motores

Descripción	Potencia (kW)	FC	FA ant	FA rew	FA vv	FA dv	Efic. Real
Compresor AC-107	342.51	85.79%	0	0.01	-0.000156425	99.99%	92.41%
Compresor AC-106	635.23	89.03%	0	0.01	-0.000689758	99.99%	93.02%
Compresor AC-104	321.58	80.84%	0	0.01	-0.00087913	99.99%	92.67%
Compresor AC-105	336.86	84.73%	0	0.01	-2.88889E-05	99.98%	92.80%
Compresor AC-102	105.00	64.99%	0	0.01	-0.001350628	100.00%	91.21%
Compresor Acería # 2 T200-FF	182.00	93.56%	0	0	-0.000645918	100.00%	95.81%
Compresor # 1 Línea 4 y 5	89.00	88.91%	0	0	-0.004049758	100.00%	92.75%
Compresor # 2 Línea 4 y 5	86.00	85.92%	0	0	-0.004049758	100.00%	92.75%
Compresor # 1 TTR 3	94.00	93.92%	0	0	-0.000708309	99.99%	93.09%
Compresor # 2 TTR 3	79.00	78.92%	0	0	-0.000213913	100.00%	93.12%
Compresor # 1 Pistón -HID	58.00	71.48%	0.02	0.02	-6.82645E-05	100.00%	87.93%
Compresor # 2 Pistón -HID	61.00	99.37%	0.02	0.02	-0.000446258	99.99%	87.09%
Compresor # 3 Pistón -HID	44.00	72.21%	0.02	0.02	-0.0007478	99.99%	87.74%
Compresor # 4 Pistón -HID	137.00	85.65%	0.02	0.02	-0.001009123	100.00%	89.17%
Compresor R&D	100.00	63.29%	0	0	-0.000409306	100.00%	94.38%
Compresor ZR400 Acabados	345.00	87.94%	0	0	-0.001646612	99.99%	94.90%
Bomba 1 (90-ATM) -HID	154.00	64.29%	0.02	0.025	-0.002985087	99.98%	88.61%
Bomba 2 (180-ATM) -HID	308.00	77.11%	0.02	0.025	-0.001439287	100.00%	88.74%

Paso 4: Analizar los datos

Análisis de la eficiencia de las bombas

Sistema	Equipo	CDT (mca)	Flujo (lps)	Potencia manométrica	Potencia eléctrica	Efic. Electromec. (%)	Efic. Motor (%)	Efic. Bomba (%)
Pozo frío Torre - 1	1	33.5	125	40.9	83.0	49.32	89.32	55.21
	2	33.5	130	42.6	88.7	47.99	89.45	53.65
	3	33.5	107	35.0	78.2	44.81	89.36	50.14
	4	33.5	114	37.3	75.0	49.77	89.50	55.61
Pozo caliente Torre -1	1	13.1	90	11.5	26.0	44.06	87.15	50.55
	2	14.1	70	9.6	15.4	62.74	84.60	74.16
	3	13.1	89	11.4	23.0	49.53	86.98	56.95
	4	13.1	88	11.3	26.0	43.32	86.96	49.82
	5	38.1	41	15.3	30.6	49.88	87.60	56.94
Pozo Indio	1	7.6	130	9.7	55.0	17.55	87.82	19.99
	2	7.6	156	11.6	61.0	18.99	87.43	21.72
	3	7.6	135	10.0	35.5	28.28	88.74	31.87
	4	7.6	140	10.4	50.5	20.64	88.26	23.39
Desarenador 1	1	40.5	80	31.7	67.0	47.25	87.22	54.17

Paso 4: Analizar los datos

Análisis de la eficiencia de los compresores

Identificación	Flujo (cfm)	P succ (psia)	P desc (psia)	Potencia Eléctrica (kW)	Trabajo Teórico (kW)	Eficiencia Electromecánica
#1	327	14.2	88.0	58	36.2	62%
#2	319	14.2	88.0	61	35.4	58%
#3	207	14.2	88.0	44	22.9	52%
#4	604	14.2	88.0	139	66.9	48%
ZR400	1,497	14.2	93.7	345	173.1	50%
AC-102	549	14.2	88.8	105	61.1	58%
AC 104	2,141	14.2	78.1	322	217.4	68%
AC-105	2,053	14.2	95.9	336	241.0	72%
AC 106	3,102	14.2	93.7	534	358.6	67%
AC 107	2,154	14.2	93.7	425	249.0	59%

