



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES ADQUIRIDAS  
DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN  
DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA VALLE  
DE MÉXICO**

**MODALIDAD DE MEMORIA DE  
DESEMPEÑO DE SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERIA MECANICA ELECTRICISTA  
P R E S E N T A:  
JESSE ISAID MOLINA NAVA**

**ASESOR: ING. PAREDES ROMERO ADRIAN**



**MÉXICO**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
I. PROYECTO DE SISTEMA MOVIL DE ADQUISICION DE DATOS EN GENERACION.....	4
II. PROCEDIMIENTO DE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN LA CTVM.....	15
III. PROYECTO DE CALIDAD EN LA CTVM.....	31
IV. TERMOGRAFIAS.....	41
V. MANTENIMIENTO.....	51
CONCLUSION.....	59
BIBLOGRAFIA.....	60
ANEXOS.....	61

## INTRODUCCION.

La CFE es la empresa que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 19.12 millones de clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos, un compromiso de la empresa es ofrecer servicios de excelencia a los clientes, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo.

Por esa razón la Central Termoeléctrica Valle de México tiene un Modelo de Dirección de Clase Mundial que es de administrar y mejorar todas las operaciones de la CTVM, buscando la generación de valor superior a los cuatro grupos de interés; clientes, personal, empresa y sociedad, para lograr niveles de competitividad a nivel internacional hasta alcanzar la visión de CFE de ser *“una empresa de clase mundial”*

Para poder alcanzar el Modelo de Dirección de Clase Mundial es necesario la certificación de las normas ISO 9000 y 14000 son normas de calidad y gestión continua de calidad, establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad sistemática, que esté orientada a la producción de bienes o servicios. Se componen de estándares y guías relacionados con sistemas de gestión y de herramientas específicas como el control estadístico.

Como parte de la mejora continua se transformo en un sistema integral que incluye calidad, seguridad, ambiental y los principios del *Modelo de la Calidad Total*, llamado *Sistema Integral de Administración por Calidad Total (SIACT)*. En la primera etapa se certifica la Superintendencia de Producción que abarca el departamento de Operación, Análisis y Resultados, y el departamento Químico, bajo la norma ISO-9001, en la modalidad multisitios, en la segunda etapa se certifica bajo la norma ISO-14001 reforzando aun más al sistema de clasificación internacional de seguridad ya certificado.

En la primera etapa de certificación ayude al Departamento de Operación a llevar un control de las Variables Críticas del Proceso que afectan de forma directa el Régimen Térmico.

Todos estos datos del Régimen Térmico sirven para hacer un Control Estadístico del Proceso en la CTVM y Para mantener vigente la orientación de la certificación, por esa razón la CTVM define, despliega, desarrolla y evalúa sus objetivos estratégicos y operativos a través de sus sistemas de: planeación estratégica, así como, determinación y evaluación de objetivos (DEVO). Dichos sistemas están operando de manera integrada para el cumplimiento de los siguientes propósitos: establecer las directrices a largo plazo de la organización, para garantizar el logro de la visión y el cumplimiento de la misión, su posición competitiva y su permanencia en el mercado; establecer, ejecutar y medir los planes de acción de corto plazo para alcanzar los objetivos estratégicos.

Por ello, es importante manejar el uso apropiado de los recursos para generarla, debe ser estrictamente adecuado, es decir, debemos cuidar como consumidores la energía eléctrica y administrarla; desde los encargados de la distribución, que deberán hacer una planeación estratégica del cableado y del alcance de la red de distribución; al igual que los responsables de la generación de esta energía, quienes deben de administrar los componentes necesarios para esto (combustibles, generadores, agua, mano de obra, etc.); incluyendo un procedimiento óptimo de los mantenimientos correspondientes, para que las plantas generadoras estén disponibles al 100%, dependiendo de las demandas continuas de los clientes finales.

Para la generación de la energía eléctrica existen plantas. Que por medio de diferentes procesos obtienen como resultado final esta energía. La Central Termoeléctrica Valle de México, se encuentra ubicada geográficamente al noroeste de la Ciudad de México en el km. 38.0 del tramo San Bernardino Guadalupe Victoria de la carretera transmropolitana, en el municipio de Acolman, Estado de México.

Edificada sobre una superficie de 24.6 hectáreas a una altitud de 2,283 metros sobre el nivel del mar. el predio colinda con la estación reductora "Venta de Carpio", propiedad de petróleos mexicanos, la cual suministra el gas natural utilizado como combustible básico de los generadores de vapor.

Este vapor transforma su energía cinética en movimiento rotatorio en la turbina de vapor, la a cual va acoplada a un generador eléctrico, en este proceso, la transformación de la energía química del combustible, se convierte en energía mecánica y esta a su vez, en energía eléctrica, al transmitir la turbina, su energía de movimiento al generador eléctrico.

Esta energía eléctrica generada es conducida a un transformador, en la misma central, este nos permite aumentar o disminuir, según sea el caso, el nivel de tensión. Conviene más transmitir electricidad a largas distancias con alto voltaje y baja intensidad porque la caída IR debida a la resistencia de las líneas de transmisión se reduce considerablemente, de aquí, es transmitida hacia las subestaciones, de donde es distribuida al usuario final.

El primer tema que se abordara es la recolección de lecturas de los equipos auxiliares de las unidades 1, 2, 3, 4. Por medio de un Sistema Móvil de Adquisición de datos en Generación (SIMAG). En el segundo tema se describe el procedimiento de la generación de energía eléctrica, a partir de la energía liberada en forma de calor y sus equipos principales en la Central Termoeléctrica Valle de México. El tercer tema se desarrollara las herramientas que se utilizan para el control de calidad en la Central Termoeléctrica Valle de México y el significado de lo que es calidad para la Comisión Federal de electricidad. El cuarto tema se hablara sobre los estudios termograficos que proporcionan una importante herramienta en CTVM para el mantenimiento predictivo y preventivo. Finalmente, en el quinto tema se describe el procedimiento de mantenimiento que se aplica a la turbina de la unidad no 2/3 que integran la central Termoeléctrica Valle de México.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

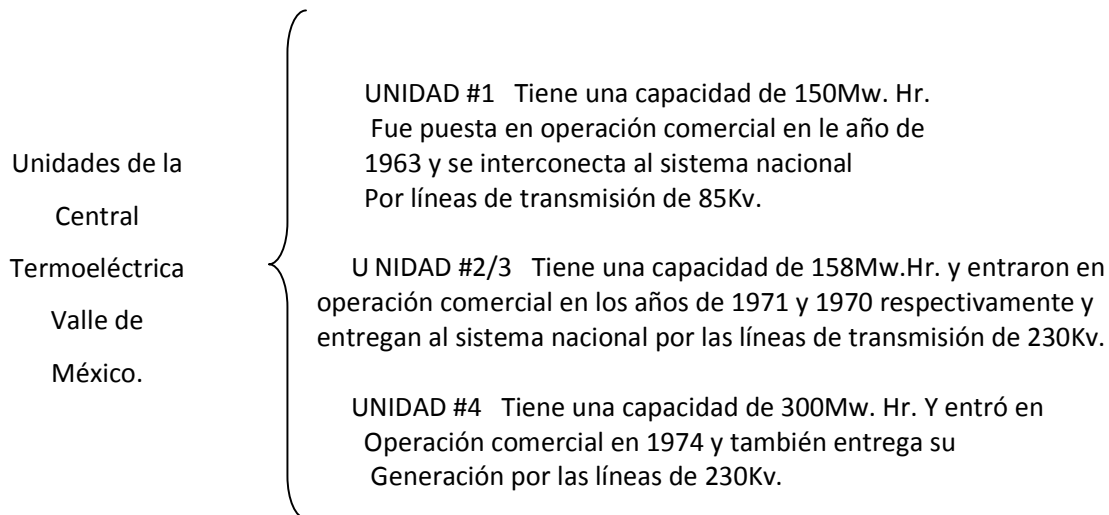
Conocer de manera de crítica y analítica el funcionamiento de la Central Termoeléctrica Valle de México; tanto en tecnología como en recursos humanos, considerando como aprendizaje, aplicando estos conocimientos a la vida profesional de la Ingeniería Mecánica Eléctrica Área Industrial.

### **OBJETIVOS PARTICULARES.**

- Identificar la importancia del SIMAG.
- Conocer el proceso de la Generación Eléctrica.
- Identificar los procesos de Calidad en la Central.
- Estudios Termograficos
- Mantenimiento

## I. PROYECTO DE SISTEMA MOVIL DE ADQUISICION DE DATOS EN GENERACION (SIMAG).

En el mes de abril del año en curso, me enseñaron a utilizar Sistema Móvil de Adquisición de Datos en Generación (SIMAG), es un programa que tiene por objetivo recolectar lecturas de los equipos auxiliares principalmente de las unidades 1, 2, 3, 4.



Al inicializar el programa se muestra la ventana de identificación del usuario, esta ventana contiene dos componentes RPE y Password, los cuales deben ser proporcionados para que el sistema nos de acceso al programa.

Identificación del Usuario

RPE

Password

Ok Cancelar

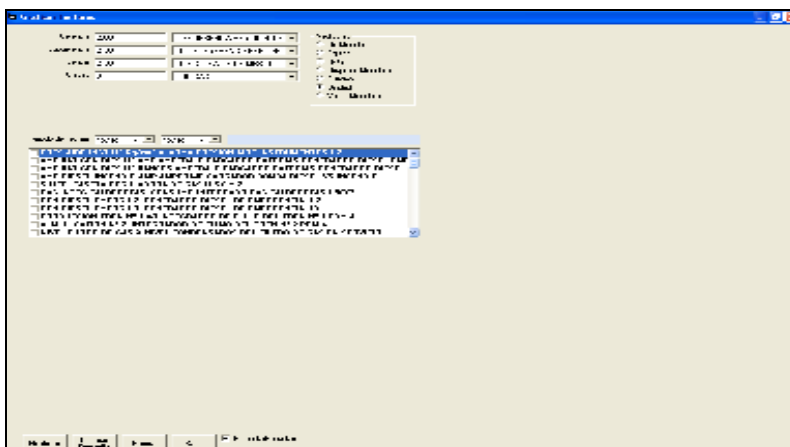
Después de ingresar el usuario y contraseña en la pantalla anterior, se presenta la pantalla del Modulo de Análisis Resultados, en esta pantalla encontramos los menús e iconos necesarios para empezar a capturar información.



La pantalla de inicio se divide en dos áreas, área de Menús y área de Iconos.

El área de menús contiene 6 menús que son: Catálogos, Operación, Reportes, Mantenimiento, Seguridad y Ayuda. En el área de iconos se cuenta con 9 iconos que son: Salir, Medidores, Agrupar Medidores, Secuencias Rutas, Lecturas, Hojas lecturas, Reporteador, Graficas Análisis y Graficas Operación.

En este caso la opción que nos va a interesar es el de Graficar Lecturas, que se puede buscar en el menú de Reportes-Gráficos Lecturas – Modulo de Análisis y resultado o en la pantalla principal como icono.





En la opción Graficas lecturas se presenta serie de medidores que tienen lecturas capturadas en el Modulo de Operación o de Modulo de Analisis o Resultados. El medidor que nos va interesar es por unidad.

Como resultado del análisis realizado por unidad, las Variables Criticas del Proceso que afectan de forma directa el Régimen Térmico, se definen los siguientes parámetros a controlar en la C. T. Valle de México.

#### VARIABLES CRÍTICAS:

- a) Presión de Vacío del Condensador
- b) Temperatura de Agua del Economizador
- c) Presión de Vapor Sobrecalentado
- d) Temperatura de Vapor Sobrecalentado
- e) Presión de Vapor Recalentado
- f) Temperatura de Vapor Recalentado
- g) Exceso de Oxígeno
- h) Temperatura de Gases en Chimenea

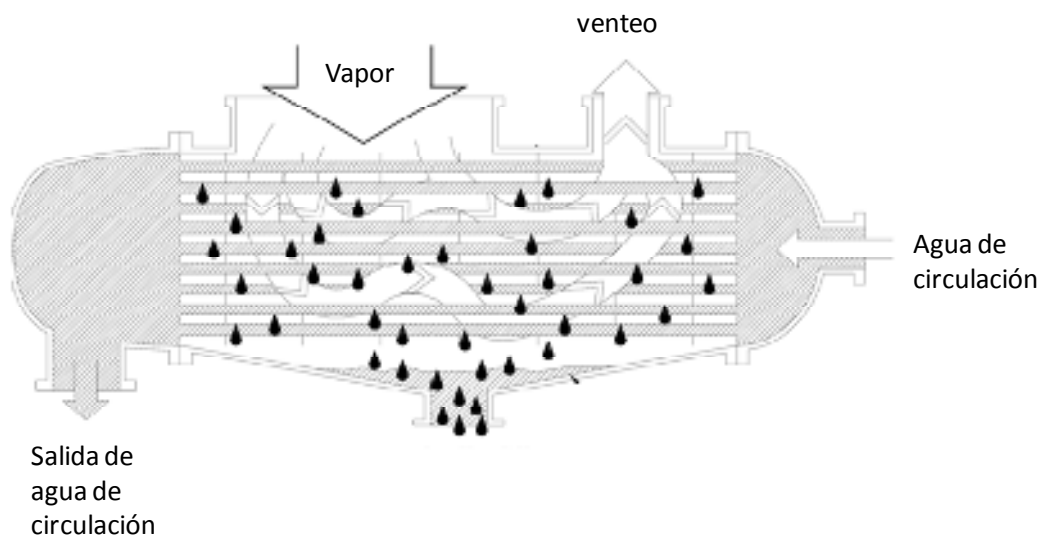
#### a) Presión de Vacío del Condensador

El condensador del vapor, es un componente importante del ciclo de vapor en instalaciones de generación de potencia. Es un recinto cerrado en el cual el vapor sale de la turbina y se fuerza para ceder su calor latente de la vaporización. Es un componente necesario del ciclo del vapor por dos razones.

La primera, convierte el vapor usado nuevamente en agua para regresarla al generador o a la caldera de vapor como agua de alimentación. Esto baja el costo operacional de la planta permitiendo reutilizar el agua de alimentación, y resulta más fácil bombear un líquido que el vapor.

La segunda razón aumenta la eficiencia del ciclo, permitiendo que el ciclo funcione opere con los gradientes más grandes posibles de temperatura y presión entre la fuente de calor (caldera) y el sumidero de calor (condensador). Condensando el vapor del extractor de la turbina, la presión del extractor es reducida arriba de la presión atmosférica hasta debajo de la presión atmosférica, incrementando la

caída de presión del vapor entre la entrada y la salida de la turbina de vapor. Esta reducción de la presión en el extractor de la turbina, genera más calor por unidad de masa de vapor entregado a la turbina, por conversión de poder mecánico. Ya que ocurre condensación, el calor latente de condensación se usa en lugar del calor latente de vaporización. El calor latente del vapor de la condensación se pasa al agua que atraviesa los tubos del condensador. Después de que el vapor condensa, el líquido saturado continúa transfiriendo calor al agua que se enfría al ir bajando hasta el fondo del condensador.

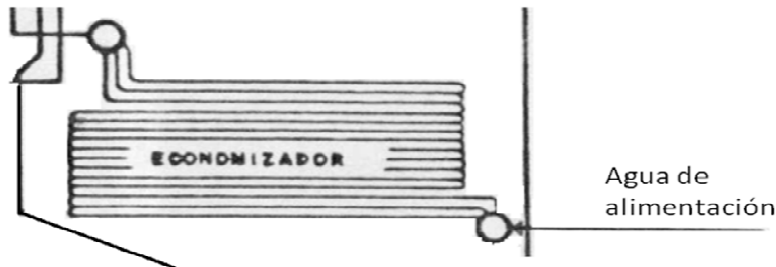


#### b) Temperatura de Agua del Economizador

Es un dispositivo mecánico de transferencia de calor que calienta un fluido hasta su punto de ebullición pero no más allá.

Tiene como finalidad calentar el agua de alimentación antes de ser introducida al domo utilizado. Para ello, el calor de los gases antes de abandonar el generador de vapor por la chimenea.

Esta formado por bancos de tubos horizontales alternados entre si todos parten del cabezal de entrada y están aletados para aumentar la superficie de transferencia de calor.



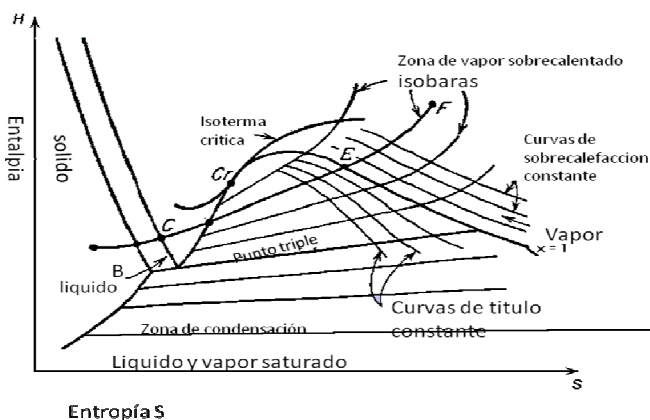
### c) Presión de Vapor Sobrecalentado

Se utiliza un diagrama  $H-S$  para el agua y vapor de agua llamado también *Diagrama de Mollier*.

En el diagrama la *línea de saturación* (borde de la campana de cambio de fase) es una línea de importancia. Separa la zona de *líquido saturado* de la zona de *vapor sobrecalentado*. Dentro de la campana de cambio de fase las isóbaras se confunden con las isotermas. Es decir si la condensación es a presión constante, también será a temperatura constante. Una propiedad importante de estas líneas de condensación es que son *rectas*.

El punto de origen del diagrama de Mollier (coordenadas 0) es a 1 atm. Depresión y 0°C de temperatura. Allí se fija a la entropía y entalpía con valor 0.

Los diagramas de Mollier usuales solo representan una *porción* del espacio completo  $H-S$ . Esta representación se limita a las temperaturas y presiones más usuales y en general se excluye la zona de líquido saturado o subsaturado.



La entalpía es una magnitud de termodinámica simbolizada con la letra H, la variación de entalpía expresa una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico, o, lo que es lo mismo, la cantidad de energía que tal sistema puede intercambiar con su entorno.

La entalpía se define mediante la siguiente fórmula:

$$H = U + pV$$

Donde:

H es la entalpía (en Julios por kilogramo).

U es la energía interna (en Julios).

p es la presión del sistema (en pascales).

V es el volumen del sistema (en metros cúbicos).

La entropía (simbolizada como **S**) es la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo.

**d) Temperatura de vapor sobrecalentado.**

El "vapor sobrecalentado" es vapor de agua a una temperatura mayor que la del punto de ebullición. Parte del vapor saturado y se le somete a un recalentamiento con el que alcanza mayor temperatura. También se obtiene en las calderas de vapor pero que tienen secciones de recalentamiento para el vapor haciendo pasar el vapor que se obtiene en la ebullición por tubos expuestos a los gases calientes del proceso de combustión.

**e) Presión de vapor recalentado.**

El vapor recalentado se comporta de un modo más parecido al gas ideal (v. GASES) que el vapor saturado. La ausencia de humedad mejora el rendimiento de las instalaciones, ya que el vapor permanece seco incluso después de una expansión adiabática y se disminuye la corrosión que el vapor húmedo efectúa sobre los materiales.

