

300617
27
24



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

EVALUACION DE SISTEMAS ALTERNATIVOS EN LA GENERACION DE VAPOR EN UNA INDUSTRIA REFRESQUERA

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
(AREA INDUSTRIAL)
P R E S E N T A
JORGE NAKID GARCIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

INTRODUCCION

I .- OBJETIVOS

II .- SITUACION ACTUAL

III.- SISTEMA PROPUESTO

IV.- ANALISIS ECONOMICO

V .- SISTEMA DE MANTENIMIENTO

CONCLUSIONES

INTRODUCCION

IMPORTANCIA DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

Nuestro País está atravesando por una aguda crisis que está repercutiendo en todos los sectores de la economía.

Esta crisis se debe a múltiples factores, entre otros se pueden citar el atraso tecnológico, la mala administración y el bajo aprovechamiento de los recursos. Este último es a mi modo de ver uno de los importantes, y que más afecta al sector industrial; Aquí es precisamente donde la labor del Ingeniero Industrial se debe de hacer patente en toda su magnitud, diseñando sistemas y procedimientos que optimicen todos los recursos de una empresa, justificando así su existencia en el medio.

El Ingeniero Industrial debe de tener la capacidad y la sensibilidad para captar los detalles que puedan mejorarse en cualquier parte de la empresa.

Sin embargo en nuestro País no se le ha dado el apoyo debido para la realización de sus actividades y en gran parte de las empresas los Ingenieros Industriales realizan actividades que no son propias a él.

Por lo tanto es labor de los propios Ingenieros Industriales de realizar actividades que pongan de manifiesto la real importancia de -
su existencia.

DEFINICION DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La Ingeniería Industrial está relacionada con el diseño, instalación y mejoramiento de sistemas que integran la mano de obra, maquinaria, materia prima, información y energía. Esto lo hace en base a un conocimiento especializado, conocimientos en física, matemáticas, ciencias sociales, y en procesos de análisis y diseño de ingeniería para evaluar y predecir los resultados de tales sistemas.

OBJETIVOS:

- 1.- Seleccionar una mejor alternativa en el proceso de generación de vapor, que permita una reducción de costos, y que no altere en gran magnitud la operación actual del sistema, justificando su inversión mediante la aplicación de métodos financieros válidos ya establecidos.

- 2.- Justificar la existencia y la importancia de un Ingeniero Industrial en cualquier empresa.

- 3.- Aplicar tres de los métodos para la evaluación de proyectos más importantes en un caso real .

PASOS A SEGUIR PARA EL ANALISIS DE UN PROYECTO

En todo proyecto de inversión se presentan varios cursos de acción, los cuales se deben tratar con una cierta metodología. Por lo tanto en este trabajo de tesis se trato de seguir la siguiente secuencia:

1. IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS

Cuando se enfrenta una decisión, lo primero que se tiene que hacer es determinar los posibles cursos de acción que se pueden seguir. La existencia de diferentes cursos de acción es un requisito indispensable en el proceso de toma de decisiones.

Este paso del proceso de toma de decisiones requiere que se generen todas las alternativas posibles.

2. ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Una vez que las alternativas han sido generadas y sus consecuencias evaluadas, el siguiente paso es utilizar algún procedimiento general que ayude a seleccionar la mejor de ellas. Para ello se deben mencionar algunas consideraciones.

- a) Es necesario hacer una diferenciación con respecto al tamaño de los proyectos a analizar, es decir no se puede utilizar el mismo método de análisis o asignar la misma cantidad de recursos cuando se está decidiendo comprar una máquina de escribir, que cuando se desea incursionar en nuevos mercados con nuevas líneas de productos.
- b) Se deben de tomar en cuenta diferentes métodos de análisis de los cuales se pueden distinguir los empíricos y los cuantitativos, estriba en que en los últimos se utilizan técnicas numéricas que nos ayudan a visualizar mejor las diferencias entre las alternativas, mientras que con los primeros solamente se hace una evaluación subjetiva de dichas diferencias.

3. CONTROL DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

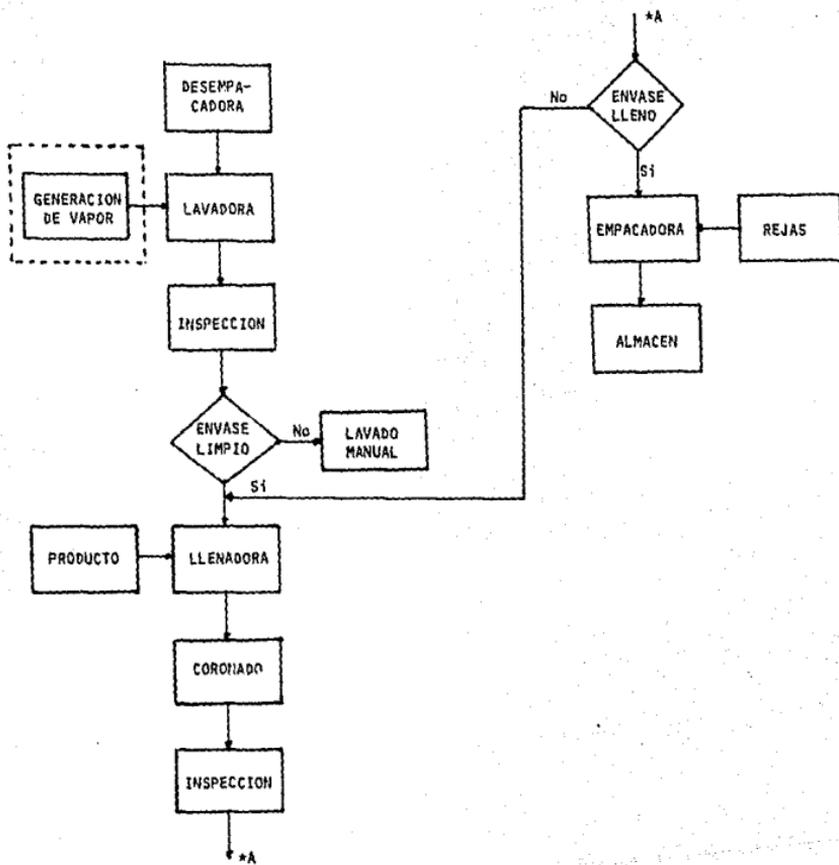
Procedimientos para seguir y controlar los presupuestos de inversión seleccionados, aseguran el logro de las metas fijadas por la organización y permiten mejorar el proceso de planeación al eliminar aquellas estrategias que conducen a la organización hacia un objeto no planeado y no deseado.