Paso 4: Analizar los datos

Análisis de las condiciones de succión en los compresores

Identificación	Temperatura (°C)			Humedad relativa		
	Ambiente	Succión	Diferencia	Ambiente	Succión	Diferencia
#1	35.2	38.1	-2.9	49.8	47.3	2.5
#2	35.2	38.5	-3.3	49.8	49.6	0.2
#3	35.2	37.4	-2.2	49.8	49.9	-0.1
#4	35.2	38.7	-3.5	49.8	46.8	3.0
FESF	35.2	36.0	-0.8	49.8	55.0	-5.2
ZR400	36.4	36.5	-0.1	52.6	52.0	0.6
#1	31.9	32.0	-0.1	62.1	61.0	1.1
AC-102	33.1	32.7	0.4	60.4	60.4	0.0
AC 104	33.1	32.8	0.3	60.4	60.1	0.3
AC-105	33.1	32.1	1.0	60.1	62.6	-2.5
AC 106	33.1	34.6	-1.5	60.4	57.3	3.1
AC 107	33.1	34.1	-1.0	60.4	58.1	2.3
ZT-200FF	35.8	35.4	0.4	49.0	49.9	-0.9
#1	35.1	34.9	0.2	51.5	52.0	-0.5
#2	35.1	34.9	0.2	51.5	52.0	-0.5
CA-001	35.3	35.2	0.1	52.1	51.7	0.4
CA-002	35.3	35.2	0.1	52.1	51.7	0.4

Paso 4: Analizar los datos

Análisis del volumen de aire de fuga

Área	Operación del sistema de aire comprimido (h/año)	Volumen de fuga (m ³ /año)	Consumo de energía de fugas (kWh/año)
Planta 1	8760	6,966,268	633,930
Coples 3	8760	3,850,650	670,013
Planta 2	8760	22,302,960	3,022,200
TERE	8760	3,369,055	456,530
R & D	8760	475,705	44,241
TTR	8760	8,976,296	727,080
TOTAL			5,553,994

Paso 4: Analizar los datos

Rendimiento de los equipos de acondicionamiento ambiental

Calculo del rendimiento					
No. Equipo	Gasto másico (kg/hr)	Cp (kcal/(kg-C))	dif. Temp.	Calor removido (BTU/hr)	EER (BTU/W-hr)
EV 103	432,000	1	2.6	4,457,218	10.1
EV 105	439,920	1	1.4	2,444,041	7.8
1	68,400	1	1.6	437,309	5.8
1	39,600	1	1.7	270,639	7.8
UGAH-01-B	115,200	1	3.4	1,549,233	10.2
UGAH-01-C	76,320	1	3.0	908,587	8.0
UGAH-01-D	43,200	1	5.3	914,301	10.2
UGAH-01-E	37,800	1	3.7	550,009	10.3
UGAH-01-F	36,000	1	3.4	484,135	7.7
UGAH-01	39,600	1	2.2	340,482	3.4
UGAH-02	39,600	1	2.2	340,482	5.5
UGAH-02	89,100	1	2.8	990,017	7.1
UGAH-03	89,100	1	2.8	990,017	8.8
UGAH-03	113,700	1	2.5	1,127,995	8.5
C1	80,172	1	1.8	572,667	9.3