**f) Temperatura de vapor Recalentado**

El "vapor sobrecalentado" es vapor de agua a una temperatura mayor que la del punto de ebullición. Parte del vapor saturado y se le somete a un recalentamiento con el que alcanza mayor temperatura.

#### g) Exceso de oxígeno

Siempre debe suministrarse la cantidad adecuada de aire para efectuar la combustión ya que si no es suficiente con respecto a la cantidad de combustible, parte de este combustible no será quemado provocando humo negro en la salida de los gases y disminuyendo la eficiencia de la combustión. Sería ideal si pudiéramos lograr suministrar solo la cantidad de aire teóricamente necesario para lograr quemar los compuestos del combustible suministrado al generador de vapor y lograr con esto su combustión total.

Sin embargo no existe un sistema de combustión que, en estas condiciones, logre la mezcla ideal para lograr liberar toda la energía del combustible.

Para lograr la mezcla total del combustible con aire, optimizado la liberación de calor, se requiere proporcionar aire en exceso, lográndose además un margen de seguridad durante variaciones de carga. Pero por otro lado, este exceso de aire será también calentado y expulsado formando parte de los gases de escape.

Todos estos datos sirven para hacer un Control Estadístico del Proceso en la Central Termoeléctrica valle de México.

El Control Estadístico de Procesos (C.E.P.), también conocido por sus siglas en inglés "SPC" es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminadas a la mejora de los mismos, es aplicable tanto a procesos productivos como de servicios siempre y cuando cumplan con dos condiciones: Que se mensurable (observable) y que sea repetitivo. El propósito fundamental de C.E.P. es identificar y eliminar las causas especiales de los problemas (variación) para llevar a los procesos nuevamente bajo control.

Las herramientas comúnmente usadas en el proceso estadístico incluyen:

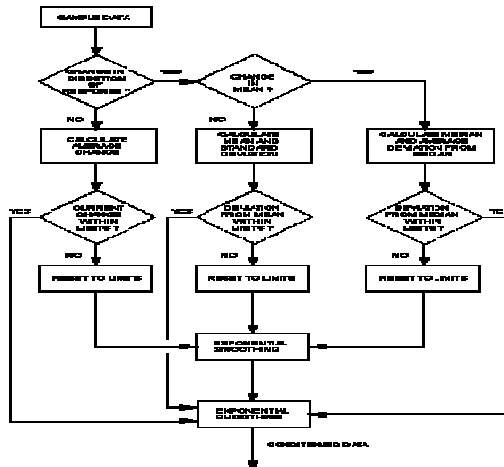
- Organigramas

Es una representación gráfica de una organización.

Proceso para la elaboración de los Organigramas:

- Autorización y apoyo de los niveles superiores.
- Acopio de la información.
- Clasificación y registro de la información.

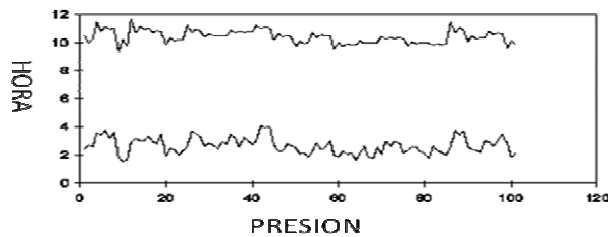
- Análisis de la información.
- Diseño del organigrama Autorización y Apoyo de los Niveles Superiores.



- Gráficas de funcionamiento

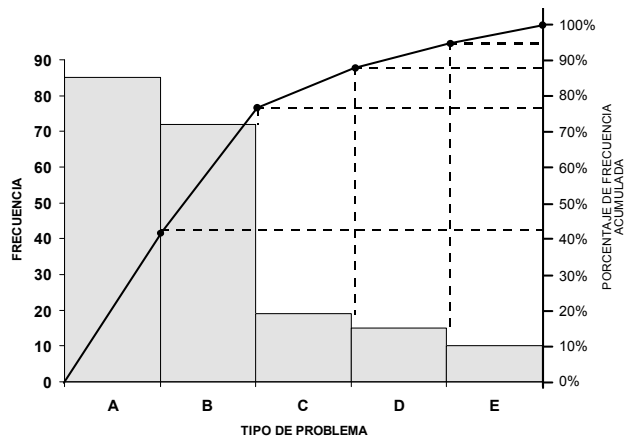
Las gráficas de funcionamiento son simplemente diagramas de características de proceso contra tiempo o en secuencia cronológica. No tienen base estadística, sino son útiles en revelar tendencias relaciones entre las variables

Las gráficas de funcionamiento se pueden utilizar para estudiar relaciones entre las variables.



- Gráfica y análisis de pareto

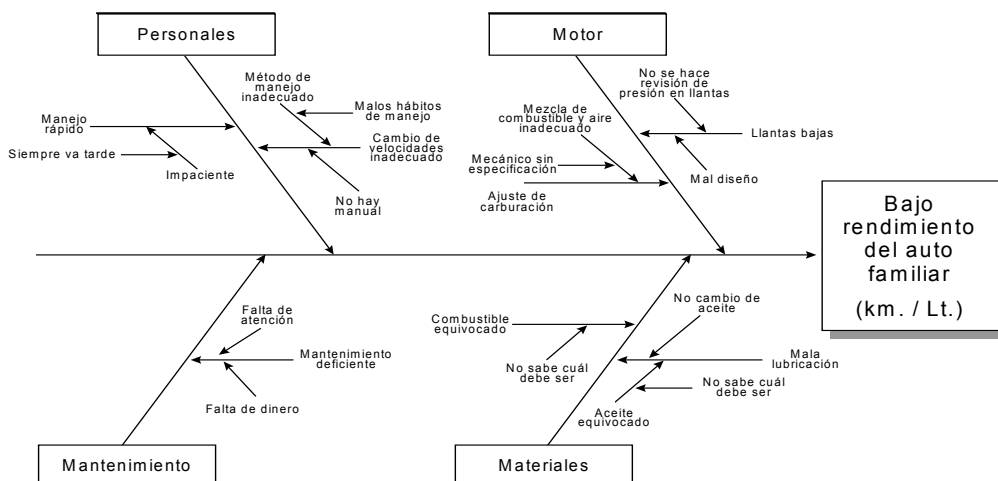
El Diagrama de Parito es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.



- Diagramas de causa-efecto

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

Los diagramas de Causa – Efecto ilustran la relación entre las características (los resultados de un proceso) y aquellas causas que, por razones técnicas se considere que ejercen un efecto sobre el proceso. Casi siempre por cada efecto hay muchas causas que contribuyen a producirlo.

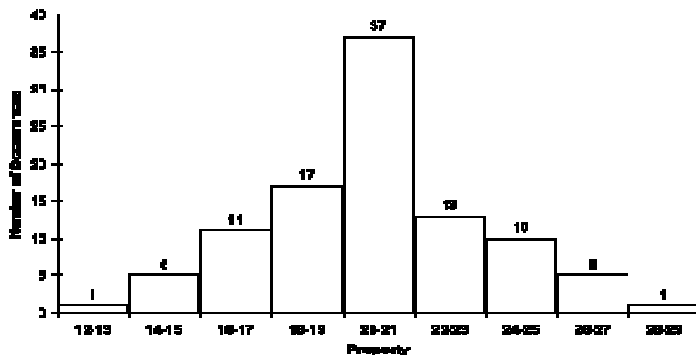


- Histogramas de la frecuencia

Es un resumen gráfico de la variación de un conjunto de datos. Representa gráficamente una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias y en el horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en que están agrupados los datos. La naturaleza gráfica del histograma nos permite ver pautas que son difíciles de observar en una simple tabla numérica. Por tanto, un histograma es una gráfica de barras verticales, la cual es construida en los límites de cada clase. Los intervalos de clase son intervalos contiguos que no se superponen y son seleccionados de tal manera que son mutuamente excluyentes.

Proporciona la información:

- El promedio (medio) de los datos
- La variación presente en los datos
- El patrón de la variación



- Gráficas de Control

La gráfica de control es un método que ayuda a evaluar si un proceso está o no en un estado de control estadístico. Es decir, ver su comportamiento dentro de límites de especificación.

Es muy parecida a las gráficas de línea o de tendencias, la diferencia esencial estriba en que las gráficas de control tienen los denominados "límites de control",



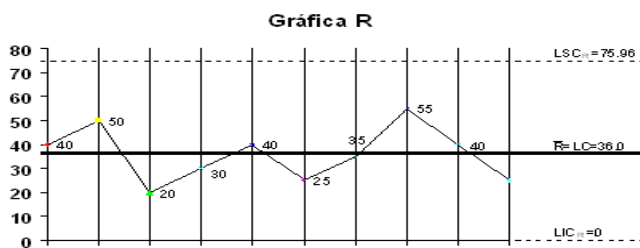
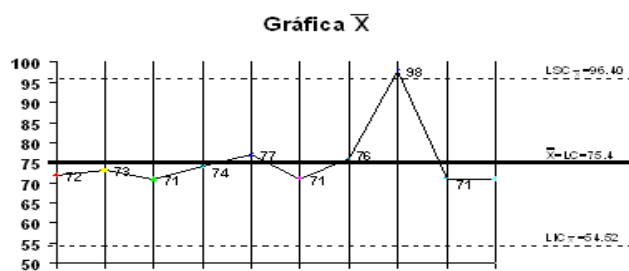
que determinan el rango de variabilidad estadística aceptable para la variable que se esté monitoreando.

En esta gráfica se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando. Los datos se registran durante el funcionamiento del proceso de fabricación y a medida que se obtienen.

La gráfica de control se usa como una forma de observar, detectar y prevenir el comportamiento del proceso a través de sus pasos vitales. Así mismo nos muestra datos en una forma estática, y es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción, la naturaleza de estos cambios en determinado período de tiempo; y en forma dinámica.

La grafica de control es una herramienta objetiva que ayuda en la toma de decisiones y facilita el proceso de constante mejora.

Se trata de un lenguaje matemático con el cual los administradores y operadores pueden entender “lo que las maquinas dicen”.



## II. PROCEDIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CENTRAL TERMOELECTRICA VALLE DE MEXICO.

En el mayo se realizaron varios recorridos en la Central Termoeléctrica Valle de México y pude observar todo el procedimiento de la generación de energía eléctrica, a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de algún combustible fósil como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional o ciclo combinado para mover una turbina y producir energía eléctrica.

Una central de generación tiene como principal objetivo el de transformar la energía potencial ya sea combustibles, u otro tipo de energía disponible, a energía eléctrica.

EJEMPLO:



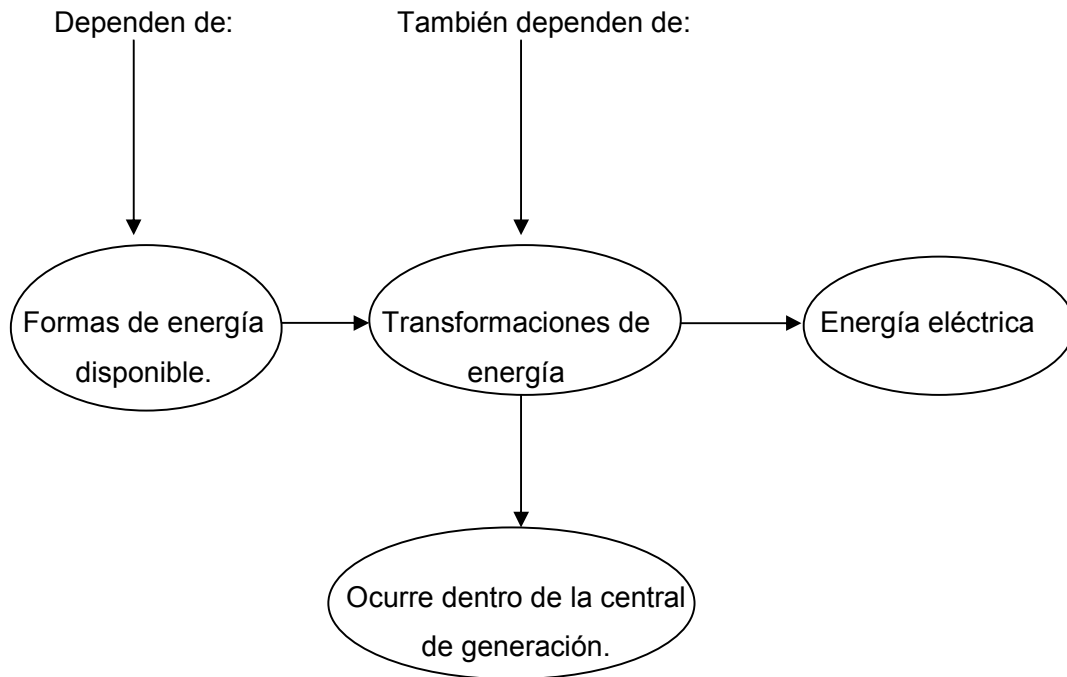
La energía eléctrica se produce como resultado de una serie de transformaciones de energía, estas transformaciones se realizan precisamente dentro de una central.

La central debe contar con algún tipo de energía disponible a partir de la cual se inicia el proceso de transformación y dan el tipo de central, como por ejemplo:

Termo eléctrica, hidroeléctrica, nucleoeléctrica, etc.

## TIPOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN

Existen diversos tipos de generación por supuesto, el equipo y dispositivos necesarios también son diferentes según el tipo de central.



### TIPOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN

Hidroeléctricas.

De combustión interna.

Turbogas.

Termoeléctrica.

Ciclo combinado.

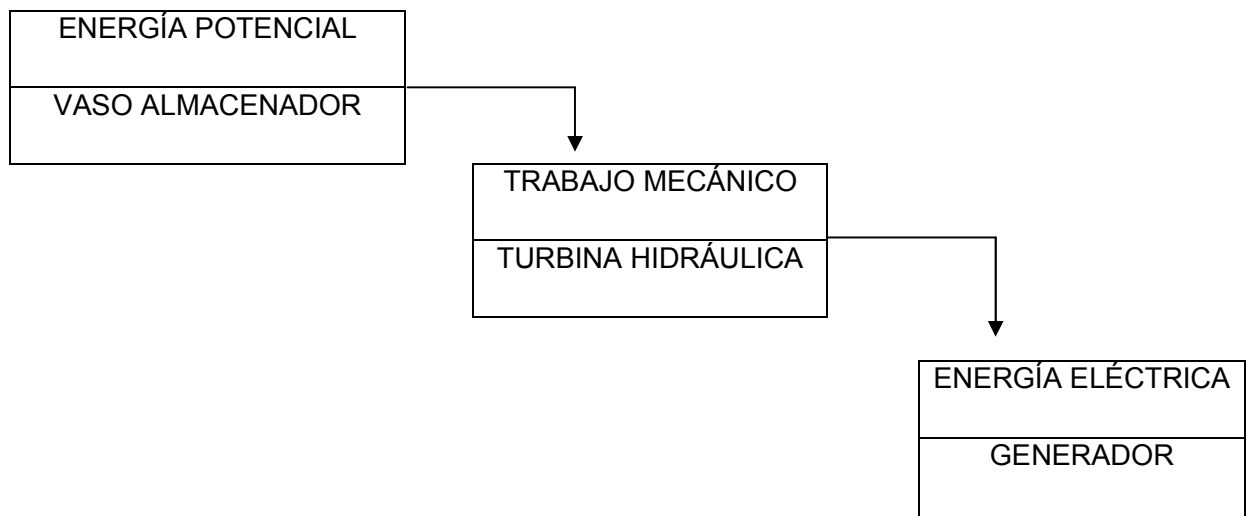
Geotérmicas.

Nucleoeléctricas.

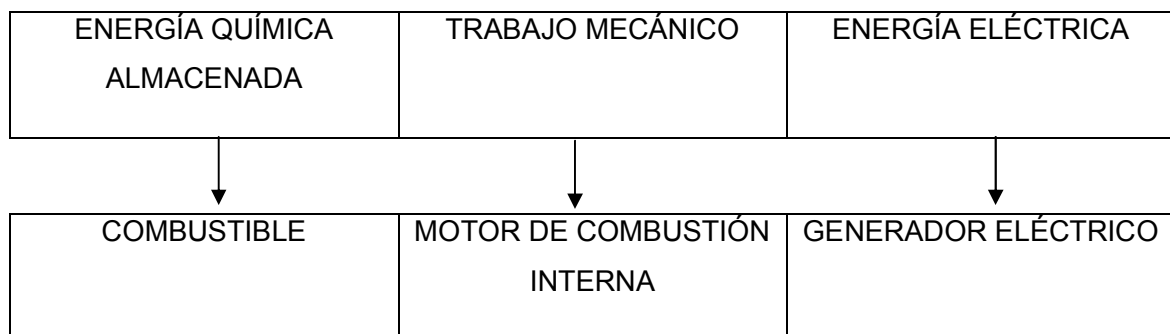
etc.

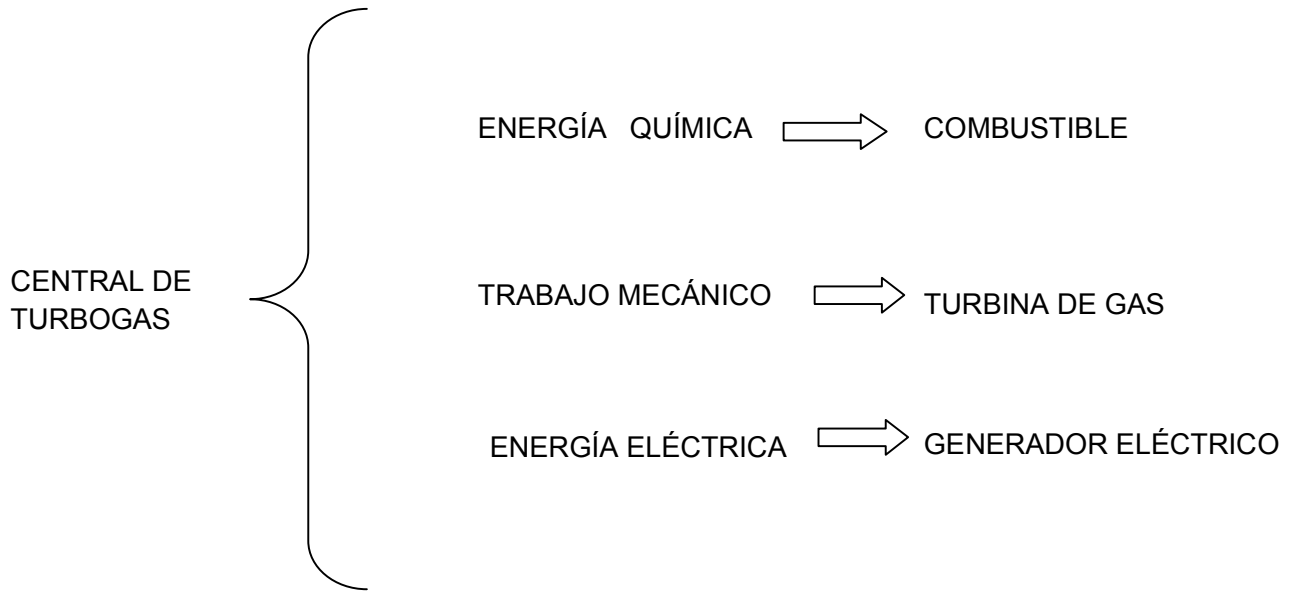
## TIPOS DE CENTRALES DE GENERACIÓN.