Mediante procedimientos de seguimiento y control del proyecto --

seleccionado es posible comparar la inversión actual, los ingresos netos obtenidos, y el rendimiento real obtenido con las estimaciones de inversión, ingresos netos y rendimiento esperado del proyecto.

II. SITUACION ACTUAL

8



En el diagrama anterior se puede observar a grandes rasgos el proceso de producción de refrescos.

El enfoque será dirigido a la generación de vapor.

Actualmente se tiene un sistema de 3 calderas que surten de vapor -- a las lavadoras de envase, dos de las cuales son modelo CB con unas capacidades de 80 y 200 c.c. Existe una caldera más que surte tam--- bién de vapor a las lavadoras, con la diferencia que es modelo CBH con una capacidad de 100 c.c. la cual no es propensa a que se le realice el cambio de combustible por lo que el problema se enfocará a - las 2 primeras.

El vapor es utilizado esencialmente en el proceso de lavado de envase, en el cual se necesita que llegue a una temperatura y una presión determinadas. Las calderas actualmente operan con diesel. La operación se muestra en la fig. 1.1

Se tienen 3 tanques de almacenamiento de acero al carbón con capacidades de 22,000 ; 10,000 y 9,700 lts., los cuales surten combustible a - las 3 calderas por un sistema de bombeo.

Las fallas y desventajas de este sistema son:

El sistema de tuberías de conducción de vapor no cuenta con un aislamiento adecuado, por lo que se tiene una gran fuga de energía y, por consiguiente, un gran consumo de combustible.

Para que se obtenga la temperatura deseada en las lavadoras de envase, - el vapor tiene que salir de las calderas a una temperatura mayor ya que se pierde mucho calor en el transcurso de éste. En épocas de temperatura ambiente baja es cuando se tienen las pérdidas mayores.

Además en la actualidad, el departamento de mantenimiento no cuenta con una plena organización de sus actividades, lo cual afectará en la operación de cualquier alternativa seleccionada. Por lo tanto se diseñará, un sistema de control de mantenimiento en el último capítulo de este trabajo, ya que se trata de un aspecto vital para el proyecto. Cabe mencionar que este sistema de mantenimiento, se diseñará no solo para las calderas, sino para cualquier parte de la empresa.

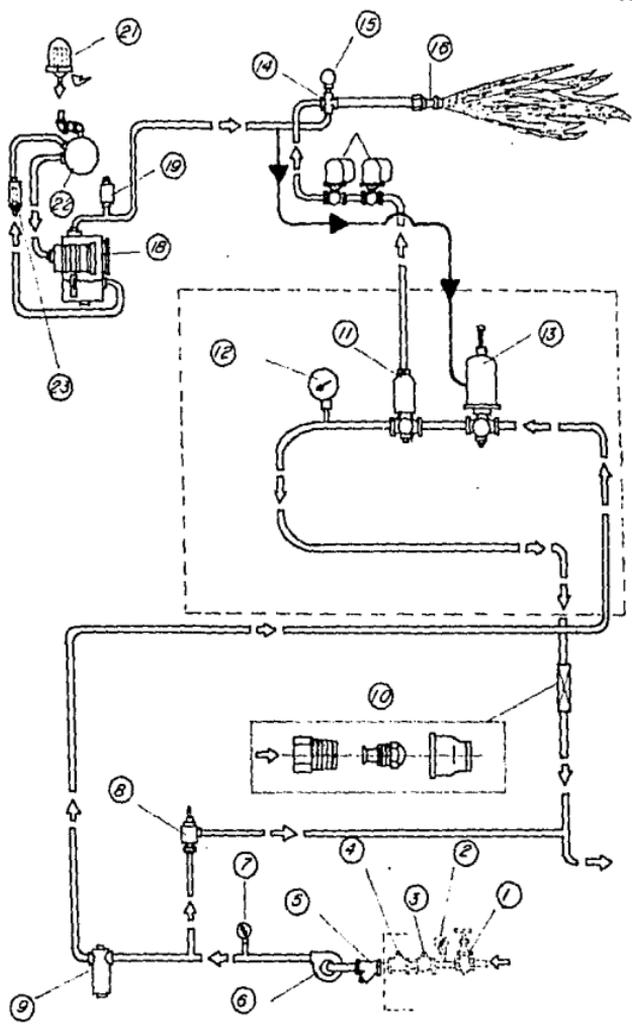


FIGURA 1.1

UNIVERSIDAD LA SALLE		
FUNCIONAMIENTO TÍPICO DE		
UNA CALDERA CON DIESEL		
FECHA: FEB/86	ELABORÓ: J. N.G.	OBJETO: TRABAJO DE TESIS

SISTEMA DIESEL

- 1.- Válvula para la entrada de combustible .
- 2.- Manómetro .
- 3.- Válvula Check .
- 4.- Conexión "T" .
- 5.- Filtro de combustible .
- 6.- Bomba para el suministro de combustible .
- 7.- Manómetro para medir la presión del combustible .
- 8.- Válvula de alivio del combustible .
- 9.- Filtro del combustible .
- 10.- Retorno del combustible (orificio de presión del retorno del combustible) .
- 11.- Válvula modulante del combustible .
- 12.- Manómetro .
- 13.- Regulador de presión del combustible .
- 11.- Block múltiple .
- 15.- Manómetro para medir la presión del aire .
- 16.- Quemador .
- 17.- Válvula solenoide del combustible .
- 18.- Tanque receptor .
- 19.- Switch proveedor de aire .
- 21.- Filtro de aire .
- 22.- Bomba de aire .
- 23.- Filtro de aceite .