Paso 5: Estimación del potencial de ahorro

Cálculo de ahorros en motores

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	Potencia Actual (kW)	Eficiencia Actual	Eficiencia Esperada	Ahorros		
				(kW)	kWh/año	USD/año
Compresor AC-107	343	92.41%	96.22%	14.14	123,866	18,580
Compresor AC-106	635	93.02%	96.23%	21.87	191,581	28,737
Compresor AC-104	322	92.67%	96.22%	12.3	107,748	16,162
Compresor AC-105	337	92.80%	96.06%	11.84	103,718	15,558
Compresor AC-102	105	91.21%	94.94%	4.29	37,580	5,637
Compresor Acería # 2	182	95.81%	96.20%	0.74	6,482	972
Compresor # 1	89	92.75%	95.11%	2.26	19,798	2,970
Compresor # 2	86	92.75%	95.12%	2.2	19,272	2,891
Compresor # 1 TTR 3	94	93.09%	95.56%	2.49	21,812	3,272
Compresor # 2 TTR 3	79	93.12%	95.54%	2.05	17,958	2,694
Compresor # 1 Pistón	58	87.93%	93.69%	3.8	33,288	4,993
Compresor # 2 Pistón	61	87.09%	93.94%	4.8	42,048	6,307
Compresor # 3 Pistón	44	87.74%	92.64%	2.46	21,550	3,232
Compresor # 4 Pistón	137	89.17%	94.57%	8.3	72,708	10,906
Compresor R&D	100	94.38%	95.14%	0.81	7,096	1,064
Compresor ZR400 Acabados	345	94.90%	95.11%	0.74	6,482	972
Bomba 1 (90-ATM)	154	88.61%	94.81%	10.77	94,345	14,152
Bomba 2 (180-ATM)	308	88.74%	95.20%	22.42	196,399	29,460
TOTAL:				128.28	1,123,733	168,560

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Resumen Ejecutivo

Proyecto		Ahorros	Inversión	Pay-Back	VPN
No.	Descripción	(USD/año)	(USD)	(años)	(USD)
1	Eficientar el sistema de agua de enfriamiento de Torre-1	111,030	225,923	2.0	201,283
8	Sustituir motores trifásicos de corriente alterna que se encuentran trabajando con baja eficiencia por motores de	23,639	64,139	2.7	28,004
10	Sustituir las bombas y motores actuales del circuito de enfriamiento A, por bombas que trabajen en su zona de máxima	169,120	74,813	0.4	555,957
14	Instalar un variador de velocidad en una de las bombas de agua de Temple	41,435	20,808	0.5	133,915
19	Aprovechar el calor de desecho en una máquina de refrigeración por absorción para producir agua helada.	457,868	815,667	1.8	937,471
20	Instalar trampas de aire en el fondo de los tanques pulmón y en purgas.	124,286	14,040	0.1	446,479
21	Corregir las fugas de aire que se tienen en tuberías y válvulas y conexiones.	73,162	22,432	0.3	249,704
29	Sustituir las láminas translucidas por láminas nuevas en las naves industriales	487,520	1,068,906	2.2	938,285
31	Sustituir las lámparas de vapor de sodio en validades por lámparas de inducción de 120 W.	28,396	62,146	2.2	47,436
32	Instalar hidroneumáticos en las pruebas hidráulicas	236,495	163,989	0.7	722,471
33	Sustituir los motores de los ventiladores de combustión del horno e instalar dos variadores de velocidad.	178,934	310,825	1.7	373,711
TOTAL		1,931,885	2,843,688	1.5	4,634,717

Paso 6 : Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

RESUMEN:

Ahorros				Inversión	Pay-Back	VPN
(kW)	(kWh/año)	USD/año	tCO2/año	(USD)	(años)	(USD)
174	1,213,770	110,029	680	225,923	2.03	201,283

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

ANTECEDENTES:

El sistema de agua de enfriamiento de Planta-1 está constituido por una torre de enfriamiento, 4 bombas en el pozo frío, 4 bombas en el pozo caliente y 4 bombas en el pozo indio. Una quinta bomba se encuentra en el pozo caliente, la cual ante problemas de falta de capacidad de suministro de agua, envía agua directamente del pozo caliente al cabezal de agua de enfriamiento. Esta última bomba casi no se utiliza en la actualidad.