### CENTRAL HIDROELÉCTRICA

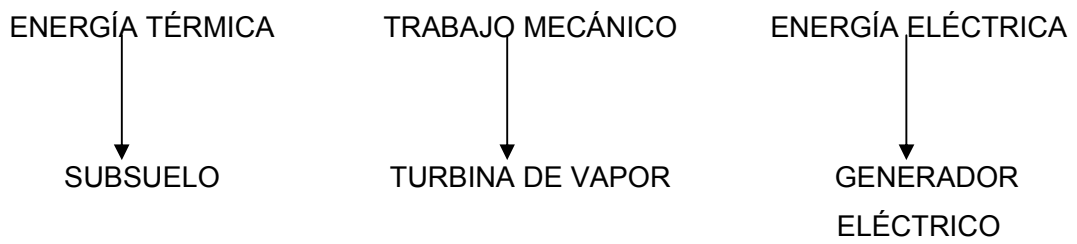


### CENTRAL DE COMBUSTIÓN INTERNA

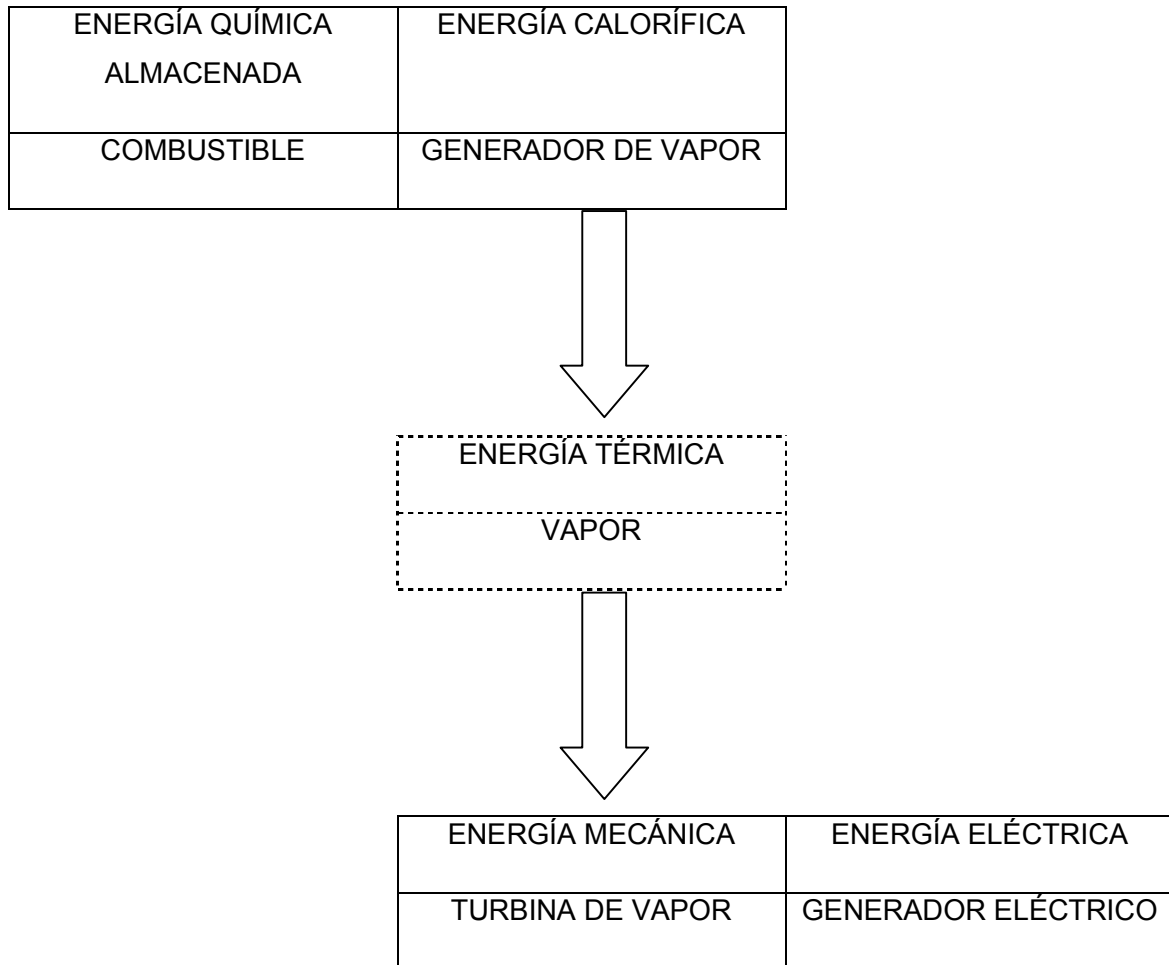




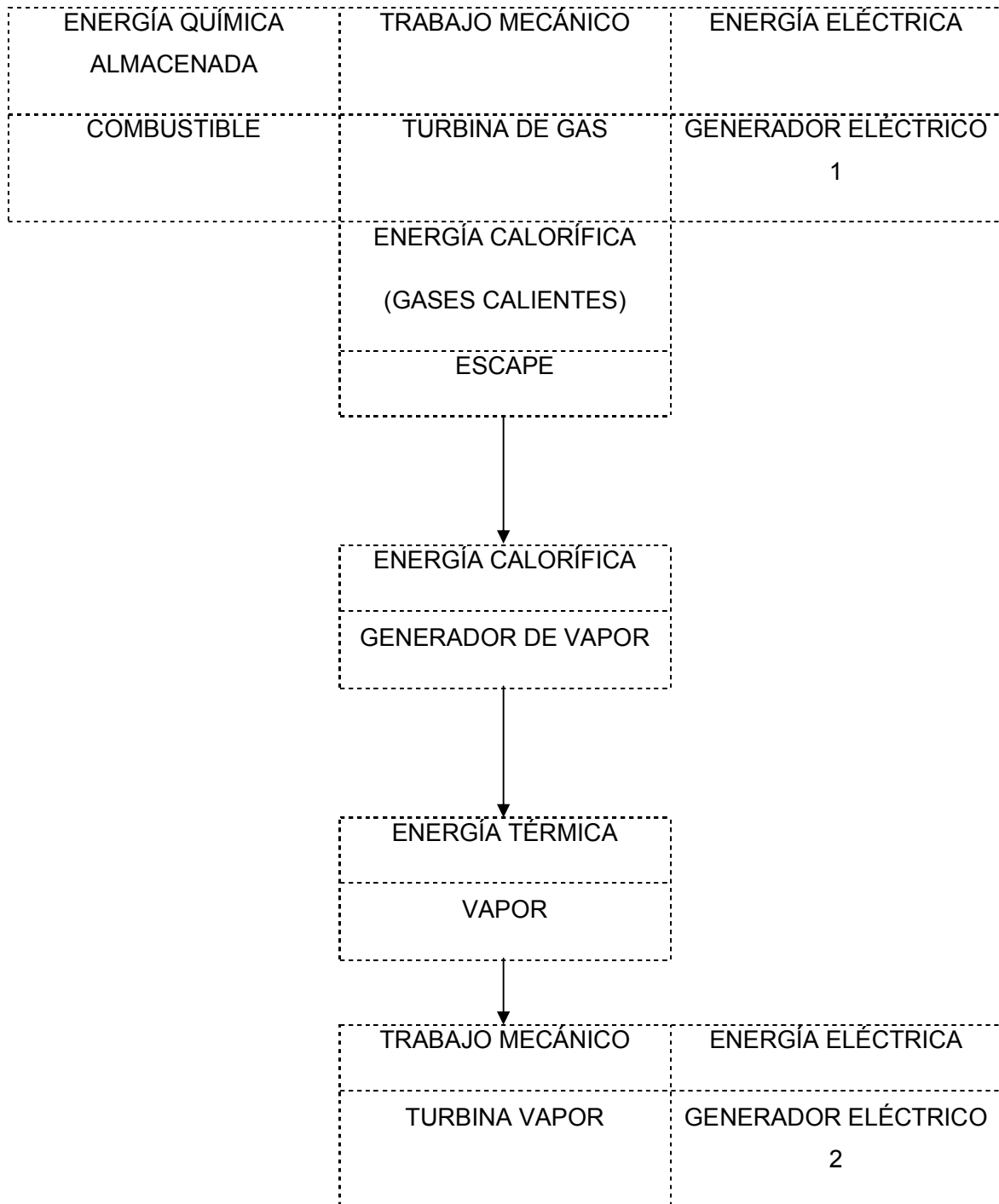
CENTRAL GEOTÉRMICA



## CENTRAL TERMOELÉCTRICA



### CENTRAL CICLO COMBINADO



## CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.

Las centrales termoeléctricas por su número y capacidad son muy importantes en el sistema eléctrico nacional.

Para analizar las transformaciones de energía que se efectúen en este tipo de centrales, observamos lo siguiente:

- La fuente de energía disponible es un combustible (gas, diesel, petróleo, carbón, etc.), la energía se encuentra almacenada en el combustible, según su composición química y si se libera haciendo que se produzca una reacción química, en este caso es combustión.
- Al producirse la combustión ya se tiene la primera transformación de energía, es decir, que la energía química del combustible se transforma en calor (energía calorífica), en la flama y en los gases calientes producto de la combustión. La combustión se realiza en el hogar de un generador de vapor.
- Si la energía calorífica de los gases se emplea para calentar agua y producir vapor, ya se tiene otra transformación de energía. Los gases ceden un poco de su energía al vapor, teniéndose ahora vapor con mayor energía, que llamaremos térmica.
- La energía del vapor se transforma en trabajo mecánico en una turbina de vapor con lo que se tiene otra transformación de energía.



Finalmente si la turbina esta acoplada mecánicamente a un generador eléctrico se tiene la última transformación de la energía y se llega al objetivo; la producción de la energía eléctrica.

Todas las transformaciones de energía citadas, se efectúan dentro de una central termoeléctrica, que cuenta con el equipo para realizarlas. Estas transformaciones hacen que la central sea precisamente termoeléctrica.

### **EQUIPO PRINCIPAL DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA VALLE DE MÉXICO**

Todo el equipo de la CTVM es muy importante pero de acuerdo a su participación directa de la obtención de energía así como por su tamaño y costo se clasifica a los siguientes equipos como principales.

- Generador de vapor.

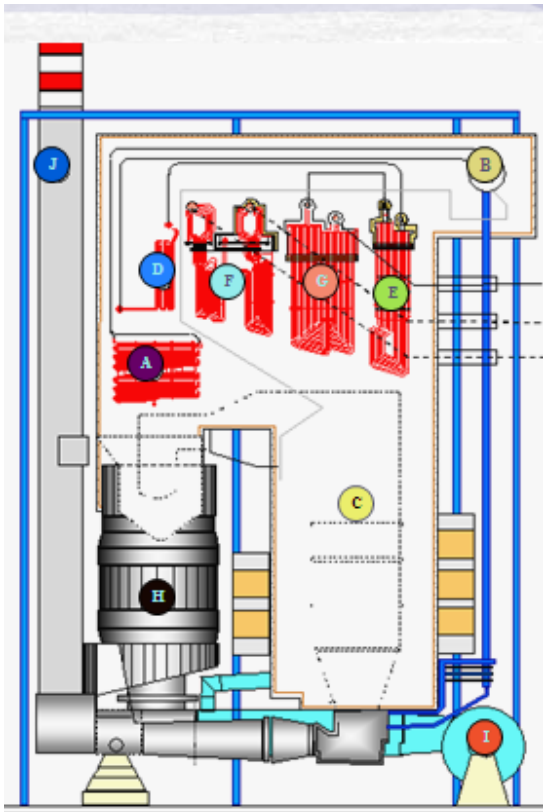
El término de generador de vapor o caldera se aplica normalmente a un dispositivo que genera vapor para producir energía, para procesos o dispositivos de calentamiento. Las calderas se diseñan para transmitir calor de una fuente externa de combustión a un fluido (agua) contenido dentro de ella.

Los generadores de vapor son del tipo intemperie, acuatubulares con hogar presurizado y pueden quemar combustible o gas natural.

Los objetivos de un generador de vapor son dos:

- a) Realizar una combustión para liberar energía en forma de calor
- b) Producir vapor con determinadas características de presión y temperatura.

El generador de vapor es un conjunto de elementos integrados y dispuestos de tal forma que se realiza una combustión y se absorbe el calor de los productos de esta combustión en forma eficiente.



Los componentes del generador de vapor son:

- A) ECONOMIZADOR
- B) DOMO
- C) PAREDES DE AGUA
- D) SOBRECALENTADOR PRIMARIO BANCO DE ENTRADA
- E) SOBRECALENTADOR PRIMARIO BANCO DE SALIDA
- F) SOBRECALENTADOR SECUNDARIO
- G) RECALENTADOR

H) PRECALENTADOR

I) TIRO FORZADO

J) CHIMENEA

#### A) ECONOMIZADOR

Tiene como finalidad calentar el agua de alimentación antes de ser introducida al domo utilizado. Para ello, el calor de los gases antes de abandonar el generador de vapor por la chimenea.

Esta formado por bancos de tubos horizontales alternados entre si todos parten del cabezal de entrada y están aletados para aumentar la superficie de transferencia de calor.

#### B) DOMO

El domo distribuye el agua en las paredes en una mezcla de agua – vapor por medio de tuberías ascendentes.

Se dispone con separadores de agua – vapor esta separacion se realiza con un doble fin la primera elimina gotas de agua que pudiera arrastrar el vapor y la segunda conseguir que el agua que circula por las paredes de agua este lo mas exenta posible de vapor.

#### C) PAREDES DE AGUA

El domo distribuye el agua en las paredes en una mezcla de agua – vapor por medio de tuberías ascendentes.

Se dispone con separadores de agua – vapor esta separacion se realiza con un doble fin la primera elimina gotas de agua que pudiera arrastrar el vapor y la segunda conseguir que el agua que circula por las paredes de agua este lo mas exenta posible de vapor.

#### D) SOBRECALENTADOR PRIMARIO BANCO DE ENTRADA

Su función principal es la de elevar la temperatura de vapor desde la saturación hasta el vapor requerido para el buen funcionamiento de la turbina.

#### E) SOBRECALENTADOR PRIMARIO BANCO DE SALIDA

Su función principal es la salida de la temperatura del vapor, para su buen funcionamiento de la turbina.

#### F) SOBRECALENTADOR SECUNDARIO.

Su función principal es la de elevar la temperatura de vapor desde la saturación hasta el vapor requerido para el buen funcionamiento de la turbina.

#### G) RECALENTADOR

Su función es la de aumentar la temperatura de vapor procedente de la turbina de alta presión a fin de conseguir un mayor rendimiento de ciclo y limitar las condiciones en los últimos pasos de la turbina.

#### H) PRECALENTADOR

Es el responsable de subir la temperatura, para asegurar un rendimiento óptimo y eficiente en la turbina.

#### I) TIRO FORZADO

Es un ventilador que se monta en la base y se hace entrar el aire y se descarga a baja velocidad por la parte superior, la ventaja de ubicar el ventilador y el motor propulsor fuera de la torre, por lo que no se somete a corrosión, pero debido a la escasa velocidad del aire de salida, la torre se somete a una recirculación.

## J) CHIMENEA

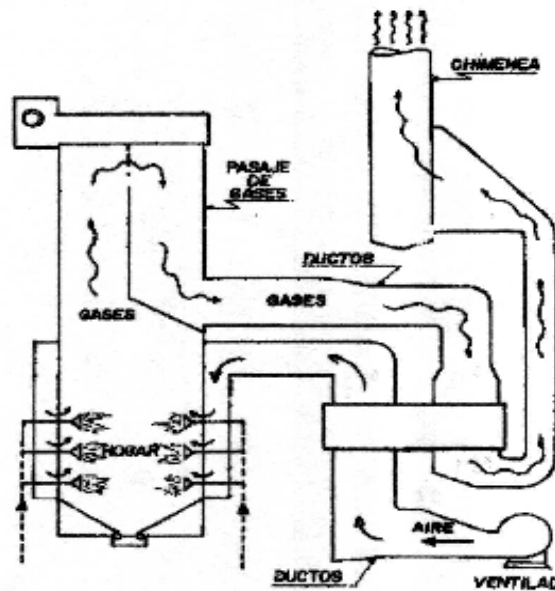
Es un sistema usado para evacuar gases calientes y humo de calderas, calentadores, estufas, hornos, fogones u hogares a la atmósfera.

## COMBUSTIÓN EN UN GENERADOR DE VAPOR

La combustión (del combustible y el aire necesario) se produce en un recinto llamado hogar.

El combustible puede ser líquido, sólido o gaseoso y se alimenta continuamente al hogar mediante los quemadores y otros dispositivos adecuados.

El aire para la combustión es manejado por unos ventiladores que lo envían a través de ductos hasta llegar a los quemadores y el hogar.



La combustión en el hogar, libera el calor que va a ser aprovechado por determinadas partes del generador de vapor para:

- a) calentar agua.
- b) Transformar el agua en vapor
- c) Sobrecalentar el vapor.

Una vez en la caldera, los quemadores provocan la combustión, generando energía calorífica. Esta convierte a su vez, en vapor a alta temperatura el agua que circula por una extensa red formada por miles de tubos que tapizan las paredes de la caldera.

Este vapor entra a gran presión en la turbina de la central, la cual consta de tres cuerpos -de alta, media y baja presión, respectivamente unidos por un mismo eje.

En el primer cuerpo (alta presión) hay centenares de álabes o paletas de pequeño tamaño. El cuerpo a media presión posee asimismo centenares de álabes pero de mayor tamaño que los anteriores. El de baja presión, por último, tiene álabes aún más grandes que los precedentes. El objetivo de esta triple disposición es aprovechar al máximo la fuerza del vapor, ya que este va perdiendo presión progresivamente, por lo cual los álabes de la turbina se hacen de mayor tamaño cuando se pasa de un cuerpo a otro de la misma., Hay que advertir, por otro lado, que este vapor, antes de entrar en la turbina, ha de ser cuidadosamente deshumidificado. En caso contrario, las pequeñísimas gotas de agua en suspensión que transportaría serían lanzadas a gran velocidad contra los álabes, actuando como si fueran proyectiles y erosionando las paletas hasta dejarlas inservibles.

El vapor de agua a presión, por lo tanto, hace girar los álabes de la turbina generando energía mecánica. A su vez, el eje que une a los tres cuerpos de la turbina (de alta, media y baja presión) hace girar al mismo tiempo a un alternador unido a ella, produciendo así energía eléctrica. Esta es vertida a la red de transporte a alta tensión mediante la acción de un transformador.

Por su parte, el vapor -debilitada ya su presión- es enviado a unos condensadores. Allí es enfriado y convertido de nuevo en agua. Esta es conducida otra vez a los tubos que tapizan las paredes de la caldera, con lo cual el ciclo productivo puede volver a iniciarse.

- Turbina y condensador.

Las turbinas de vapor es una maquina de movimiento rotativo que transforma la energía calorífica (vapor) en energía cinética en las toberas transformándose esta en energía mecánica y esta energía es utilizada para mover el generador eléctrico que la transforma en energía eléctrica.

Esta última transformación se logra ya que la turbina y el generador eléctrico están acoplados mecánicamente por una flecha ó rotor. Por eso se dice que en la turbina produce el trabajo mecánico que el generador eléctrico transforma en la energía eléctrica.

El elemento natural que se utiliza en una termoeléctrica es el gas natural o el combustóleo. Teniendo en el combustible la energía almacenada la que se transformara en energía calorífica dentro de la caldera produciéndose el vapor para mover la turbina.