III.- SISTEMA PROPUESTO:

Se propone como alternativa el siguiente sistema:

Las calderas operarán con combustóleo como lo indica la fig. 3.11.

Las modificaciones más importantes se hicieron en:

- a) Block de Válvulas
- b) Quemador
- c) Instalación del Sistema de Almacenamiento y Alimentación de Combustóleo.
 - Bomba de combustible y filtros
 - Válvulas de alivio para la regulación de presión de las líneas
 - Precalentador
 - Líneas de alimentación a calderas
 - Líneas de retorno
 - Líneas de alimentación a serpentines de vapor del sistema (tanques y tubería).
 - Interconexión del sistema de combustóleo con el tanque de diesel de tal manera que se pueda usar indistintamente diesel o combustóleo en las calderas.

Debido a que el combustóleo tiene una gran viscosidad, es necesario calentarlo previamente con el fin de darle fluidez para así bombear-

lo y quemarlo en la caldera.

Esto se logra instalando serpentines de vapor en los tanques de almacenamiento, así como un precalentador a base de resistencias eléctricas y serpentín de vapor en la línea de alimentación a la caldera.

Los tanques de almacenamiento de diesel y combustóleo, deberán estar intercomunicados por un cabezal común y, así poder usar los dos combustibles.

Se adquirirá otro tanque de almacenamiento de una capacidad de - - - 30,000 Lt. y así destinar éste junto con el tanque de 22,000 Lt. para el almacenamiento de combustóleo, y los tanques de 10,000 y 9,700-Lt. para almacenar diesel.

Por lo tanto el sistema funcionará de la siguiente manera:

Una hora antes de empezar a trabajar el primer turno se encienden -- las calderas alimentándoles diesel, hasta que el vapor empiece su - ciclo y haga que en el tanque de almacenamiento de combustóleo se obtenga una temperatura entre 50 - 55^oC. A esta temperatura el combustóleo ya puede llegar al precalentador (eléctrico-vapor), para que - éste la levante a 95 - 105^oC. En este momento se efectúa el cambio -

de diesel a combustóleo y las calderas continúan trabajando con combustóleo. Esto sucede en un tiempo aproximado de 30 minutos, es esta la razón de interconectar el sistema para trabajar las calderas con los 2 tipos de combustibles.

Al final de la operación de las calderas se requiere que se vuelva a alimentar diesel con el objeto de "barrer" las tuberías de combustóleo, ya que al enfriarse se endurece y se corre el peligro de que -- tape las tuberías.

El vapor almacenado en las líneas al final de la operación permite -- que se pueda mantener caliente el combustóleo en los tanques de almacenamiento, durante el transcurso de la noche.

En caso de no tener diesel en los tanques, el proceso se puede iniciar con combustóleo (es esta la razón de que el precalentador sea -- eléctrico), pero no es lo más conveniente ya que la mayoría de las -- veces el vapor almacenado en la tubería al final de la operación de las calderas no es suficiente para que los tanques de almacenamiento puedan mantener el combustóleo a cierta temperatura por lo cual al -- principio de la operación el combustóleo llegará al precalentador a una temperatura menor a los 50-55⁰C. que se necesitan, y el mismo -- combustóleo no llegará al quemador a la temperatura idónea, lo que --

nos reduce la eficiencia de operación y que a la larga se puede perjudicar cada una de las partes de la caldera.