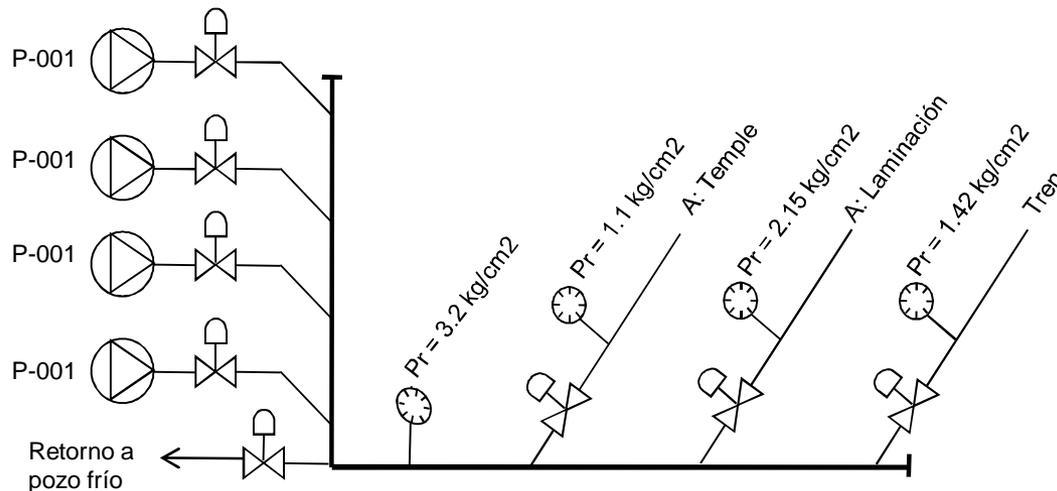
Como parte de las actividades del diagnóstico energético, se identificaron algunos aspectos de la operación del sistema que pueden mejorarse y disminuir los consumos de energía eléctrica asociados. Dichos aspectos son los siguientes:

-  El pozo frío de la torre de enfriamiento, presenta un rebose permanente hacia el pozo caliente, lo que ocasiona que el agua que se reboza tenga que ser bombeada de nuevo a la torre para regresarla al pozo frío.
-  La presión en la descarga de las bombas del pozo frío es 1 kg/cm² mayor que la mayor presión demandada por el proceso, lo que obliga a mantener las válvulas de alimentación al proceso parcialmente cerradas siempre. La figura siguiente ilustra esta situación, en donde se puede observar que la línea que va a laminación tiene una presión de 2.15 kg/cm², mientras que el cabezal 3.2 kg/cm².

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010



Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

ANTECEDENTES

- ➔ La demanda de agua de enfriamiento en FAT-1, no es continua, lo que ocasiona que haya variaciones de presión en el cabezal y requerimientos de meter y sacar bombas para ajustar el caudal. En ocasiones también abren una válvula de retorno para bajar la presión en el cabezal, lo que energéticamente es muy ineficiente.
- ➔ Las bombas y motores del pozo frío, como los del pozo caliente y el pozo indio, presentan una baja eficiencia de operación y en general los equipos son muy antiguos. En la tabla siguiente se presentan las eficiencias electromecánicas con las que están operando estos equipos.

Paso 6 : Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Sistema	Equipo		Mediciones				Eficiencia electromecánica	
	Núm	HP	Carga (mca)	Gasto (m3/s)	Potencia hidráulica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	Por equipo	Por sistema
Pozo frío	1	150	33.5	0.125	41.1	83.0	49.5%	48.2%
	2	150	33.5	0.130	42.7	88.7	48.1%	
	3	150	33.5	0.107	35.1	78.2	44.9%	
	4	150	33.5	0.114	37.4	75.0	49.9%	
Pozo caliente	1	50	13.1	0.090	11.5	26.0	44.2%	49.5%
	2	50	14.1	0.070	9.7	15.4	63.0%	
	3	50	13.1	0.089	11.4	23.0	49.7%	
	4	50	13.1	0.088	11.3	26.0	43.5%	
	5	100	38.1	0.041	15.3	30.6	50.1%	
Pozo indio	1	75	7.6	0.130	9.7	55.0	17.6%	29.2%
	2	75	7.6	0.156	11.6	61.0	19.1%	
	3	75	7.6	0.135	10.1	35.5	28.4%	
	4	75	7.6	0.117	8.7	15.5	56.3%	

Paso 6 : Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

PROPUESTA:

La propuesta consiste en optimizar el sistema mediante la implantación de las siguientes medidas:

- ➔ Controlar el nivel de agua del pozo frío mediante el arranque y paro de las bombas del pozo caliente.
- ➔ Reemplazar las bombas actuales del pozo frío, por bombas que para el caudal requerido, presenten su máxima eficiencia a una presión de 1 kg/cm², por debajo de la presión de operación actual.
- ➔ Instalar un variador de velocidad en una de las bombas para mantener una misma presión en el cabezal y controlar el arranque y paro de las otras dos bombas en cascada mediante el mismo variador.
- ➔ Reemplazar las bombas y motores actuales del pozo caliente, por equipos nuevos de alta eficiencia que trabajen su zona de máxima eficiencia.
- ➔ Reemplazar las bombas y motores actuales del pozo indio, por equipos nuevos de alta eficiencia que trabajen su zona de máxima eficiencia.