#### PARTES DE LA TURBINA Y SU FUNCIÓN

Las turbinas de vapor se integran:

- Turbinas de alta presión (T.A.P.)
- Turbinas de presión intermedia (T.P.I.)
- Turbina de baja presión (T.B.P.)

Carcaza: envolvente de la turbina (TAP, TPI, TBP) donde van montadas las toberas y alabes fijos.

Rotor o flecha: es de acero y es mediante el cual está acoplada la turbina con el generador eléctrico además de tener las partes (toberas y alabes) móviles de la turbina.

Toberas fijas: son las que cambian la presión del vapor por velocidad del mismo.

Alabes fijos: son los que le dan dirección al vapor por eso se conoce como alabes directrices.

Toberas móviles: son las que disminuyen la velocidad del vapor.

Alabes móviles: son los que hacen girar el rotor al recibir el chorro de vapor.

La turbina consta esencialmente de una parte fija llamada carcasa y otra móvil llamada rotor, el cual está soportado por la carcasa por medio de cojines o chumaceras que le permiten girar libremente.

El rotor y la carcasa están provistos de álabes en toda su superficie de tal manera que forman las llamadas ruedas de álabes.

A los del rotor se les conoce como álabes móviles y a los de la carcasa como álabes fijos.

Los álabes fijos tienen por objeto cambiarle la trayectoria al vapor para que entren a los alabes móviles haciendo girar el rotor.

La presión del vapor disminuye constantemente según pasa por los alabes fijos y móviles mientras que su volumen aumenta constantemente y su velocidad aumenta en alabes fijos y disminuye en los móviles debido a que es absorbido por el rotor.

Condensador.

El condensador del vapor, es un componente importante del ciclo de vapor en instalaciones de generación de potencia. Es un recinto cerrado en el cual el vapor sale de la turbina y se fuerza para ceder su calor latente de la vaporización. Es un componente necesario del ciclo del vapor por dos razones.

La primera, convierte el vapor usado nuevamente en agua para regresarla al generador o a la caldera de vapor como agua de alimentación. Esto baja el costo operacional de la planta permitiendo reutilizar el agua de alimentación, y resulta más fácil bombear un líquido que el vapor.



La segunda razón aumenta la eficiencia del ciclo, permitiendo que el ciclo funcione opere con los gradientes más grandes posibles de temperatura y presión entre la fuente de calor (caldera) y el sumidero de calor (condensador). Condensando el vapor del extractor de la turbina, la presión del extractor es reducida arriba de la presión atmosférica hasta debajo de la presión atmosférica, incrementando la caída de presión del vapor entre la entrada y la salida de la turbina de vapor. Esta reducción de la presión en el extractor de la turbina, genera más calor por unidad de masa de vapor entregado a la turbina, por conversión de poder mecánico. Ya que ocurre condensación, el calor latente de condensación se usa en lugar del calor latente de vaporización. El calor latente del vapor de la condensación se pasa al agua que atraviesa los tubos del condensador. Después de que el vapor condensa, el líquido saturado continúa transfiriendo calor al agua que se enfría al ir bajando hasta el fondo del condensador.

- Generador eléctrico.

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se genera una fuerza electromotriz (F.E.M.).

Se clasifican en dos tipos fundamentales: primarios y secundarios. Son generadores primarios los que convierten en energía eléctrica la energía de otra naturaleza que reciben o de la que disponen inicialmente, mientras que los secundarios entregan una parte de la energía eléctrica que han recibido previamente. Se agruparán los dispositivos concretos conforme al proceso físico que les sirve de fundamento.

### **III. PROYECTO DE CALIDAD EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA VALLE DE MÉXICO.**

El camino hacia la Calidad Total además de requerir el establecimiento de una filosofía de calidad, crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar al personal y trabajar en equipo, desarrollar a los proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la calidad, demanda vencer una serie de dificultades en el trabajo que se realiza día a día. Se requiere resolver las variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los niveles estándares de actuación.

Para resolver estos problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar que en caso de fracasar nadie quiera asumir la responsabilidad.

De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos. Además es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas.

Las empresas que desean sobrevivir en este nuevo panorama deben de optimizar sus procesos y recursos con el fin de crecer y así poder ofrecer al público un producto o servicio competitivo.

Dos de los principales factores que los consumidores toman en cuenta decidir comprar o no un producto o servicio son el precio y la calidad, pero es esta última la que realmente marca la diferencia.

Tradicionalmente, el termino calidad en C.T Valle de México ha significado cumplir con las especificaciones. Esto implica que la responsabilidad por la calidad ha sido asociada, generalmente, con las áreas de Ingeniería, Calidad de producto y Manufactura de la Compañía.

Recientemente en C.T Valle de México, el termino calidad ha evolucionado a un significado mas amplio. Ahora significa "Estar adecuado al uso", es un significado amplio de la calidad se enfoca en el cliente, en las necesidades y expectativas que el tiene.

Para determinar las expectativas que tiene el cliente se usa siete Herramientas Básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la

Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización.

- Histogramas
- Capacidad del Proceso
- Diagrama de Pareto
- Estratificación
- Diagrama Causa - Efecto
- Diagrama de Dispersión
- Gráficos de Control

La calidad en la Comisión Federal de Electricidad es una prioridad en nuestro país, los directivos de la empresa asisten a cursos motivacionales encaminados a que interioricen la calidad y poder implantarla en la CFE.

En la CTVM se hacen algunas preguntas que son: ¿de qué manera implanto la calidad en la Central Termoelectrica Valle de Mexico?, ¿qué herramientas necesito para establecer un modelo de calidad?, ¿cómo afrontar y resolver los problemas que afectan la gestión en la industria?

En primer lugar, la Central Termoelectrica Valle de Mexico debe estar convencida de la calidad e interiorizar su filosofía y valores que la integran. Asumir el liderazgo en todas las acciones y solucionar problemas adoptando y utilizando las siguientes estrategias de pensamiento.

1. Aplicar constantemente el Círculo de Control de la Calidad (PDCA), también llamado Círculo de Deming, en todas sus actividades de gestión. Las fases que integran el Círculo de Control de Calidad son:
  - La Planeación (Plan), en esta etapa se individualiza el problema, es decir, se obtienen datos para conocer en detalle las características del problema; en función de lo anterior, se elaboran hipótesis de solución utilizando las relaciones de causa y efecto, se definen las prioridades y las acciones correctivas. Al término de esta fase se tendrá un diseño teórico de la solución del problema.
  - Realización (Do), en esta fase se presentan y desarrollan pruebas que confirmen que el diseño establecido en la fase anterior y las hipótesis elaboradas son correctas.
  - En la fase Verificar (Check), se compara el diseño teórico de la solución del problema con los resultados de las pruebas y de los hechos aplicados en la fase Do, si concuerdan los hechos y las pruebas con el diseño teórico de solución del problema se pasa a la fase denominada Actuar (Act), la cual consiste en estandarizar la

solución y establecer las condiciones que permitan su continua aplicación. Si los hechos y las pruebas aportadas en la solución del problema no concuerdan con el diseño teórico se aplica una vez más el Círculo PDCA.

2. Otra estrategia de pensamiento exitosa en la solución de problemas es la denominada Historia de Control de Calidad (QC Story). Esta estrategia de pensamiento se constituye de siete fases, las cuales son las siguientes:

- Identificación del problema (el problema).
- Reconocimiento de las características del problema (observación).
- Análisis de las causas principales (análisis).
- Acciones para eliminar las causas (acción).
- Confirmación de la eficacia de la acción (verificación).
- Eliminación permanente de las causas (estandarización).
- Examen de las actividades y planificación del trabajo futuro (conclusiones).

Cuando se requiere resolver de raíz un problema importante es necesario tener información sobre el mismo de tal forma que permita identificar cuándo, dónde y en qué condiciones se da tal problema, y con qué magnitud; de decir, es necesario encontrar su regularidad estadística y sus fuentes de variabilidad. De igual manera, cuando se va a tomar una decisión o a ejecutar una acción es preciso contar con información que les dé sustento y viabilidad.

Por desgracia, la práctica de obtener información antes de actuar, corregir o decidir es muy poco socorrida. Los hábitos e inercias imperantes en muchas organizaciones las llevan a actuar con la experiencia, con corazonadas, intuiciones, tradiciones y con base en el método de prueba y error.

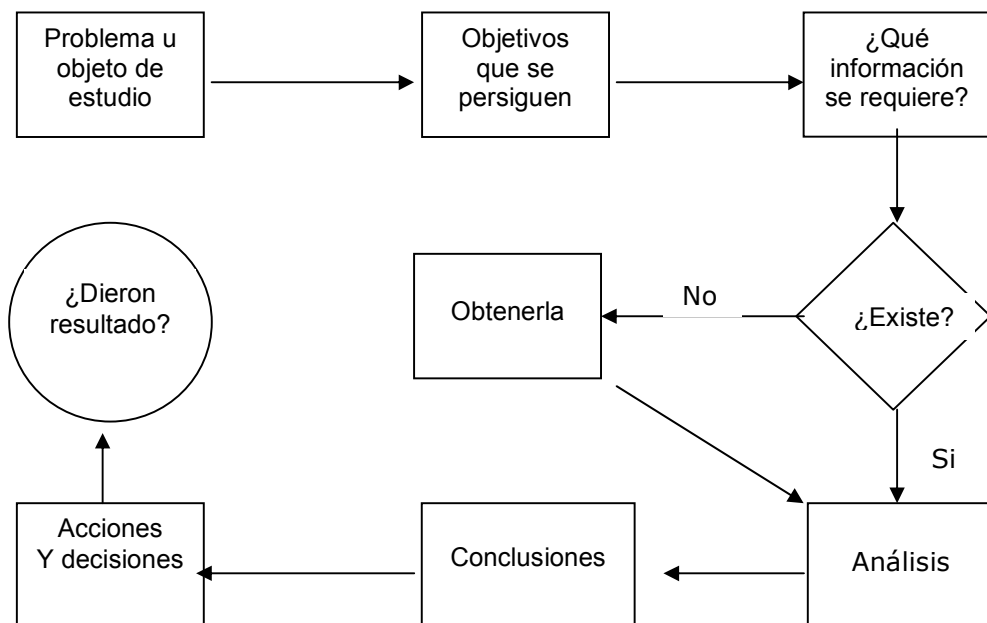
Existen un gran número de ejemplos que ilustran la importancia de la información para lograr mejoras. Parte de los nuevos hábitos que exige la calidad es actuar, decidir y solucionar con base en métodos y estrategias que partan de una información objetiva sobre el problema; por ejemplo, antecedentes, frecuencia, localización. Es decir, calidad en la información y objetividad en los análisis. De aquí que el punto de partida para una mayor efectividad de las acciones y decisiones sea contar con información de calidad. Sin embargo, en las organizaciones hay deficiencias en la obtención de información como las siguientes:

- Se obtienen datos sin ningún propósito claro e importante.
- Obtención de información para validar decisiones previamente tomadas.

- Es raro que se tenga un plan global de por qué se va a obtener información, cuál es la mejor fuente, cómo, cuándo, quién y dónde se va a analizar, y qué decisiones se pretenden tomar.
- Información poco representativa y sesgada.
- Tabúes y errores sobre el papel de la estadística en la obtención de información.

Antes de obtener información sobre un problema o una situación, lo que se debe tener muy claro y delimitado es el objetivo que se persigue y el tiempo y los recursos de que se dispone para abordar tal problema. Ello llevará a ubicar mejor el problema mediante los antecedentes, las acciones previas y la información con la que ya se cuenta, de lo que se desprenderá más fácilmente el tipo de información que es necesaria para localizar la causa raíz. No hacer lo anterior, conduce con frecuencia, a que la información que se obtiene no ayude a responder las interrogantes que se tienen y en última instancia, a tomar decisiones erróneas.

Una vez localizado el problema, definidos los objetivos perseguidos e identificado el tipo de información que se necesita, surgen entre otros los siguientes problemas: cómo obtener tal información, en qué cantidad y cómo analizarla. Para estas tres cuestiones no existe una única respuesta que se pueda consultar en un manual o en una tabla. La respuesta la proporciona esencialmente la estadística a partir del conocimiento del objeto de estudio (problema), del tipo de acción o decisión que se desee tomar y de los recursos y el tiempo que se dispone para abordar el problema.



El sistema que tiene implantado de calidad en la CTVM es el Sistema Integral de Gestión, con el propósito de alcanzar la competitividad internacional y la permanencia en el largo plazo e impulsar con ejemplo y actualización, el proceso de mejora continua, el comité directivo de competitividad de la CTVM, conceptúa, diseña e implanta el modelo de dirección de clase mundial, que actualmente dirige los esfuerzos de nuestra dirección.

Establecer el rumbo, los procesos y sistemas que permitan alcanzar la competitividad internacional, generando valor a los cuatro grupos de interés de la organización; clientes, empresa, persona y sociedad, a través de implementar un modelo de dirección de clase mundial.

El modelo de dirección de clase mundial, permite, administrar y mejorar todas las operaciones de la CTVM, buscando la generación de valor a los cuatro grupos de interés antes mencionados, para lograr niveles de competitividad mundial hasta alcanzar la visión de la CFE de “una empresa de clase mundial”.

En la CTVM la generación de vapor, para los cuatro grupos de interés, solo se logra mediante resultados concretos y objetivos, que superen sus expectativas.

La energía eléctrica competitiva que se genera, es resultado de la gran experiencia y conocimientos en la materia y de las cadenas de vapor generado que se tienen operando, las cuales han creado precisamente valor, convirtiéndose en una organización confiable que soportan el desarrollo competitivo del país.

La operación de las cadenas de vapor de la planta, están soportadas por las áreas de apoyo, los convenios de competitividad cliente- proveedor que se tiene operando con los clientes que es el Área de Control Central (CENACE), y la tecnología de información de clase mundial como lo es el sistema de planeación de recursos SAP/R-3, permiten optimizar los costos y la calidad, con rumbo pleno a la competitividad.

El Sistema Integral de Administración por Calidad Total (SIACT), parte fundamental de los modelos de dirección de clase mundial, mediante la integración de sus ocho estrategias (ISO 9001:2000, ISO 14001, 5 s, trabajo en equipo, sistemas de Administración de la Seguridad NMX SAST 001 y Control Total de pérdidas SCIS, mantenimiento Total Competitivo y Seis Sigma), promueve los procesos sistemáticos de innovación y mejora continua, a través de la participación de todo el personal.

El SIACT, fundamenta los procesos de mejora continua en toda la cadena de valor y áreas de soporte, con la búsqueda de alcanzar resultado de empresa de clase mundial.

Con el propósito de mejorar el desempeño, la posición competitiva de CTVM, cada mes se realiza un informe mensual de operación ENAD (equipo natural de alto desempeño).

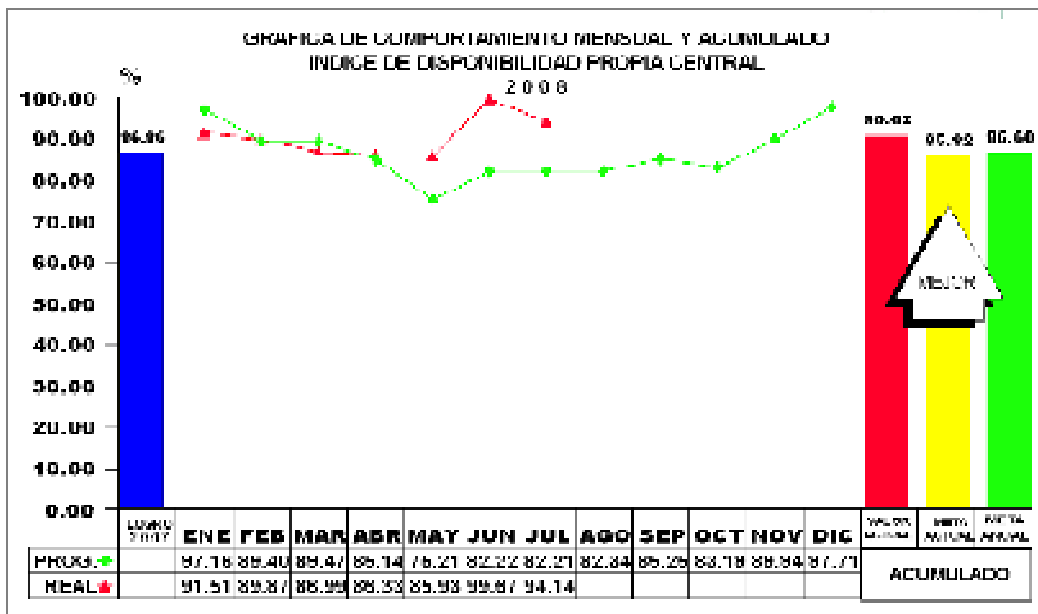
Los propósitos de este sistema son:

- Asegurar la competitividad internacional y la generación de valor para clientes, empresa, personal y sociedad, mediante la integración de equipos de trabajo de alto desempeño.
- Estimula la participación y el aprovechamiento del potencial de todos los integrantes de la organización.
- Mostrar indicadores de desempeño enfocados para generar valor a sus clientes, a la empresa, a sus integrantes y a la sociedad, por medio del control estadístico usando algunas de sus 7 herramientas básicas.

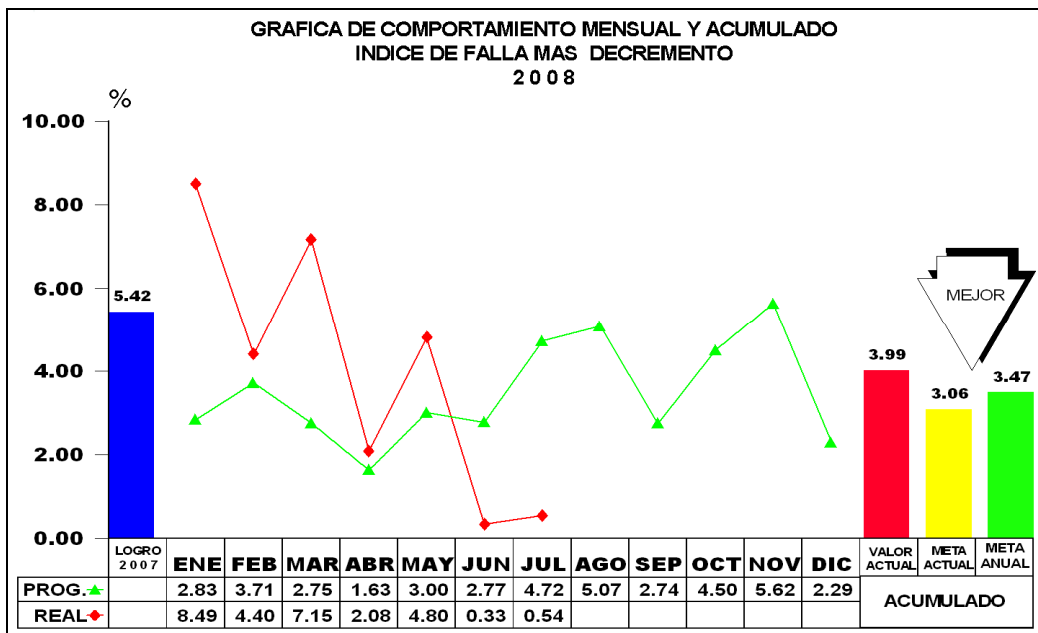
INDICES	UNIDAD	OBJETIVO JULIO-JULIO	LOGRO JULIO-JULIO	DIFERENCIA L - O
DISPONIBILIDAD	%	82.21	94.14	11.92
IND. POR MANTO. PROGRAMADO	%	13.07	5.32	-7.75
IND. POR FALLA	%	2.00	0.00	-2.00
IND. POR DECREMENTO	%	2.71	0.54	-2.17
IND. POR CAUSAS AJENAS	%	0.00	0.00	0.00
DISPONIBILIDAD PROPIA	%	82.21	94.14	11.92
FALLA + DECREMENTO	%	4.72	0.54	-4.17
REGIMEN TERMICO	KCAL/KWh	2,391	2,324	-67
FRECUENCIA SALIDAS X FALLA	DIAS/FALLA	27.15	0.00	-27.15
CAP. INSTALADA POR TRAB.	MW/TRAB	2.583	2.73	0.151
FRECUENCIA	No.	0.00	0.00	0.00
GRAVEDAD	No.	0.00	0.00	0.000
REEMPLAZO	No.	84.20	84.20	0.00
COSTO UNITARIO DE PRODUCCION	\$/MWh	1552.77	1,494.31	-58.46
COSTO POR CAPACIDAD EFECTIVA	\$/KWh	71.31	66.00	-5.32
COSTO MANO OBRA POR PLAZA	\$/PLAZA	72.29	93.69	21.40

Nota

Los índices más importantes en el proceso de generación termoeléctrica son los de color amarillo, ya que nos permiten conocer el resultado que se aplican al proceso de generación de energía eléctrica.