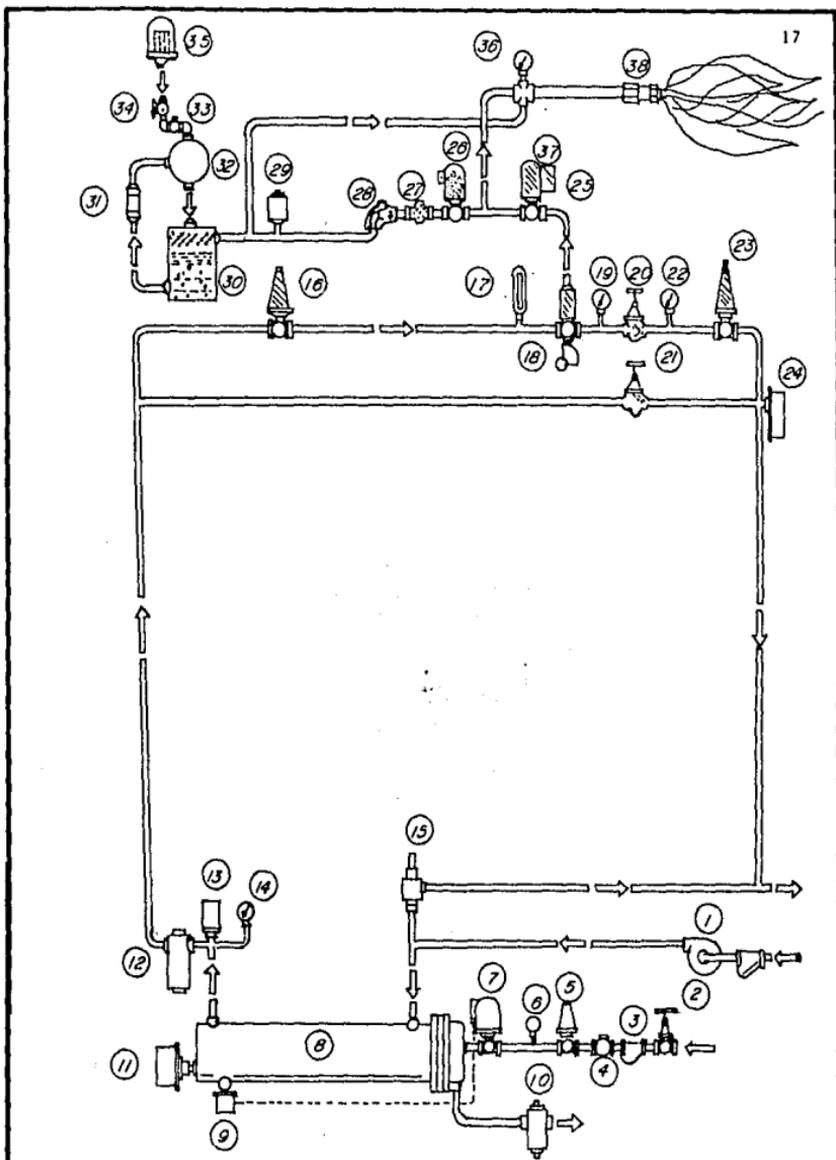
El combustible que se no se llega a quemar se regresa por las líneas de retorno hacia los tanques de combustóleo, pero no a los de diesel.

- Ventajas

1. Gran reducción de los costos de operación
2. Se mantiene la eficiencia de operación

- Desventajas

1. En un combustible muy sucio
2. Los costos de mantenimiento se incrementan
3. Se debe tener más cuidado en el trabajo de las calderas, ya que es más problemático.



UNIVERSIDAD LA SALLE			FUNCIONAMIENTO TÍPICO DE UNA
FECHA. FEB./86	ELABORO. J. N. G	OBJETO TRABAJO DE TESIS	CALDERA CON COMBUSTIBLE.

SISTEMA COMBUSTOLEO

- 1.- Bomba de suministro de combustible .
- 2.- Válvula de suministro de vapor .
- 3.- Filtro de vapor .
- 4.- Válvula check del vapor .
- 5.- Regulador de presión del vapor .
- 6.- Manómetro para medir la presión del vapor .
- 7.- Válvula solenoide para control de temperatura .
- 8.- Calentador eléctrico y de vapor .
- 9.- Termostato para el suministro de vapor y combustible .
- 10.- Trampa de vapor.
- 11.- Calentador, suministro de combustible (eléctrico).
- 12.- Filtro de combustible .
- 13.- Termostato para el suministro de combustible .
- 14.- Manómetro para combustible .
- 15.- Válvula de alivio de combustible .
- 16.- Regulador de presión del combustible .
- 17.- Termómetro para combustible .
- 18.- Válvula modulante de combustible .
- 19.- Manómetro para combustible .
- 20.- Válvula de orificio para combustible .
- 21.- Válvula manual, By Pass .
- 22.- Manómetro para el retorno de combustible .
- 23.- Válvula para el retorno de combustible .
- 24.- Interlock para la temperatura de combustible .
- 25.- Válvula solenoide de combustible .

SISTEMA COMBUSTOLEO

- 26.- Válvula solenoide para purga .
- 27.- Válvula check para purga de aire .
- 28.- Boquilla para la purga de aire .
- 29.- Switch interlock aire-combustible .
- 30.- Tanque receptor .
- 31.- Filtro de aceite (bomba de aire)
- 32.- Compresor de aire .
- 33.- Válvula check de la entrada de aire .
- 34.- Válvula de control de la entrada de aire .
- 35.- Limpiador de aire .
- 36.- Manómetro para medir la presión de aire .
- 37.- Múltiple del quemador .
- 38.- Quemador .

Con objeto de detallar esta alternativa, se presenta el siguiente análisis:

CARACTERISTICAS	D I E S E L	COMBUSTOLEO
Densidad	0.86-0.92 (a mayor hidrocarburos mayor densidad)	1.04
Viscosidad Cinemática. (38°C)	Mínima 2 Centistokes Máxima 3.6 Centistokes	Mínima 75 Centistokes Máxima 162 Centistokes
Carbono	87.3 %	87.26 %
Hidrógeno	12.6 %	10.49 %
Oxígeno	0.04 %	0.64 %
Nitrógeno	0.006 %	0.28 %
Azufre	0.22 %	0.84 %
Agua y sedimentos	0.10 %	1.0 %

Combustoleo: (petróleo Residual)

El petróleo residual tiene una gran variedad de nombres, ya que como su nombre lo indica es el residuo líquido resultante de la refinación del petróleo crudo, o sea, lo que queda después de haber extraído las gasolinas, petróleo diáfano y aceite lubricante.

ANALISIS DE PROVEEDORES

Los proveedores con que se cuenta son los siguientes:

<u>PROVEEDOR</u>	<u>CAPACIDAD PIPAS</u>	<u>TPO. DE ENTREGA</u>	<u>FLETE X LT.</u>	<u>COSTO X LT.</u>	<u>COSTO TOTAL X LT.</u>
<u>Diesel:</u>					
Cacaloapan, Pue.	12,000 Lt. 15,000 Lt.	2 días	\$1.20	\$ 66.54	\$ 67.74
<u>Combustóleo:</u>					
Puebla Pue.	10,000 Lt. 13,000 Lt.	3 días	\$2.80	\$ 20.57	\$ 23.17

El tiempo de entrega se ha comprobado por experiencia que es efectivo, por lo tanto no se requiere una programación mayor, además de la gran capacidad de almacenamiento con que se cuenta.