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Cálculo del consumo específico de bombeo

Sistema	Núm.	Oper. h/año	Consumo de Energía		Volumen desplazado		Consumo específico	
			Por equipo (kWh/año)	Por sistema (kWh/año)	Por equipo (m3/año)	Por sistema (m3/año)	Por equipo (kWh/m3)	Por sistema (kWh/m3)
Pozo frío	1	4380	363,540	1,423,062	1,971,000	7,505,568	0.184	0.190
	2	4380	388,506		2,049,840		0.190	
	3	4380	342,516		1,687,176		0.203	
	4	4380	328,500		1,797,552		0.183	
Pozo caliente	1	6700	174,200	605,479	2,158,740	8,116,380	0.081	0.075
	2	6700	102,979		1,688,400		0.061	
	3	6700	154,100		2,146,680		0.072	
	4	6700	174,200		2,122,560		0.082	
Pozo Indio	1	214.9	11,819	463,999	100,573	7,932,724	0.118	0.058
	2	690.2	42,103		387,626		0.109	
	3	7754	274,892		3,768,618		0.073	
	4	8727	135,185		3,675,907		0.037	
Total:			2,492,540					

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Cálculo del volumen de agua de rebose del pozo frío al pozo caliente.

Para determinar el volumen de agua que está rebotando del pozo frío al pozo caliente, se realizaron mediciones de la altura del caudal de rebose y el área de la sección transversal. La figura siguiente muestra el resultado de estas mediciones.



Dado que al momento de realizar las mediciones se encontraba basura acumulada en la parte del centro impidiendo el paso del fluido en esa zona, para el cálculo del volumen de rebose, no se considera esa sección. Para el cálculo del caudal de rebose por un vertedero de pared, se usa la siguiente ecuación:

$$Q = (1.67 H^{3/2}) \times A$$

Donde: Q = el caudal (m³/s)

H = altura del vertedero (m)

A = ancho del vertedero = A1 + A2 (m)

Sustituyendo encontramos: Q = 0.015 m³/s

Considerando que el rebose se mantiene todo el tiempo (8760 h/año), el volumen anual rebosado es: 473,040 m³/año

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Especificación del equipo propuesto

Sistema	Núm.	EQUIPO PROPUESTO						
		Marca y Modelo	Punto de diseño		Eficiencia			
			Gasto (m ³ /s)	Carga (mca)	Motor	Flecha	Bomba	Electromecánica
Pozo frío	1	VTP 12D-200 (2 stg)	0.119	23.5	0.95	0.98	0.81	0.75
	2	VTP 12D-200 (2 stg)	0.119	23.5	0.95	0.98	0.81	0.75
	3	VTP 12D-200 (2 stg)	0.119	23.5	0.95	0.98	0.81	0.75
	4	VTP 12D-200 (2 stg)	0.119	23.5	0.95	0.98	0.81	0.75
Pozo caliente	1	VTP 12D-200 (2 stg)	0.076	11.9	0.93	0.98	0.82	0.75
	2	VTP 12D-200 (2 stg)	0.076	11.9	0.93	0.98	0.82	0.75
	3	VTP 12D-200 (2 stg)	0.076	11.9	0.93	0.98	0.82	0.75
	4	VTP 12D-200 (2 stg)	0.076	11.9	0.93	0.98	0.82	0.75
Pozo Indio	3	VTP 15D-340 (1 stg)	0.126	9.4	0.93	0.98	0.83	0.75
	4	VTP 15D-340 (1 stg)	0.126	9.4	0.93	0.98	0.83	0.75

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Especificaciones de los motores propuestos

Aplicación	Pozo frío	Pozo caliente	Pozo indio
Marca:	US	US	US
HP:	75	20	25
Voltaje:	440	440	460
Eficiencia	95.06%	93.09%	93.19%
RPM	1760	1160	1160
Frame:	365TP	324 TP	324TP

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Condiciones de operación del equipo propuesto