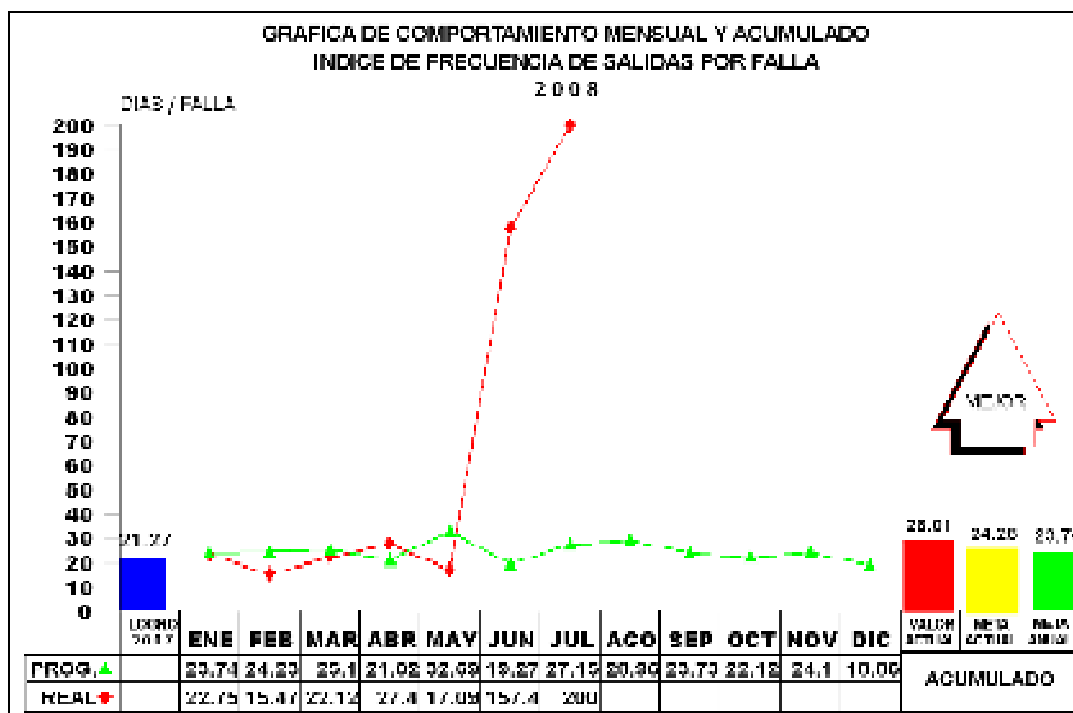


La gráfica de Disponibilidad Propia nos indica la cantidad de energía eléctrica que podría generar una central termoeléctrica, si esta trabajando a su máxima potencia KW disponible en un periodo.

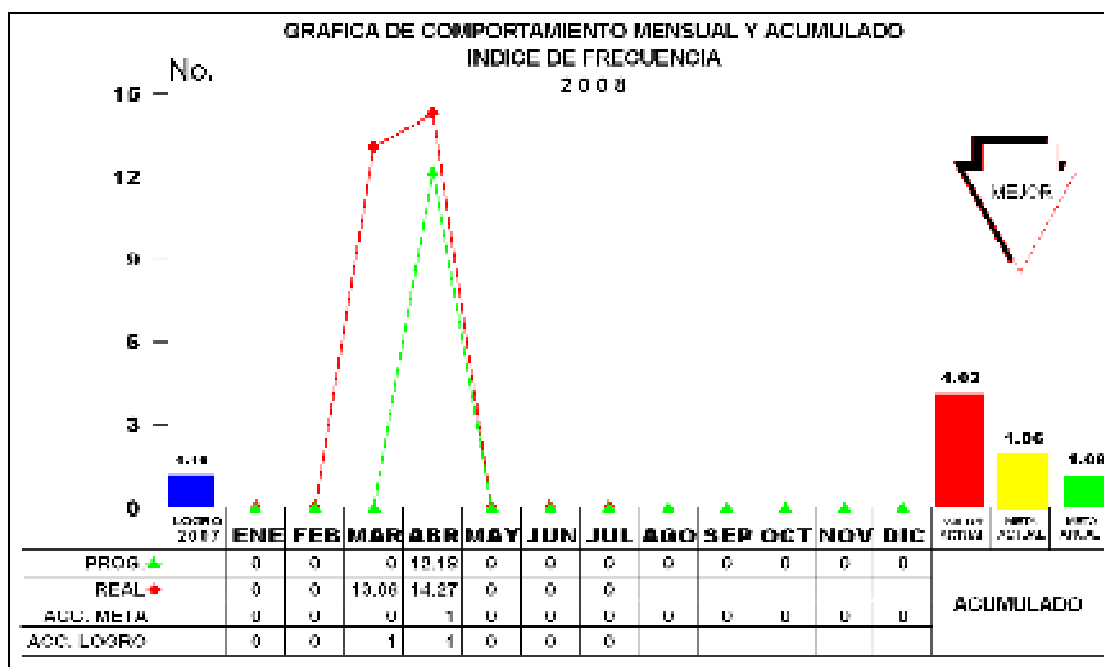


La grafica de Índice de Falla mas Decremento nos muestra el factor de indisponibilidad que mide el porcentaje de energía que una unidad no puede generar en un periodo de tiempo determinado, debido a fallas y decrementos los cuales ocasionan insuficiencia de la capacidad efectiva.

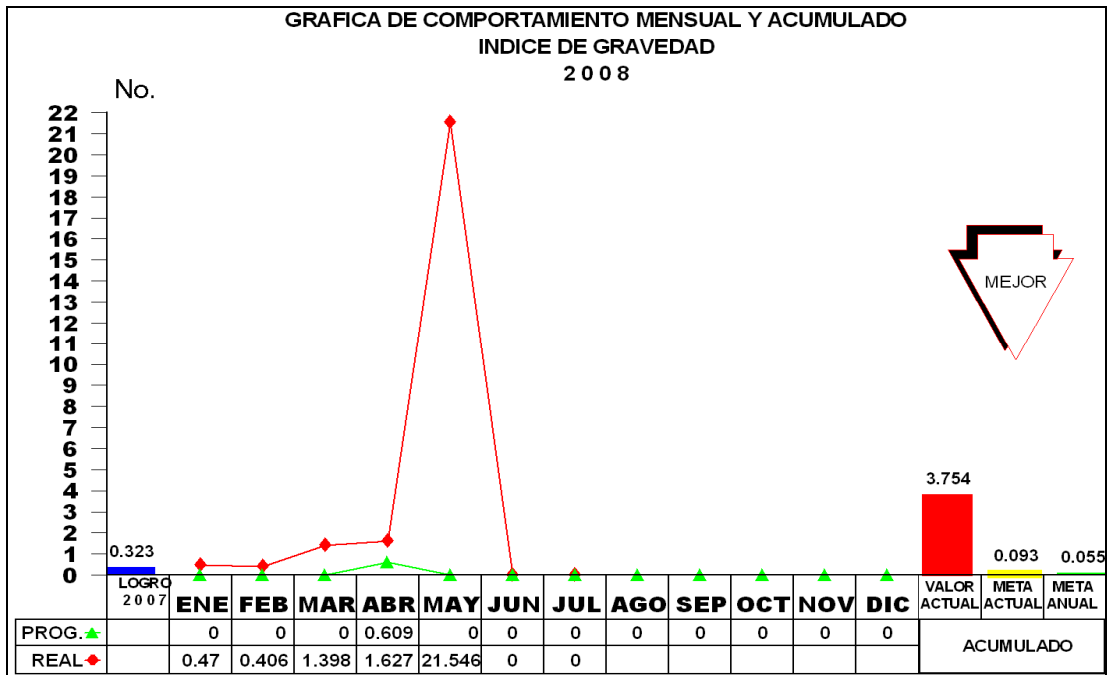




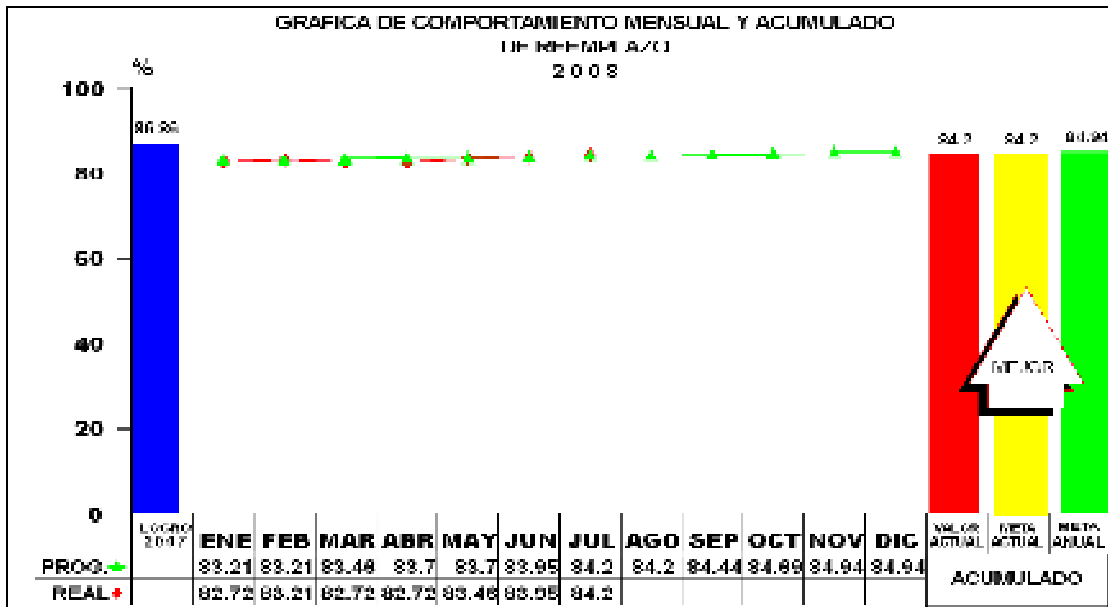
El índice de frecuencia de salidas por falla expresa el periodo de ocurrencia de salidas por falla de las unidades generadoras, determinado por el resultado de dividir las horas de operación al periodo entre el número de salidas por falla de la unidad, sin considerar las salidas a reserva y a mantenimiento programado.



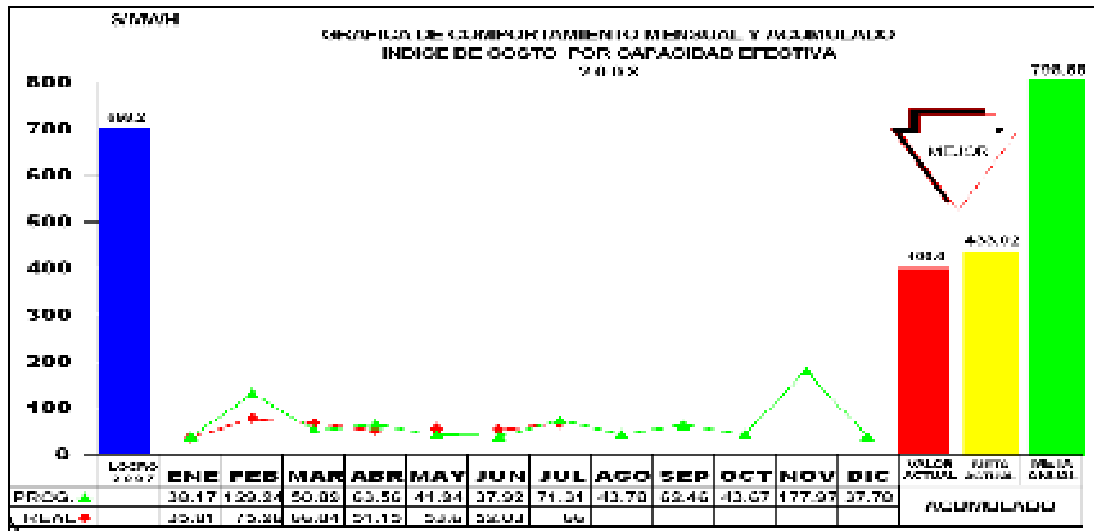
Es el índice que mide el número de accidentes en proporción con el número de trabajadores en un centro de trabajo.



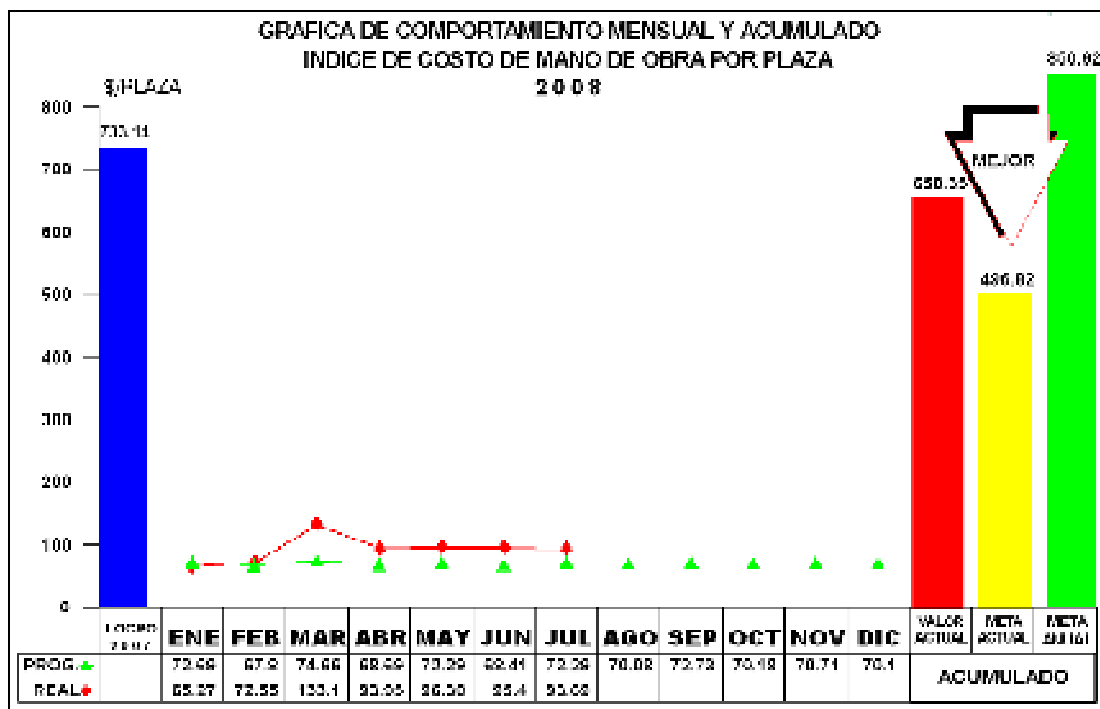
La grafica de índice de gravedad permite relacionar la cantidad de días perdidos que originan los accidentes de trabajo, las defunciones y las incapacidades parciales o totales, contra el numero de trabajadores activos expuestos al riesgo de trabajo, en un periodo determinado, descartando los días perdidos acumulados por accidentes en trayecto.



Con este indicador se mide el porcentaje del personal permanente, capacitado y acreditado para cubrir la plaza de la categoría inmediata superior.



Es el costo que se obtiene por cada Mw de capacidad instalada.



Es la relación que determina el promedio de percepciones económicas por plaza (base y confianza), por concepto de salarios, prestaciones y previsión social.

#### **IV. TOMOGRAFÍAS.**

Los estudios termográficos proporcionan una importante herramienta en CTVM para el mantenimiento preventivo y predictivo de instalaciones de todo tipo como: motores, quemadores torres eléctricas, transformadores, cuadros eléctricos, etc.

El estudio de un termograma permite la localización de puntos calientes que delatan la presencia de defectos de funcionamiento en los equipos antes de que se produzca la avería. De este modo se puede llevar a cabo un mantenimiento preventivo de las instalaciones.

En la CTVM utilizan una cámara termografía infrarroja, estos equipos convierten la energía radiante en la banda del infrarrojo, invisible para nuestra vista, a imágenes térmicas en tiempo real, en donde los colores representan las temperaturas de los objetos analizados.

Entre las ventajas de esta técnica, podemos citar:

- La inspección se realiza a distancia sin contacto físico con el elemento en condiciones normales de funcionamiento. Es decir no es necesario poner fuera de servicio las instalaciones.
- Se trata de una técnica que permite la identificación precisa del elemento defectuoso, a diferencia de la pirometría que es una medida de temperatura de un punto.
- Es aplicable a los diferentes equipos eléctricos: bornes de transformadores, transformadores de intensidad, interruptores, cables y piezas de conexión, etc.
- Es utilizable para el seguimiento de defectos en tiempo "cuasi real", lo que permite cuantificar la gravedad del defecto y la repercusión de las variaciones de carga sobre el mismo para posibilitar programar las necesidades de mantenimiento en el momento más oportuno (que puede ir desde el simple seguimiento a una limitación de carga o a una intervención inmediata antes de que el defecto pueda producir el colapso de la instalación).
- En relación con el mantenimiento tradicional, el uso de la inspección termográfica propicia la reducción de riesgos para el personal, la reducción de indisponibilidades para mantenimiento y su menor costo.

Entre las desventajas o inconvenientes, se tiene:

- Capacidad limitada para la identificación de defectos internos en la medida que el defecto no se manifieste externamente por incremento de la temperatura.
- Los reflejos solares pueden enmascarar o confundir defectos.
- El estado de carga del elemento bajo análisis puede influir en la determinación de las anomalías.

Esta técnica se emplea con gran éxito en la localización de puntos calientes en conexiones en subestaciones e instalaciones eléctricas en general, debido al hecho que una corriente eléctrica al fluir por una conexión defectuosa genera calor en forma anormal. Esta técnica por ser no intrusiva, es decir no se requiere tocar los objetos, se puede utilizar en instalaciones que operen a cualquier tensión.

Esta metodología también se utiliza en la localización de defectos y humedad en el aislamiento térmico y en refractario en generadores de vapor, hornos, aislamiento térmico de tuberías, etc. esto con el propósito de ahorrar costos y como una herramienta efectiva en la planeación del mantenimiento.