AISLAMIENTO DE TUBERIA

Se usará un producto de composición especial a base de perlita expandida, fibras minerales y silicato de sodio; componentes que le dan una eficiencia excelente a sus propiedades físicas y químicas que le permiten trabajar con temperaturas de operación hasta de 650°C . --- ($1,200^{\circ}\text{F}$.).

Tiene extraordinaria resistencia a la humedad por lo que lo hace ventajoso en instalaciones sujetas a variaciones de esta clase en el medio ambiente.

Su presentación es en preformados de medias cañas de 91 cms. (3 FT) de longitud, en diversos diámetros y espesores con recubrimientos de manta con apresto.

Los preformados de este material para tubería estándar se fabrican para diámetros desde 12.7 mm (1/2 Plg) hasta 305 mm (12 Plg) y los espesores varían de acuerdo al rango de temperatura a aislar desde 12.7 mm (1/2 Plg) hasta 102 mm (4 Plg).

- Ventajas

- Máxima eficiencia térmica
- Resistencia a altas temperaturas
- No favorece la corrosión
- Incombustible
- Inorgánico
- Dimensionalmente estable
- Resistencia a la humedad
- Fácil aplicación y manejo
- Económico y durable

- Características Físicas:

- Temperatura límite - hasta 650^oC (1,200^oF)
- Densidad - 188 Kg/M³ (18 Lbs/FT³)
- Conductividad térmica
a 150^oC - 0.0681 Kcal/M Hr ^oC.
- Encogimiento mínimo - 2 %
- Corrosión al Acero - Ni la provoca ni la acelera
- Resistencia al fuego - Incombustible
- Absorción a la humedad - Nula
- Módulo de ruptura - 55 psi promedio
- Embalaje - Cajas de cartón reforzadas
- Norma ASTM - C-610

NOTA: Para elegir el espesor económico recomendable para tuberías - se deberá considerar la temperatura de operación y el límite mínimo y máximo de temperaturas que puede soportar el aislamiento así como la máxima temperatura permisible en la superficie del aislamiento - (ver tabla de espesores económicos).

- Características del Proceso

Temperatura del vapor - 100 - 150°C.

Tubería de 6 plg de diámetro	97.7 Mts.
Tubería de 4 plg de diámetro	30.0 Mts.
Tubería de 3 plg de diámetro	53.0 Mts.
Tubería de 2 plg de diámetro	9.13 Mts.
Tubería de 1.5 plg de diámetro	108.40 Mts.
Tubería de 1 plg. de diámetro	20.16 Mts.

Es esta cantidad de tubería que existe de las calderas a las lavadoras de envase.

Toda la tubería se aislará con preformados de perlita expandida y silicato en 1 plg. de espesor, con coeficiente de conductividad de 0.068 Kcal/ H/ M²/°C, ASTM C-610 con una protección con aluminio -

corrugado calibre # 32 sujeto con fleje de 1/2 plg. de ancho de -
acero galvanizado y grapas (3 X tramo de 9 cms.).

TABLA DE ESPESORES ECONOMICOS PARA AISLAMIENTOS
 CON MAX-TEMP. PARA TUBERIAS CALIENTES T.A. = 30°C (86°F)

M.M.	DIAM.NOMINAL		TEMPERATURA DE OPERACION °C					
	PULGADAS	HASTA 100°C	101 a 150	151-200	201-250	151-300	301-350	351-400
12.70	1/2	3/4	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
19.05	3/4	3/4	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
25.40	1	3/4	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
31.75	1 1/4	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
38.10	1 1/2	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
50.08	2	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
63.50	2 1/2	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
76.20	3	1	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2
38.90	3 1/2	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2
101.60	4	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2
127.00	5	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2
152.40	6	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2 1/2
203.20	8	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2 1/2
254.00	10	1	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2 1/2
304.80	12	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2 1/2	2 1/2

NOTA: Los espesores están dados en pulgadas

IV. ANALISIS ECONOMICO

CONCEPTOS

Valor del Dinero a Través del Tiempo.

Puesto que el dinero puede ganar un cierto interés cuando se invierte por un tiempo, usualmente un año, es importante reconocer que un peso que se reciba en el futuro valdrá menos que un peso que se tenga actualmente. Es precisamente esta relación entre el interés y tiempo lo que conduce al concepto del dinero a través del tiempo.

TREMA

Tasa de Rendimiento Mínima Atractiva

Es una tasa de interés establecida por la empresa, como límite inferior para aceptar un proyecto de inversión:

Este límite inferior se calcula en base a factores como:

- El riesgo que representa un determinado proyecto.
- La disponibilidad de dinero de la empresa.

- La tasa de inflación prevaeciente en la economía nacional.

Un parámetro que nos sirve para poder determinar esta tasa de interés, es la tasa de rendimiento que en el banco nos podría dar el dinero invertido en el proyecto.

METODOS DE ANALISIS DE UN PROYECTO

El concepto del valor del dinero a través del tiempo revela que los flujos de efectivo pueden ser trasladados a cantidades equivalentes a cualquier punto del tiempo. Existen tres procedimientos que comparan estas cantidades equivalentes:

- Método del valor anual equivalente
- Método del valor presente
- Método de la tasa interna de rendimiento

Los tres métodos anteriores son equivalentes, es decir, si un proyecto de inversión es analizado correctamente con cada uno de estos métodos, la decisión recomendada será la misma. La elección de --cuál método usar dependerá del problema que se vaya a analizar, de las preferencias del analista y, de cuál arroja los resultados en una forma que sea fácilmente comprendida por las personas involucradas en el proceso de toma de decisiones.