Sistema	Núm.	CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL EQUIPO PROPUESTO				
		Potencia hidráulica (kW)	Potencia mecánica (kW)	Potencia eléctrica (kW)	Potencia Nominal del Motor (HP)	FC del Motor
Pozo frío	1	27.4	34.6	36.5	75	62%
	2	27.4	34.6	36.4	75	62%
	3	27.4	34.6	36.4	75	62%
	4	27.4	34.6	36.4	75	62%
Pozo caliente	1	8.9	11.1	11.9	20	74%
	2	8.9	11.1	11.9	20	74%
	3	8.9	11.1	11.9	20	74%
	4	8.9	11.1	11.9	20	74%
Pozo indio	3	11.6	14.4	15.4	25	77%
	4	11.6	14.4	15.4	25	77%

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Consumo específico en las condiciones esperadas

Sistema	Núm.	Operación (h/año)	Consumo de Energía		Volumen desplazado		Consumo Específico (kWh/m ³)
			Por equipo (kWh/año)	Por sistema (kWh/año)	Por equipo (m ³ /año)	Por sistema (m ³ /año)	
Pozo frío	1	4,377	159,555	637,660	1,875,107	7,500,427	0.085
	2	4,377	159,302		1,875,107		
	3	4,377	159,516		1,875,107		
	4	4,377	159,286		1,875,107		
Pozo caliente	1	7,030	83,357	333,967	1,923,408	7,693,632	0.043
	2	7,030	83,673		1,923,408		
	3	7,030	83,410		1,923,408		
	4	7,030	83,528		1,923,408		
Pozo indio	1	215	11,819	307,143	100,573	7,932,682	0.039
	2	690	42,103		387,626		
	3	8,206	126,581		3,988,116		
	4	8,206	126,639		3,456,367		
Total:			1,278,770				

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Cálculo de los ahorros

Sistema	BENEFICIOS			
	Ahorro en potencia demandada (kW)	Ahorro de Energía (kWh/año)	Disminución de la factura eléctrica (USD/año)	Reducción de emisiones de GEI (tCO2/año)
Pozo frío	90	785,402	71,845	440
Pozo caliente	32	271,512	24,837	152
Pozo indio	53	156,856	14,348	88
Total	174	1,213,770	111,030	680

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Costos de inversión del proyecto

Inversión en pozo frío				
Part.	Descripción	Precio unitario (USD)	Cantidad	Importe (USD/año)
1	Suministro e instalación de bomba	9,453	4	37,811
2	Suministro e instalación de motor	10,857	4	43,428
3	Suministro e instalación de arrancador	2,667	4	10,667
4	Suministro e instalación de variador de velocidad	6,383	1	6,383
5	Suministro e instalación de presostato con salida de control para el VV	642	1	642
6	Programación y puesta en servicio del variador	1,833	1	1,833
TOTAL:				100,764

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Costos de inversión del proyecto

Inversión en pozo caliente				
Part.	Descripción	Precio unitario (USD)	Cantidad	Importe (USD)
1	Suministro e instalación de bomba	9,837	4	39,347
2	Suministro e instalación de motor	7,030	4	28,120
3	Suministro e instalación de arrancador	1,833	4	7,333
4	Suministro e instalación sistema de control de nivel	375	1	375
6	Programación y puesta en servicio del sistema de control	1,833	1	1,833
TOTAL:				77,008

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

Costos de inversión del proyecto

Inversión en pozo indio				
Part.	Descripción	Precio unitario (USD)	Cantidad	Importe (USD)
1	Suministro e instalación de bomba	14,695	2	29,391
2	Suministro e instalación de motor	7,338	2	14,677
3	Suministro e instalación de arrancador	2,042	2	4,083
TOTAL:				48,151

Paso 6: Elaboración del Reporte Final

Cartera de Proyectos

CARTERA DE PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA			
PROYECTO No. 1			
DESCRIPCIÓN:	Optimizar el sistema de agua de enfriamiento de Planta-1		
ELABORÓ:	Ing. Ramón Rosas Moya	FECHA:	Julio 5 / 2010

EVALUACIÓN ECONÓMICA:

Sistema	Inversión (\$)	Ahorro (\$/año)	Análisis Económico	
			PSRI (años)	VPN (\$)
Pozo frío	1,209,171	862,136	1.40	2,067,673
Pozo caliente	924,098	298,039	3.10	246,188
Pozo indio	577,808	172,181	3.36	101,539
TOTAL	2,711,077	1,332,355	2.03	2,415,400

Comentarios, dirigirse a:

Ing. Ramón Rosas Moya
ramonrm@ergonplus.com

Próxima sesión:

Martes 9 de Noviembre
9:00 a.m. hora de Quito