El K6800 SpectraScan es una cámara infrarroja que ofrece un amplio análisis de imágenes incluyendo herramientas de precisión sin contacto de medición de temperatura en tiempo real de 4 imagen tendencias, isotérmica, y el área de análisis.

Batería operado y sellado en una vivienda de metal IP54, la K6800 proporciona horas de uso en los entornos más extremos. El K6800 utiliza avanzados uncooled UFPA microbolómetro tecnología y es capaz de almacenar 500 imágenes con voz en un clip removible compacta tarjeta de memoria flash.

Las imágenes se pueden ver en las de a bordo TFT LCD, en tiempo real a través de la salida de vídeo, o de manera optativa de 3,5 "LCD con o sin el control remoto.

Acoplamiento con la K6800 Imagen SpectraScan Análisis / generación de informes de software (opcional) permite documentar los resultados más fácil que nunca. Operativo en comidas rápidas informe modo permite al usuario, con un solo clic del ratón, sobre el terreno para transferir datos e imágenes sin problemas en profesionales, informes exhaustivos.

El análisis termográfico proporciona grandes ventajas como son el trabajar sin necesidad de la detención de los equipos y su utilización en lugares de acceso difícil o peligroso.

**TERMOGRAFIAS EN GENERADOR DE VAPOR DE LA UNIDAD NUMERO 1.**

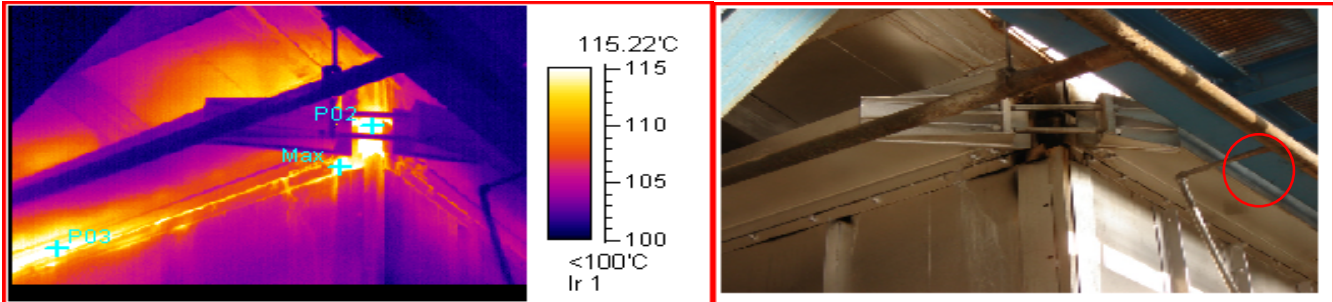
**FECHA: 22/07/2008**

**LA UNIDAD SE ENCONTRABA A MEDIA CARGA EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN, CON UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 20° C AL MOMENTO DE REALIZAR LAS TOMAS TERMOGRAFICAS.**

**EL DEPARTAMENTO DE ANALISIS Y RESULTADOS, VERIFICO LOS SIGUIENTES EQUIPOS:**

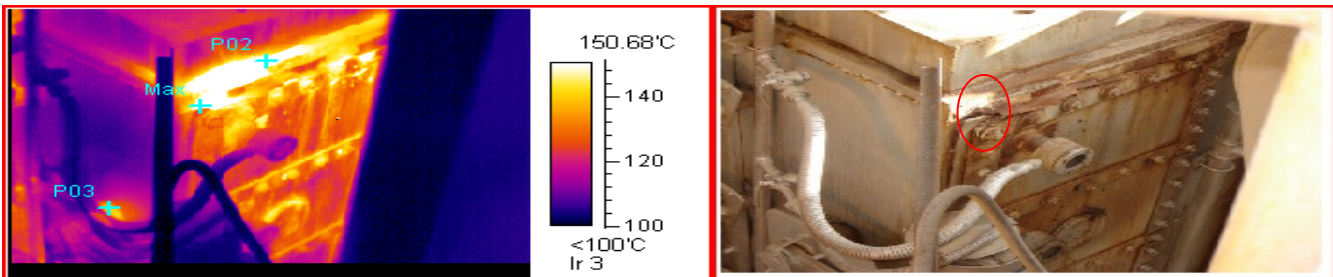
EQUIPO TERMOGRAFICO	TEMPERATURA MAXIMA REGISTRADA EN °C
ESQUINA NUMERO 2 ZONA DE QUEMADORES.	145.31
ESQUINA NUMERO 3 PARTE SUPERIOR ZONA DE QUEMADORES.	191.66
DOMO LADO OESTE NIVEL 7.	252.05
PARED LADO ESTE CASI ESQUINA LADO SURESTE NIVEL 7.	63.48
PARCHE EN PARED LADO ESTE SH DE BAJO DE REGISTRO NIVEL 6.	79.98
PARED LADO ESTE ENTRE EL NIVEL 6Y 5.	126.61
PARED LADO ESTE CASI ESQUINA SURESTE NIVEL 6.	113.31
NIVEL 7 LADO SUROESTE.	95.72
ESQUINA PARED NORESTE NIVEL 5.	178.75
REGISTRÓ ENTRADA HOMBRE ZONA DE DESHOLLINADORES LADO ESTE NIVEL 5.	>180
ESQUINA SURESTE Y PARED SUR DEBAJO DE DEAREADOR.	93.64
PARED LADO OESTE NIVEL 5.	157.23

## ESQUINA NUMERO 2 ZONA DE QUEMADORES



MARCA	VALOR ° C
Max:Temp	145.31
P02:Temp	133.4
P03:Temp	115.6

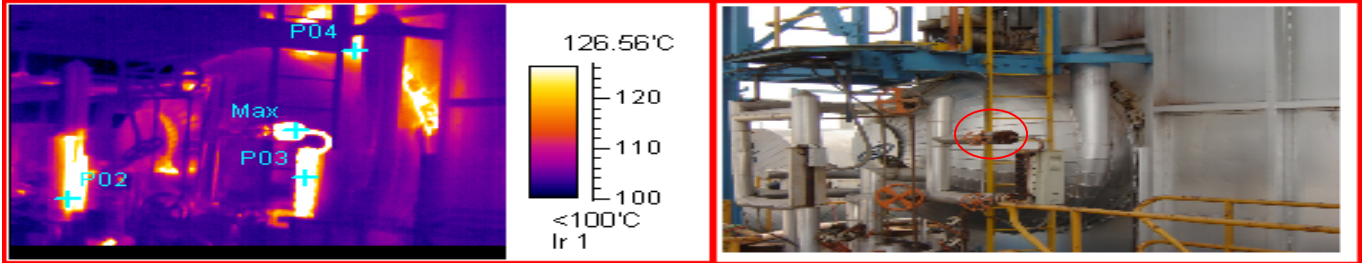
## ESQUINA NUMERO 3 PARTE SUPERIOR ZONA DE QUEMADORES



Label	Value
Max:Temp	191.66
P02:Temp	167.5
P03:Temp	129.06

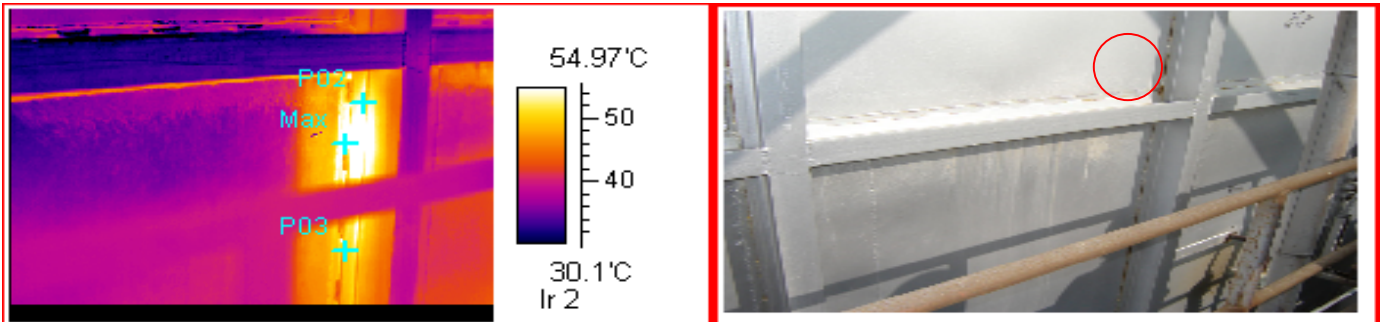


### DOMO LADO OESTE NIVEL 7.



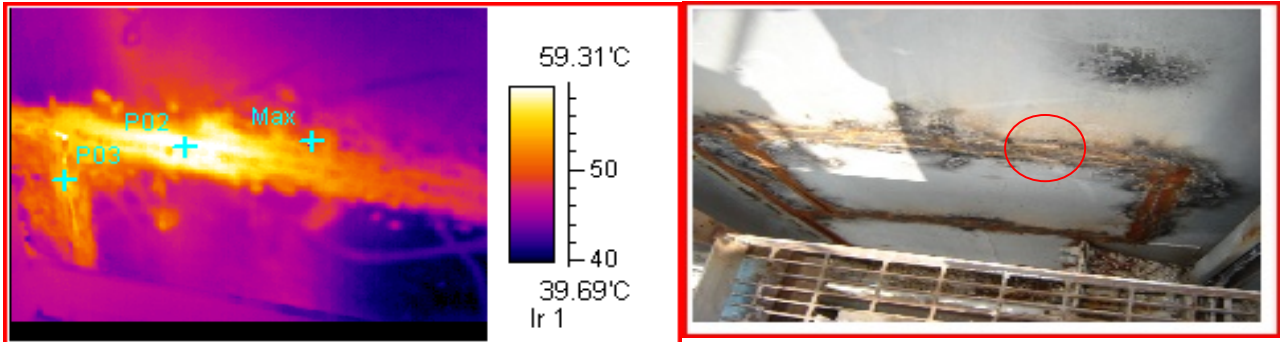
Label	Value
Max:Temp	252.05
P02:Temp	160.93
P03:Temp	203.32
P04:Temp	158.06

### PARED LADO ESTE CASI ESQUINA LADO SURESTE NIVEL 7.



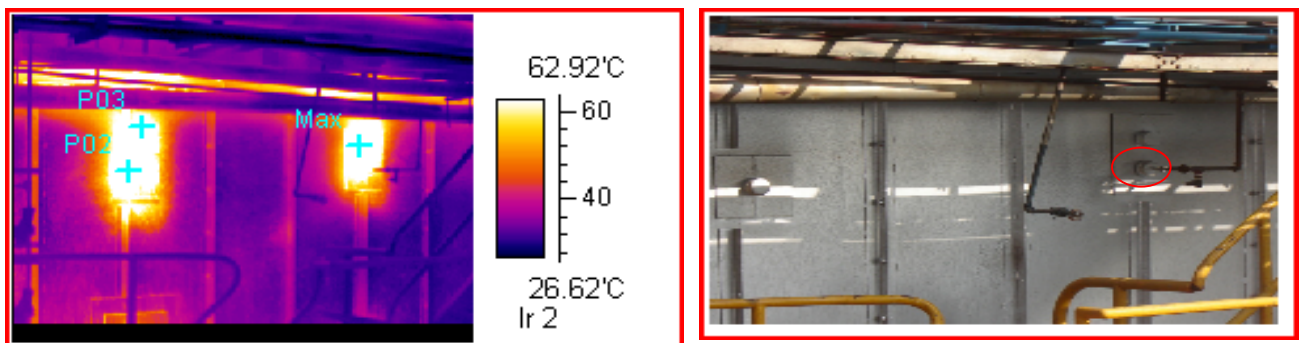
Label	Value
Max:Temp	63.48
P02:Temp	55.05
P03:Temp	50.61

**PARCHE EN PARED LADO ESTE SH DE BAJO DE REGISTRO NIVEL 6.**



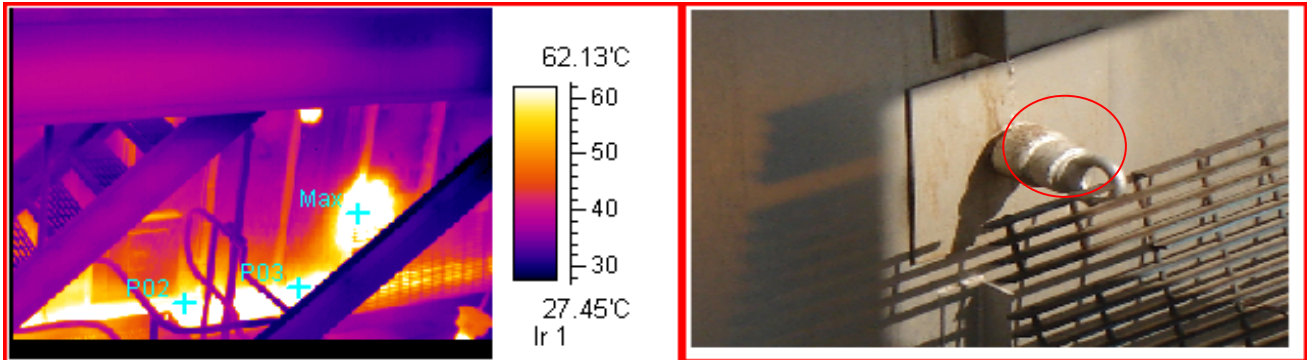
Label	Value
Max:Temp	79.98
P02:Temp	58.3
P03:Temp	56.26

**PARED LADO ESTE ENTRE EL NIVEL 6Y 5.**



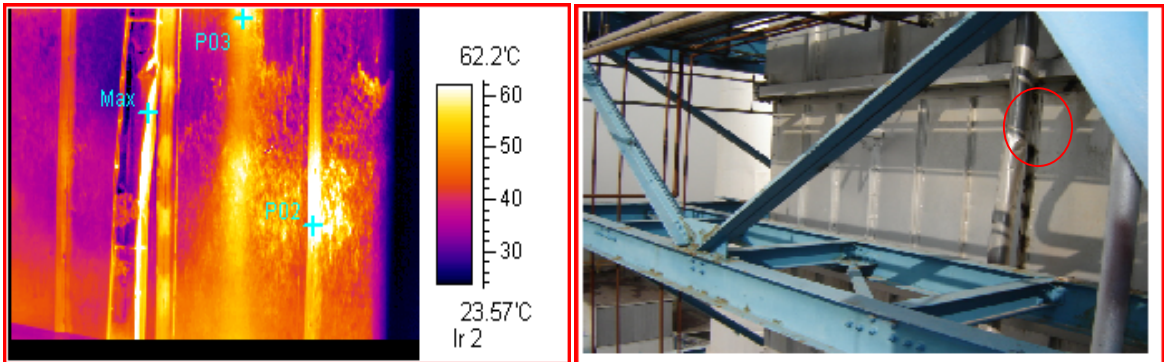
Label	Value
Max:Temp	126.61
P02:Temp	111.76
P03:Temp	70.53

**PARED LADO ESTE CASI ESQUINA SURESTE NIVEL 6.**



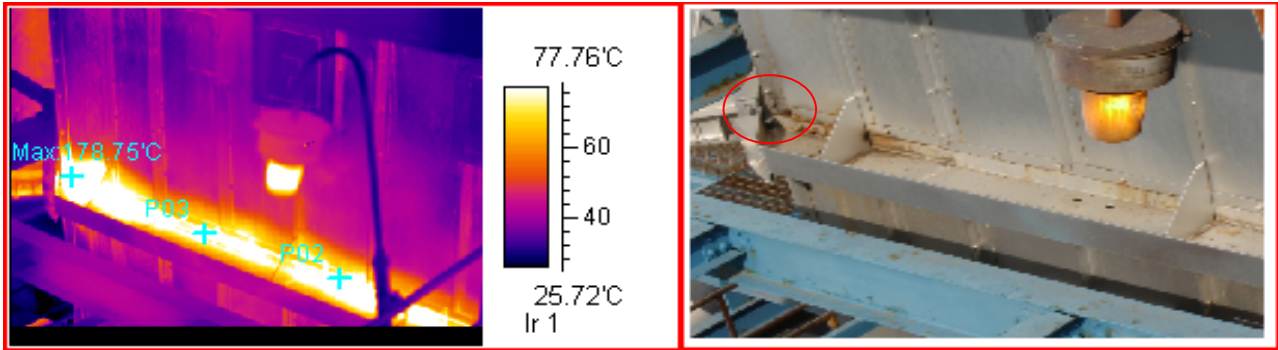
Label	Value
Max:Temp	113.31
P02:Temp	63.9
P03:Temp	72.28

**NIVEL 7 LADO SUROESTE.**



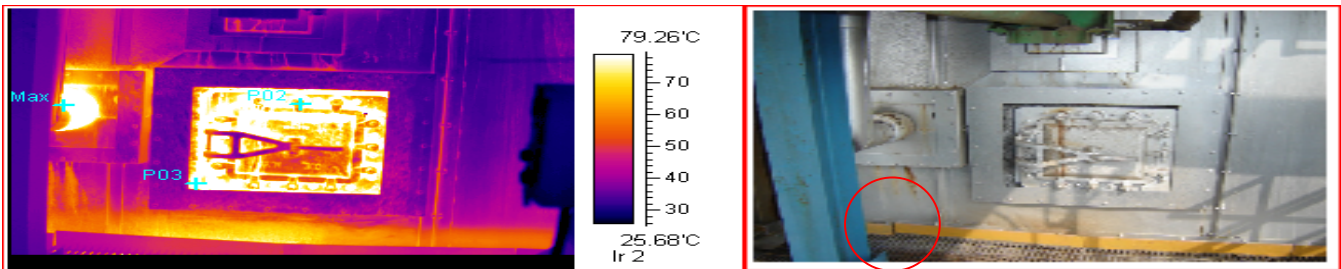
Label	Value
Max:Temp	95.72
P02:Temp	67.6
P03:Temp	61.35

### ESQUINA PARED NORESTE NIVEL 5.



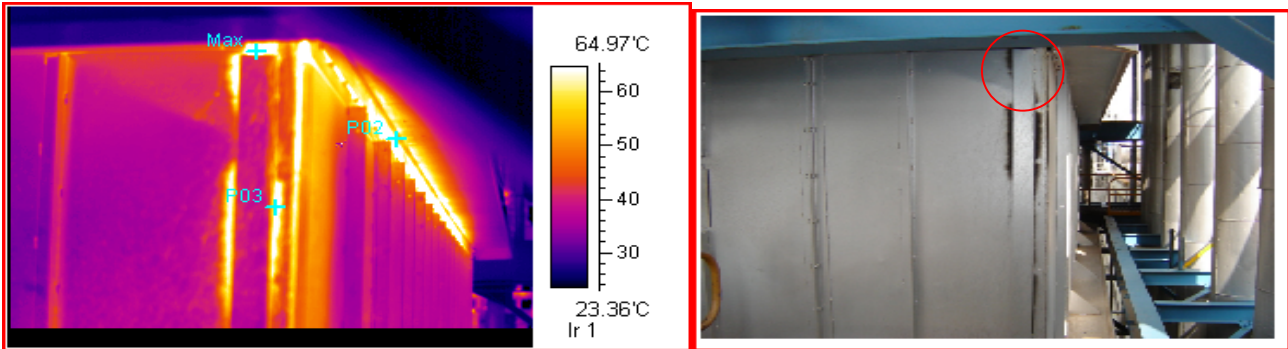
Label	Value
Max:Temp	178.75
P02:Temp	97.6
P03:Temp	81.12

### REGISTRO ENTRADA HOMBRE ZONA DE DESHOLLINADORES LADO ESTE NIVEL 5.



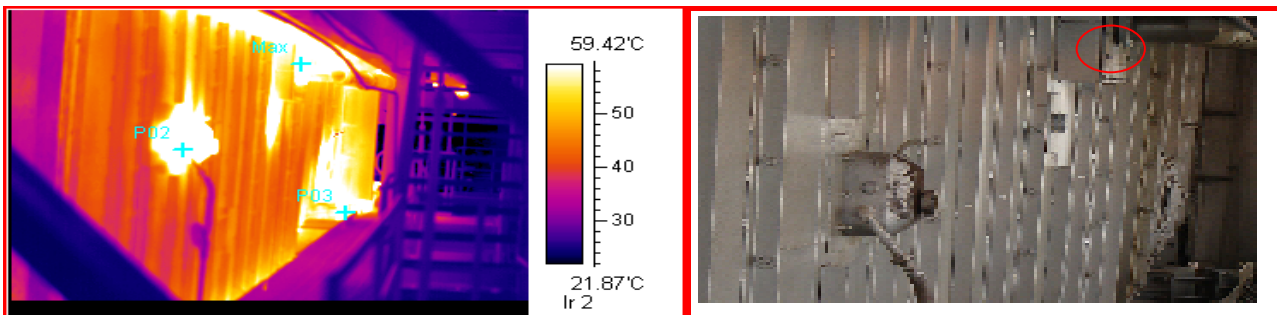
Label	Value
Max:Temp	>180
P02:Temp	64.22
P03:Temp	111.92

**ESQUINA SURESTE Y PARED SUR DEBAJO DE DEAREADOR.**



Label	Value
Max:Temp	93.64
P02:Temp	60.13
P03:Temp	69.67

**PARED LADO OESTE NIVEL 5.**



Label	Value
Max:Temp	157.23
P02:Temp	96.57
P03:Temp	63.56



## V. MANTENIMIENTO.

De acuerdo a los requisitos establecidos dentro del SIG (Sistema Integral de Gestión), se elabora un procedimiento de mantenimiento, que sirva de base para guiar paso a paso al personal que interviene en forma directa en el mantenimiento y asegurar así que cada elemento quede en óptimas condiciones para su operación con un alto grado de eficiencia.