En nuestro estudio aplicaremos tres métodos:

1. Método del valor anual equivalente
2. Método del valor presente.
3. Método de la TIR.

1. Método del Valor Anual Equivalente

Con el método del valor anual equivalente todos los ingresos y -- gastos que ocurren durante un período son convertidos a una anualidad equivalente (uniforme). Cuando dicha anualidad es positiva, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado, la fórmula general a utilizar es la siguiente:

$$A = -P (A/P, i\%, n) + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} (A/P, i\%, n) + F(A/F, i\%, n)$$

Donde:

A = Anualidad equivalente

P = Inversión inicial

S_t = Flujo de efectivo neto del año t

F = Valor de rescate

n = Número de años de vida del proyecto

i = Tasa de recuperación mínima atractiva (trema).

2. Método del Valor Presente

El método del valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y compararla con el desembolso inicial; Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

Para comprender mejor la definición anterior a continuación se muestra la fórmula utilizada para evaluar el valor presente de los flujos generados por un proyecto de inversión:

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t}$$

VPN = Valor presente neto

S_0 = Inversión inicial

S_t = Flujo de efectivo neto del período t

n = Número de períodos de vida del proyecto

i = Tasa de recuperación mínima atractiva

La fórmula anterior tiene una serie de características que la hacen apropiada para utilizarse como base de comparación capaz de resumir las diferencias más importantes que se derivan de las diferentes alternativas de inversión disponibles.

3. Método de la Tasa Interna de Rendimiento

En todos los criterios de decisión, se utiliza alguna clave de -- índice, medida de equivalencia o base de comparación capaz de resu--
mir las diferencias de importancia que existen entre las alterna--
tivas de inversión.

La tasa interna de rendimiento como se le llama frecuentemente es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definida --
como:

" La tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, ó el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. Es decir tasa de rendimiento de una propuesta de inver--
sión, es aquella tasa de interés que satisface cualquiera de --
las siguientes ecuaciones":

$$\sum_{T=0}^n \frac{St}{(1+i^*)^t} = 0$$

$$\sum_{T=0}^n St (P/F, i^*, t) (A/P, i^*, n) = 0$$

$$\sum_{T=0}^n St (1 + i^*)^{n-t} = 0$$

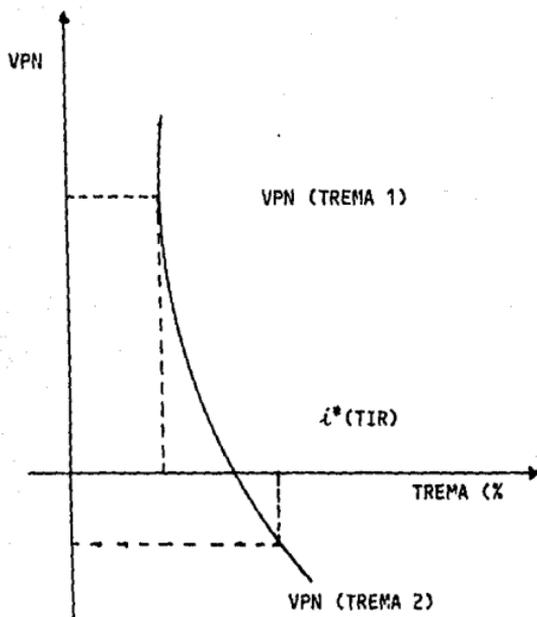
Donde:

S_t = Flujo de efectivo del período t

n = Vida de la propuesta de inversión

Con el método de la tasa interna de rendimiento es necesario calcular la tasa que satisface cualquiera de las ecuaciones anteriores y compararla con la TREMA. Cuando i^* sea mayor que TREMA conviene que el proyecto sea emprendido.

El método de la TIR y los métodos explicados, son equivalentes, es decir que para un mismo proyecto, con cada uno de estos métodos, se llegaría a la misma decisión. Lo anterior se puede entender mejor con la siguiente figura:



Valor presente neto y su relación con el método de la TIR.

ANALISIS (Cambio de combustible)

- Inversión Inicial

Precio de Mano de Obra, gastos de trans- portación y viáticos, equipo entregado - en Tehuacán, Pue.	200 cc. \$ 4'767,832.00 80 cc. 1'475,750.00
Material de Ferreteria	500,000.00
Acondicionamiento de Tanques (M.O)	2'621,400.00
Viáticos y Transportación	562,500.00
Transmisión motor y acoplamiento de la bomba de combustible	1'500,000.00
Tamaño adicional de 30,000 lts.	1'230,000.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 12'657,482.00
IVA	1.898,622.30
	<hr/>
NETO	\$ 14'556,104.30

El análisis se hará considerando los consumos de diesel que se hacen en el inicio y en el cierre de operación. Por lo tanto denominaremos :

Alternativa 1 - Solamente Diesel (situación actual)

Alternativa 2 - Consumo Mayoritario de combustóleo (situación -- propuesta)

Se considerarán los porcentajes de consumo de diesel y combustóleo que normalmente se consumen en otra de las empresas del grupo que actualmente ya cuenta con calderas que funcionan con combustóleo y diesel.

Así pues se observó que los porcentajes son los siguientes:

23% de Diesel

77% de Combustóleo

Los consumos de diesel en el año de 1985 para la alternativa 1 -- fueron:

Enero	71,220 Lts.
Febrero	59,420 Lts.
Marzo	76,164 Lts.
Abril	75,990 Lts.
Mayo	81,108 Lts.
Junio	71,276 Lts.
Julio	79,108 Lts.
Agosto	78,720 Lts.
Septiembre	68,764 Lts.
Octubre	73,064 Lts.
Noviembre	77,720 Lts.
Diciembre	66,920 Lts.
	<hr/>
TOTAL	880,474 Lts.