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la importancia para el mantenimiento en la CTVM, implica retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio (electricidad), esta visión primaria llevó a la CTVM a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción.

Sin embargo, sabemos que CTVM la curva de mejoras incrementales después Costos de producción.

Calidad del producto servicio.

Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).

Capacidad de respuesta de la empresa como un proceso organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna de un largo período es difícilmente sensible, a esto se una la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian sino que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todos sus departamentos.

Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de la CTVM? Por experiencia en la CTVM se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.

- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la CTVM como una organización integrada: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

“El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Ahora bien, ¿dónde y cómo empezar a potenciar a nuestro?

#### Objetivos del Mantenimiento

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de una máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

## Clasificación de las Fallas.

### Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

### Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

### Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.)

## Tipos de Mantenimiento.

- Mantenimiento para Usuario

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas.

Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

- Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.

Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

1. Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.



## 2. Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.

Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

Procedimiento de mantenimiento que se aplica a la Turbina de la Unidad No.2/3 que integran la Central Termoeléctrica "Valle de México" y de gran utilidad para los Supervisores del Departamento Mecánico.

- Obtener libranza de acuerdo a procedimiento de libranzas.
- Distribución de trabajo de acuerdo al programa de actividades.
- Desmontar cubiertas de vista de acuerdo a guía de actividades establecidas
- Desmontar aislamiento térmico. Cuidar de no dañar termopares de carcasa, iniciar el desmontaje en zona de baja temperatura. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Desmontar instrumentación (sensores de vibración de chumaceras, termocoples de carcasa Alta Presión, termómetros de drenaje de aceite, etc.), con apoyo del Departamento de Instrumentación y Control.
- Desmontar tornaflecha. Cuando la temperatura de metal interno en primer pasó sea menor a 100°C. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Antes deje fuera de servicio el sistema de lubricación.
- Desacoplar rotores Baja Presión-Generador y verificar alineamiento, de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Desmontar carcasa externa de Baja Presión; de acuerdo a guía de actividades establecidas.

- Desmontar válvulas de control superiores y mecanismo de accionamiento de válvulas de control (barra dentada, árbol de levas, etc.); de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Retirar tornillería de carcasa Alta Presión exterior parte superior. Dejar completamente libre la carcasa iniciar por los extremos. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Desmontar carcasa externa superior Alta Presión, extremar precauciones aplicando las reglas de seguridad durante maniobra. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Desmontar carcasa interna superior de Alta Presión y caja de sello No. 1. Vigilar que no caigan objetos extraños a las líneas de extracción y coloque tapas. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Desmontar tapa de pedestal Frente Estándar. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Desmontar pedestal de gobernador de velocidad, de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Desmontar parte superior de carcasas internas 1 y 2 Intermedia Presión, segundo pasó de alta presión y primer paso diafragma superior de baja presión, Intermedia y Baja Presión, de acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Desmontar parte superior de cajas de sellos de vapor No, 3, 4, 5 y de chumaceras 1, 2 y 3. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Desmontar chumacera de empuje y bomba principal de lubricación. De acuerdo a guía de actividades establecidas O-2103-592-R-13. Tome un juego de lecturas de huelgos radiales y axiales. Registre en formato.
- Desmontaje de rotor Alta, Intermedia y Baja Presión. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Desmontar partes inferiores (caja de sello No. 1, carcasa interna alta presión, diafragmas AP/IP/BP y chumacera 1, 2 y 3). de acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Realizar limpieza e inspección de carcasa externa de Baja Presión. De acuerdo a guía de actividades establecidas.

- Mantenimiento de partes de turbina Alta Presión. Enviar al área de limpieza diafragmas, carcadas internas, caja de sello, rotores, etc. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Realizar inspección (pruebas no destructivas) de componentes: carcadas, diafragmas, sellos, rotores, chumaceras, pernos, válvulas, etc. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Reparación de alabes dañados de todos los diafragmas. Usar soldadura inconel de acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Revisión y mantenimiento de gobernador de velocidad, de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Revisión y mantenimiento de sellos de vapor de acuerdo a guía de actividades establecida.
- Revisión de chumacera de empuje, vigilar la condición de los termopares. De acuerdo a guía de actividades establecidas, verificar claro axial de chumacera y registrar lecturas en formato.
- Desacoplar rotores de alta, intermedia y baja presión. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Revisión de chumacera No1, 2 y 3. De acuerdo a guía de actividades establecidas y registrar claros en formato.
- Realizar alineamiento de partes fijas (diafragmas, cajas de sellos y chumaceras). De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Revisión y mantenimiento del tanque principal de aceite, de acuerdo a guía de actividades establecidas. Incluye tanque de reserva.
- Revisión y mantenimiento de servomotor de válvulas de control, de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Balanceo de rotores Alta, Intermedia y Baja Presión en bancos. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Dejar el menor desbalance residual posible de acuerdo a gráficas polares.
- Montaje de partes inferiores (carcadas internas, diafragmas, sellos y chumaceras). De acuerdo a guía de actividades establecidas. Tomar datos de nivelación de carcasa y anotarlos en formato.

- Montaje de rotores de Alta, Intermedia y Baja Presión. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Ajustar claros axiales y radiales de acuerdo a tabla de claros del rotor marcado por fabricante y anotar lecturas en formato.
- Montar partes superiores de chumaceras, sellos y diafragmas Alta, Intermedia y Baja Presión. Dejar claros de diseño. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Montar chumacera de empuje, verificando holgura axial, verificación de instalación de termocoples. De acuerdo a guía de actividades. Registre datos en formato.
- Montaje de bomba principal de lubricación, de acuerdo a guía de actividades. Registre datos en formato.
- Montaje de pedestal de gobernador de velocidad y tapa de Frente Estándar. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Montar carcasa interna parte superior Alta Presión y caja de sello No.1 superior. Cuidar de no dejar objetos extraños, de acuerdo a guía de actividades. Medir longitud de pernos y registrar grados de apriete, en formato.
- Montaje de carcasas internas superiores 1 y 2 de Intermedia Presión. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Montaje de carcasa externa parte superior de Alta Presión. Extremar precauciones en maniobra. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Montaje de carcasa superior externa de Baja Presión, de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Apriete de tornillos en forma uniforme de carcasas de Alta, Intermedia y Baja Presión para lograr un sellado perfecto. De acuerdo a guía de actividades establecidas y registre datos en formato.
- Montar válvulas de control superiores y mecanismos de accionamiento de válvulas de control (árbol de levas, barra dentada, etc.), de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Alineación de rotores Generador–Turbina Baja Presión, según carta de alineamiento. De acuerdo a guía de actividades establecidas y anotar datos en formato.

- Acoplamiento de rotores Generador–Turbina Baja Presión. Tomar lecturas de excentricidad antes y después de acoplar. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Medir longitud de pernos y registrar datos en formato.
- Revisión y montaje de tornaflecha. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Revisión y mantenimiento a sellos de aceite (deflectores). De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Colocar instrumentos de medición con apoyo del Departamento de Instrumentación y Control. Compruebe que las válvulas estén cerradas para evitar fugas.
- Dar mantenimiento a enfriadores de aceite principal, por el lado aceite. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Circulación de aceite en turbo grupo. Retire filtros provisionales en forma definitiva, antes de poner en servicio el tornaflecha; de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Colocación colchas de aislamiento térmico. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Retirar libranza de equipo. De acuerdo a procedimiento de libranzas.
- Pruebas de equipos y ajuste de sistemas. Apoyo al Departamento de Operación; de acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Rodado de unidad, apoyo en la toma de lectura de datos. De acuerdo a guía de actividades establecidas. Registre datos en formato.
- Balanceo de turbogenerador. Apoyo para corrección de vibraciones en caso necesario; con el personal técnico especialista. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Prueba de sobrevelocidad. De acuerdo a guía de actividades establecidas.
- Montaje cubierta de vista, retirar herramienta y equipo utilizado en la reparación. De acuerdo a guía de actividades establecidas.

## CONCLUSIÓN

Mi servicio social en la Central Termoeléctrica Valle de México fue un parteaguas en mi formación profesional, entre la teoría y la práctica. Ya que aprendí muchas cosas de Ingeniería Mecánica Eléctrica como el proyecto de sistema móvil de adquisición de datos en generación, procedimiento de la generación de energía eléctrica en la CTVM, proyecto de calidad en la CTVM, tomografías, mantenimiento correctivo y predictivo

Pero lo más sobresaliente de mi servicio social fue llevar a cabo el control estadístico del departamento de operación, ya que sirvió para la certificación ISO 9000 y 14000, por medio de un software llamado SIMAG, este software tiene por objetivo monitorear los equipos exiliars de la unidades 1,2,3,4 que tiene un ciclo convencional.

Para resolver estos problemas o variaciones que afectan de forma directa el Régimen Térmico. Y mejorar la Calidad de estos procesos, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar un fracaso en el que nadie quiera asumir la responsabilidad.

De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos. Además es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas.

Por eso en la Comisión Federal de Electricidad es una prioridad la calidad que le da a nuestro país, ya que con la ayuda del El Sistema Integral de Administración por Calidad Total (SIACT), parte fundamental de los modelos de dirección de clase mundial, mediante la integración de sus ocho estrategias (ISO 9001:2000. ISO 1401, 5 s, trabajo en equipo, sistemas de Administración de la Seguridad NMX SAST 001 y Control Total de perdidas SCIS, mantenimiento Total Competitivo y Seis Sigma), promueve los procesos sistemáticos de novación y mejora continua, a través de la participación de todo el personal, gracias a los tratados de libre comercio y convenios internacionales, han obligado a la CFE a ser más competitivas para permanecer activas ya que ahora, no solo se compite con las empresas locales, sino que se deben medir con empresas internacionales que ofrecen los mismos productos o servicios pero a un costo mucho menor y con una mayor calidad.

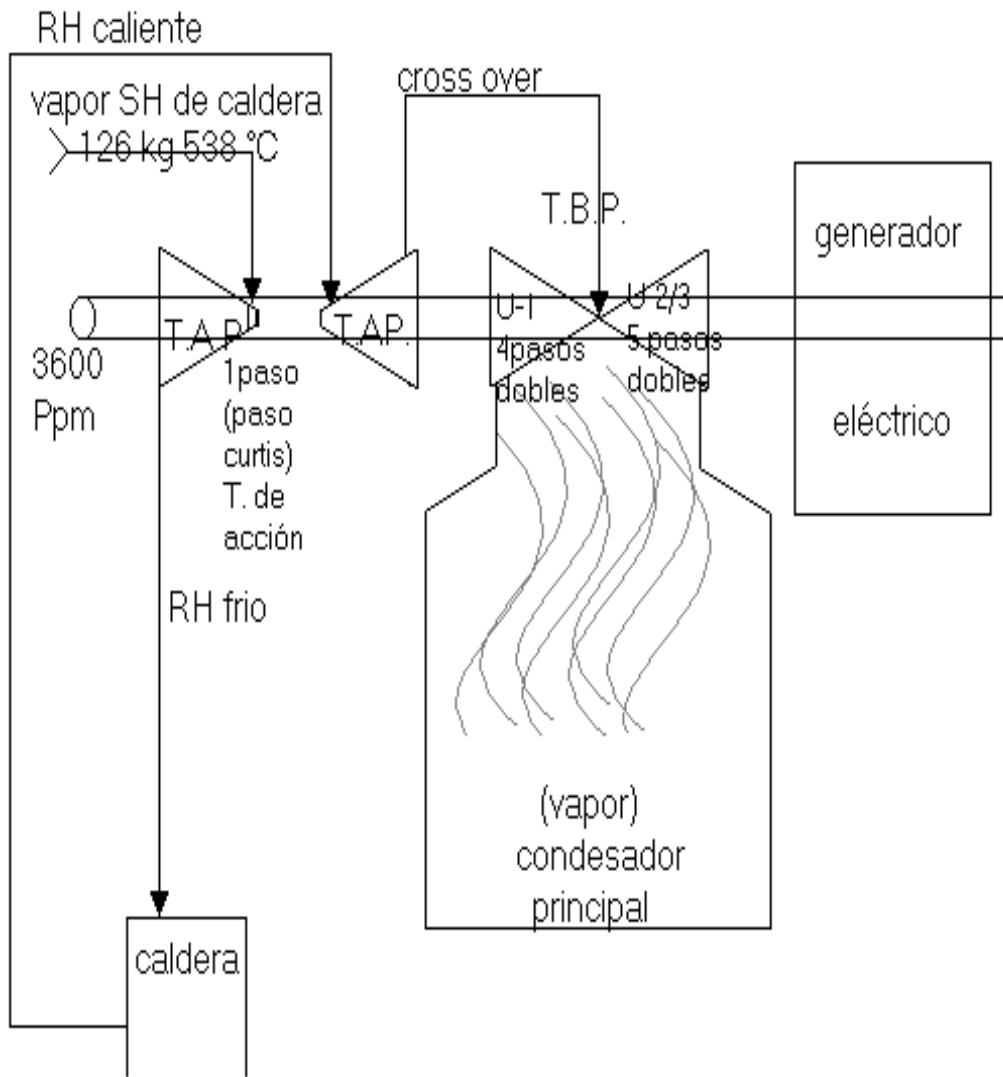
Las empresas que desean sobrevivir en este nuevo panorama deben de optimizar sus procesos y recursos con el fin de crecer y así poder ofrecer al público un producto o servicio competitivo.

# **ANEXOS**

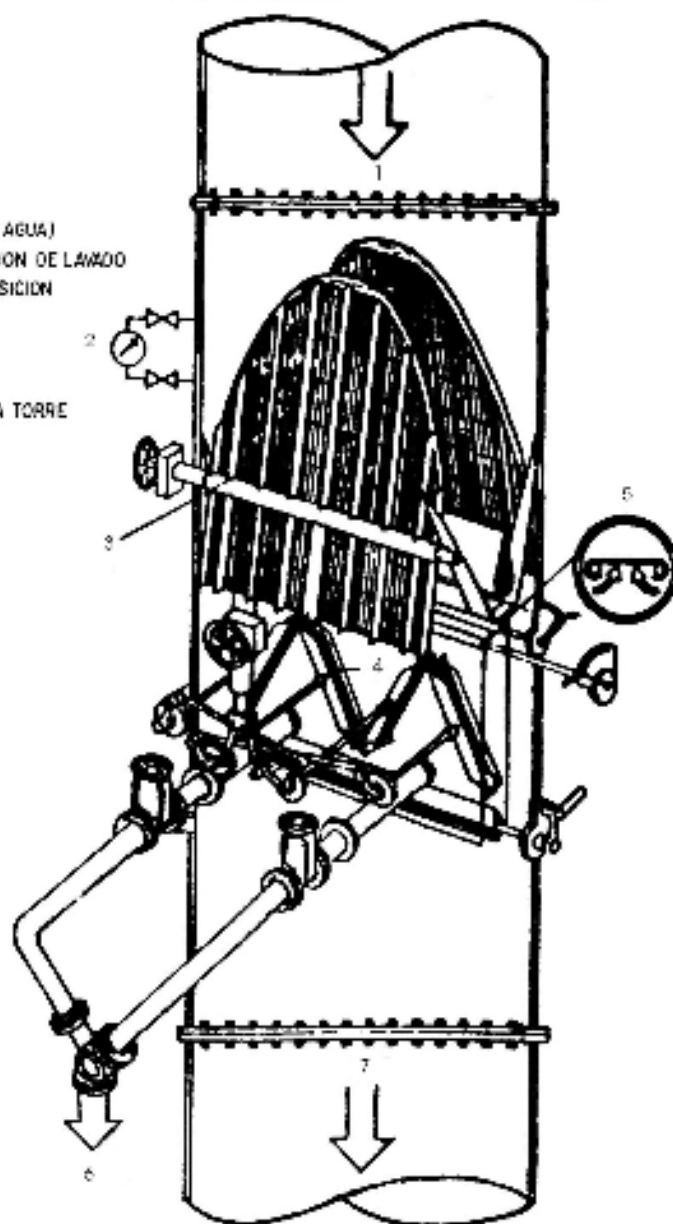


**DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA TURBINA**



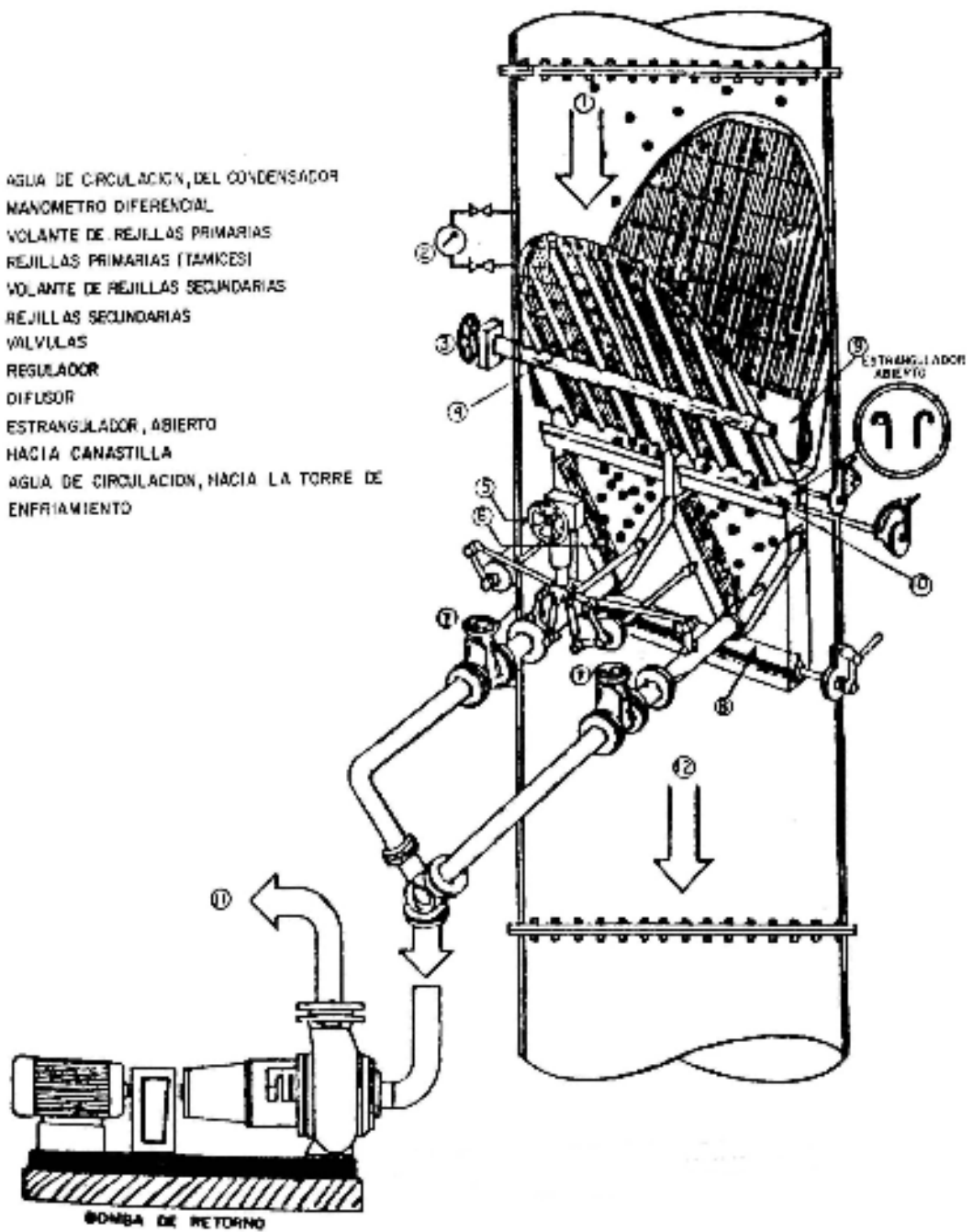


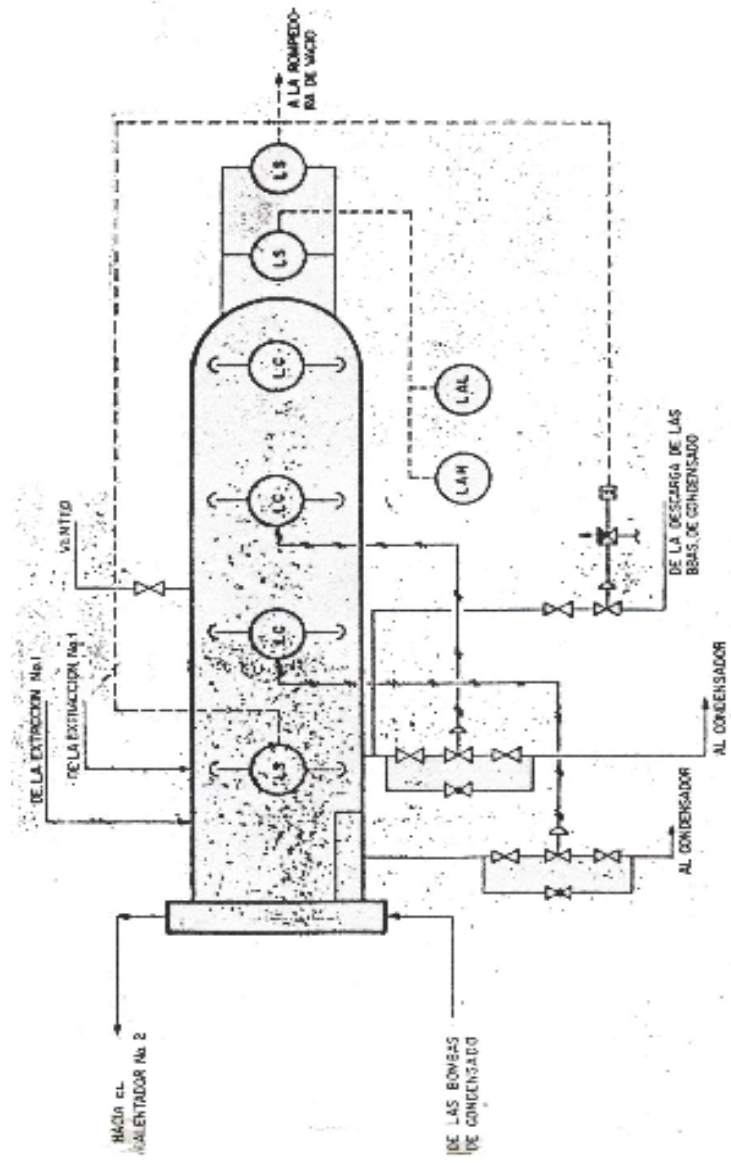
- ① AGUA DE CIRCULACION DEL CONDENSADOR
- ② MANOMETRO DIFERENCIAL (CON 500m. m. DE COLUMNA DE AGUA)
- ③ REJILLAS PRIMARIAS, EN POSICION DE LAVADO
- ④ REJILLAS SECUNDARIAS, EN POSICION DE LAVADO
- ⑤ ESTRANGULADOR, CERRADO
- ⑥ HACIA LA BBA. DE RETORNO
- ⑦ AGUA DE CIRCULACION HACIA LA TORRE DE ENFRIMIENTO

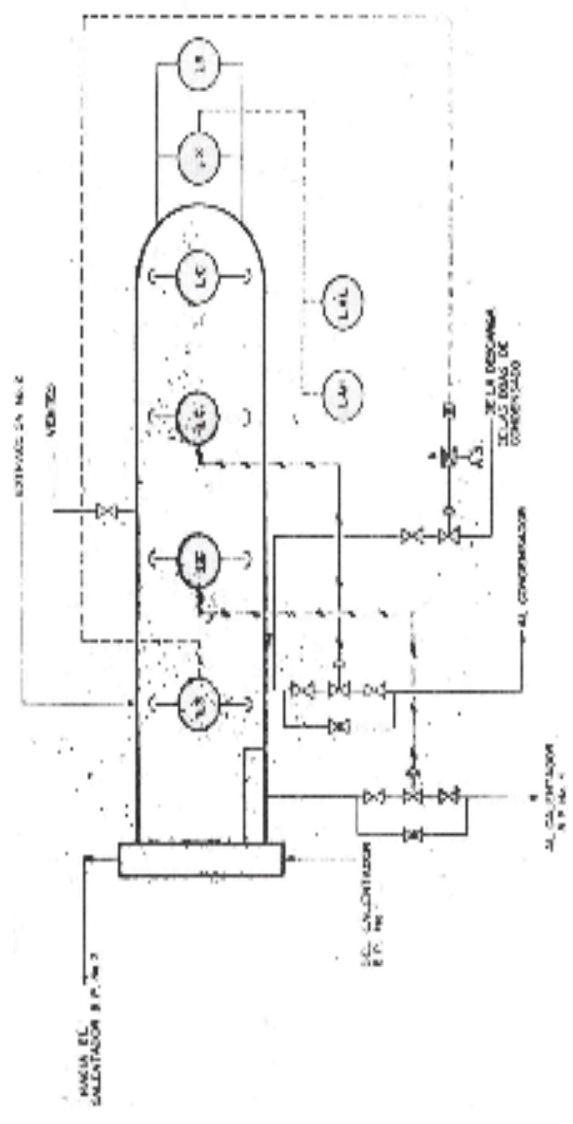


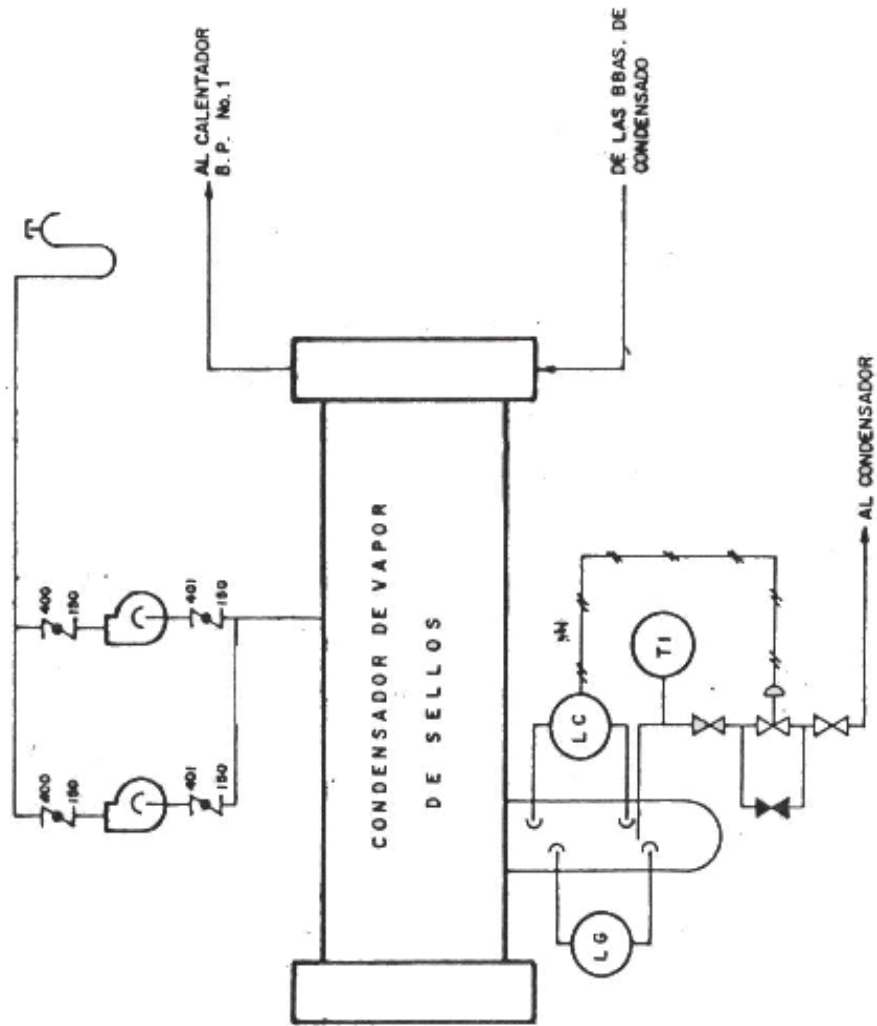
Captador de Rejillas en posición de lavado

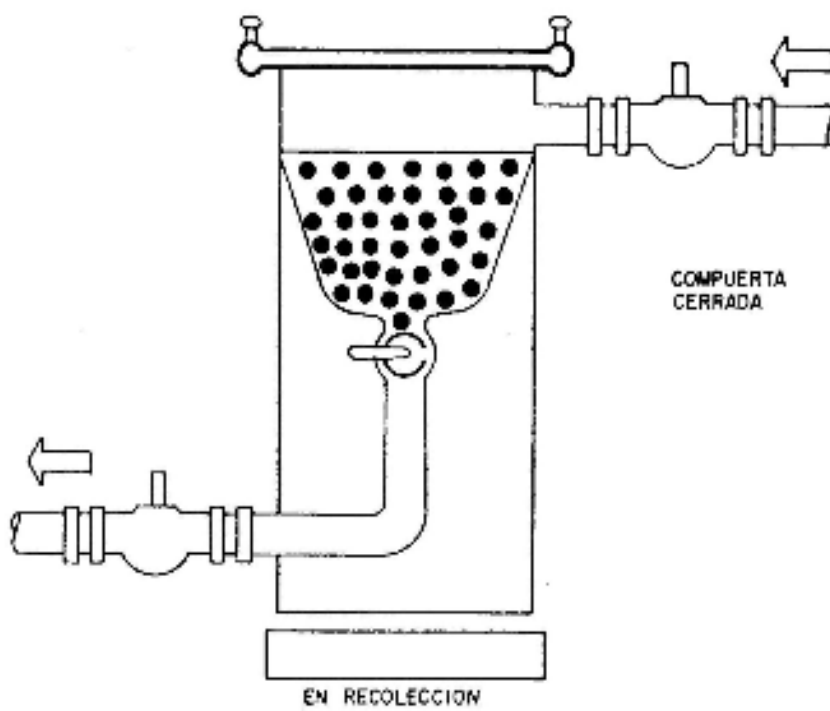
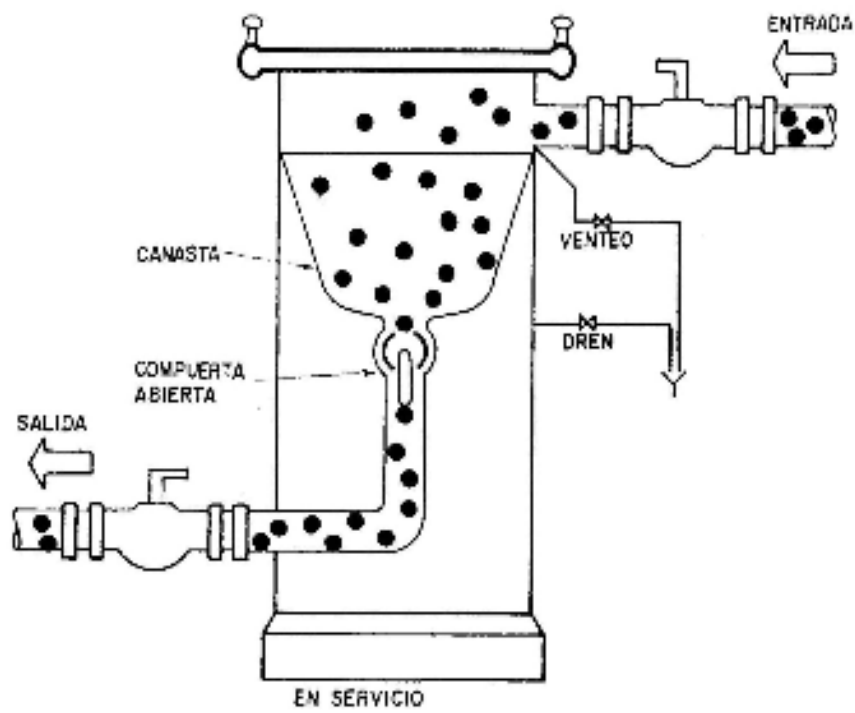
- ① AGUA DE CIRCULACION, DEL CONDENSADOR
- ② MANOMETRO DIFERENCIAL
- ③ VOLANTE DE REJILLAS PRIMARIAS
- ④ REJILLAS PRIMARIAS (TAMICES)
- ⑤ VOLANTE DE REJILLAS SECUNDARIAS
- ⑥ REJILLAS SECUNDARIAS
- ⑦ VALVULAS
- ⑧ REGULADOR
- ⑨ DIFUSOR
- ⑩ ESTRANGULADOR, ABIERTO
- ⑪ HACIA CANASTILLA
- ⑫ AGUA DE CIRCULACION, HACIA LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

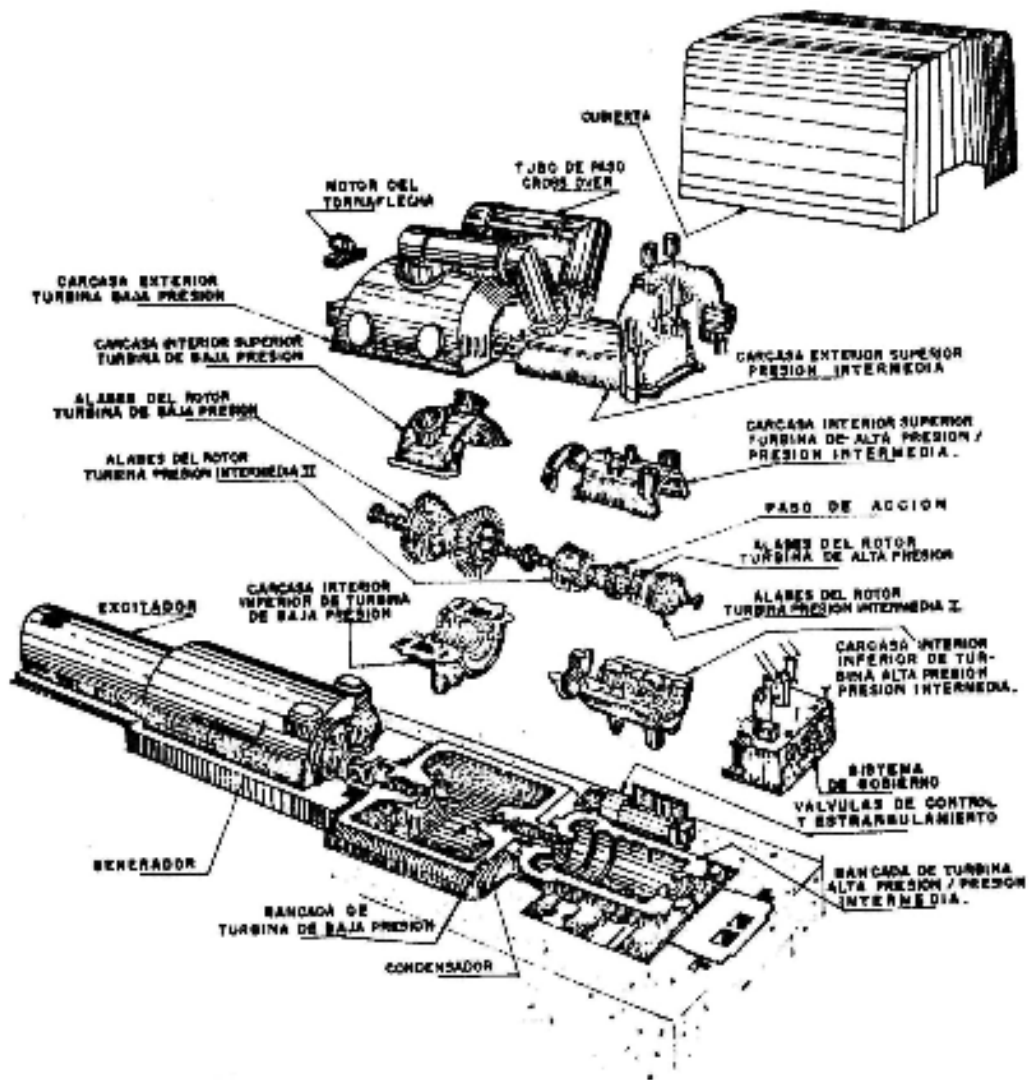














## **BIBLIOGRAFÍA**

Manual de introducción a centrales termoeléctricas CTVM.  
Autor desconocido, 1990-introducción a turbinas de vapor-C.T.  
Salamanca C.F.E. México.

Manual de Sistema Móvil de Adquisición de Datos en Generación  
Versión 1.

Sistema Integral de Calidad de la CTVM.

Prontuario de la CTVM.