Costo De Diesel \$ 67.79/Litro

Costo de Combustóleo 23.17/Litro

- ALTERNATIVA 1 (Situación Actual)

Consumo anual = 880,474 Lts.

Costos de Mantenimiento = \$ 1'000,000.00 Anual

- Costo anual de trabajar con diesel \$ 59'687,332.00

- Mantenimiento 1'000,000.00

TOTAL \$ 60'687,332.00

- ALTERNATIVA 2 (Situación Propuesta)

Consumo anual de diesel = 880,474 (0.23) = 202,509.02 Lt.

Consumo anual de Combustóleo = 880,474 (0.77) 677,964.93 Lt.

Costos de Mantenimiento = \$ 2'000,000.00 anuales

- Costo anual del diesel \$ 13'728,086.00

- Costo anual del combustóleo 15'708,448.00

- Mantenimiento 2'000,000.00

TOTAL: \$ 31,436.534.00

Alternativa 1	\$	60'687,332.00
Alternativa 2		<u>31'436,534.00</u>
DIFERENCIA		29'250,798.00
Ahorros Mensuales	\$	2'437,566.50

- Recuperación de la Inversión:

$$\frac{14'556,104.30}{2'437,566.50} = 6 \text{ Meses}$$

METODO DEL VALOR PRESENTE NETODatos:

Inversión Inicial	\$	14'556,104.30
Ahorros Anuales		29'250,798.00
TREMA		70 %
Vida Útil		5 años

NOTA: La TREMA es fijada por la empresa para la evaluación de proyectos de inversión.

Su valor de rescate después de 5 años de uso intensivo se considerará despreciable.

$$VPN = - 14'556,104.30 + \frac{29'250,798.00}{(1 + 0.70)^1} + \frac{29'250,798.00}{(1 + 0.70)^2}$$

$$+ \frac{29'250,798.00}{(1 + 0.70)^3} + \frac{29'250,798.00}{(1 + 0.70)^4} + \frac{29,250,798.00}{(1 + 0.70)^5}$$

$$VPN = - 14'556,104.30 + 38'843,821.69$$

$$\underline{\underline{VPN = 24'287,717.39}}$$

Puesto que el valor presente neto es positivo y con una cantidad tan grande, entonces vale la pena emprender este proyecto de inversión.

METODO DE LA TIR

Datos:

Inversión Inicial	\$ 14'556,104.30
Ahorros Anuales	27'250,798.00
TREMA	70 %
Vida Util	5 años

$$29'250,798.00 (P/A, i^*, 5) - 14,556,104.30 = 0 \quad - - - - (1)$$

$$(P/A, i^*, 5) = \frac{(1+i^*)^5 - 1}{i(1+i^*)^5}$$

Entonces se tendrá que iterar variando los valores de i hasta que se satisfaga la ecuación 1.

$$1 - i = 200\%$$

$$29'250,798.00 \frac{(1+2)^5 - 1}{2(1+2)^5} - 14'556,104.20 = 9,107.87$$

$$2 - i = 201\%$$

$$29'250,798.00 \frac{(1+2.01)^5 - 1}{2.01 (1+2.01)^5} - 14'556,104.20 = -62.367.65$$

Por lo tanto el valor se encuentra entre 200% y 201%.

$$3 - i = 200.1$$

$$29'250,798.00 \frac{(1+2.001)^5 - 1}{2.001 (1+2.001)^5} - 14'556,104.30 = 1,929.06$$

$$4 - i = 200.12$$

$$29'250,798.00 \frac{(1+2.0012)^5 - 1}{2.0012(1+2.0012)^5} - 14'556,104.30 = 494.143$$

$$5 - i = 200.1269$$

$$29'250,798.00 \frac{(1+2.001269)^5 - 1}{2.001269(1+2.001269)^5} - 14'556,104.30 = 0$$

Por lo tanto:

$$i^* = 200.1269 \% \gggg 70\%$$

Entonces a la empresa le convendrá emprender dicho proyecto de inversión.

METODO DEL VALOR ANUAL EQUIVALENTE

Datos:

Inversión Inicial	\$ 14'556,104.30
Ahorros Anuales	29'250,798.00
TREMA	70 %
Vida Util	5 años

$$A = 29'250,798.00 - 14'556,104.30 (A/P, 70\%, 5)$$

Donde:

$$(A/P, 70\%, 5) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Entonces:

$$A = 29'250,798.00 - 14'556,104.30 \frac{0.70(1+0.7)^5}{(1+0.7)^5 - 1}$$

$$A = 18'289,526.73$$

Puesto que la anualidad equivalente es positiva y por una cantidad --
tan grande vale la pena emprender este proyecto de inversión.

Como se pudo observar los tres métodos coincidieron en que el pro
yecto se debe llevar a cabo.

Cabe hacer notar también que las holguras que se tienen en el --
análisis del proyecto (obtenidas por los 3 métodos) son muy gran
des, lo cual nos asegura la decisión.

ANALISIS ECONOMICO (Aislamiento de Tuberías de Vapor)Inversión Inicial

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
Tubería 6 Plg.	97.7 Mt.	\$ 5,244.00	\$ 512,338.80
Tubería 4 Plg.	30.0 Mt.	4,210.00	126,300.00
Tubería 3 Plg.	53.0 Mt.	3,800.00	201,400.00
Tubería 2 Plg.	9.13 Mt.	2,887.00	26,358.31
Tubería 1.5 Plg	108.40 Mt.	2,591.00	280,864.20
Tubería 1 Plg.	20.16 Mt.	2,369.00	47,759.04
	TOTAL		\$ 1'195,020.55
	15% I.V.A.		179,257.08
	TOTAL NETO:		\$ 1'374,273.63

Consumo Anual de Combustible = 880,474 Lts.

Ahorro Anual de Combustible con Aislamiento = 25%

880,474 (0.25) = 220,118.5 Lts.

Ahorro Anual con Aislamiento = $(220,228.5)(67.79) = 14'921,833.12$

Ahorro Mensual con Aislamiento := \$ 1'243,486.00

Inversión = Recuperacion de la Inversión

Ahorro Mensual

$\frac{1'374,273.63}{1'243,486.00} = 1.1 \text{ Mes}$

V. - SISTEMA DE MANTENIMIENTO:

Una vez elegida la alternativa, se considera de vital importancia diseñar un sistema de trabajo de mantenimiento, el cual permitirá que la alternativa seleccionada rinda mejores resultados.

Este sistema se diseña con la intención de que cumpla no solo requerimientos del proyecto, sino para cualquier parte de la empresa.

DEFINICION:

Mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas racionalmente para conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos e instalaciones de una empresa.

Importancia del mantenimiento: El creciente y marcado desarrollo de nuevas, mejores y más complicadas técnicas de manufactura, el aumento constante en los costos de adquisición de los equipos productivos y auxiliares, y el aumento acelerado en la demanda de productos manufacturados, han originado las siguientes condiciones:

- a) Los procesos de manufactura se desarrollan con equipos más grandes y complejos.
- b) El mantenimiento de la maquinaria industrial moderna requiere de nuevas habilidades y técnicas que permitan lograr el buen funcionamiento de la misma.
- c) Las interrupciones y tiempo perdido en la operación de los equipos - repercute fuertemente en su productividad.

- d) Los equipos de producción están sujetos a un mayor esfuerzo, ya que la tendencia es a operarlos como sea posible.

- e) El tiempo disponible para el servicio y mantenimiento en los equipos se ha reducido notablemente.

Los puntos anteriores son algunos de los muchos motivos que dan una idea de la verdadera atención que merece el mantenimiento, por lo que no se debe permanecer indiferente a este respecto.

Debido a lo anterior es imperativo desarrollar en todo el personal una conciencia clara de la importancia del mantenimiento, y capacitarlo en las técnicas y habilidades que permiten el aprovechamiento óptimo de los recursos, tanto de capital como humanos, a fin de lograr los resultados esperados por toda empresa.

LA FUNCION DEL MANTENIMIENTO

Con base en las necesidades actuales de la industria , podemos establecer que los objetivos fundamentales de la función del mantenimiento son las siguientes:

- a) Aumentar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
- b) Proteger el valor de las instalaciones, disminuyendo los deterioros prematuros.
- c) Realizar estudios sobre modificaciones que permitan mayores y mejores producciones, con menos necesidades.
- d) Conseguir las metas anteriores en la forma más económica posible y al más corto plazo.

Para alcanzar los objetivos mencionados es indispensable describir - claramente y con todo detalle, los principales deberes y responsabilidades de mantenimiento, los que se resumen a continuación:

- a) Seleccionar y adiestrar al personal calificado para que lleve a -

cabo las actividades propias de la función.

- b) Conseguir y mantener en forma clasificada y ordenada la información técnica: dibujos, catálogos, instructivos, croquis, listas de partes, catálogos de refacciones en almacén, etc.
- c) Contar con las refacciones, herramientas, accesorios y equipo especial, necesarios para ejecutar adecuadamente los trabajos de mantenimiento.
- d) Ejecutar oportunamente y con calidad requerida todos los trabajos.
- e) Incorporar al almacén las refacciones que deben mantenerse proporcionando toda la información necesaria; así mismo controlar las refacciones no incorporadas al almacén.
- f) Cerciorarse de que los inventarios de refacciones se conserven en los niveles adecuados.
- g) Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.
- h) Establecer un sistema para contar con los suministros necesarios para ejecutar los trabajos, en las cantidades adecuadas y en el momento oportuno.

- i) Seleccionar y aplicar correctamente los lubricantes necesarios -- para la maquinaria y equipo.

- j) Establecer programas que permitan una utilización adecuada de --- aceites, grasas lubricantes y aceites hidráulicos.

- k) Proporcionar servicio de limpieza en toda la maquinaria y equipo, sobre todo en filtros colectores de polvo, tanques de sistemas -- hidráulicos, motores eléctricos, etc.

- l) Recuperar las piezas usadas que sea posible, desde los puntos de -- vista mantenimiento y económico. ..

- m) Conservar en buen estado los dispositivos de seguridad y cuidar -- que se observen las normas de seguridad fijadas por la política -- de la compañía.

- n) Establecer controles que sirvan de retroalimentación para promover acciones correctivas cuando así se requiera.

- o) Mantener un historial del equipo.

- p) Promover modificaciones que mejoren tanto el mantenimiento como - la operación de los equipos productivos.

q) Mantener actualizado al personal en las técnicas de mantenimiento.

En conclusión la función mantenimiento cada día está adquiriendo mayor relevancia, ya que la automatización y complejidad de los equipos de producción, así como el aumento constante en la demanda, obligan a tener un mayor número de personal altamente calificado y una organización de mantenimiento dotada de técnicas administrativas modernas, -- pues de lo contrario las demoras del equipo serán muy elevadas, se -- tendrá un alto número de reparaciones de emergencia y prevalecerán -- malas condiciones de operación de los equipos, lo que repercutirá en -- altos costos de manufactura.

ORGANIZACION

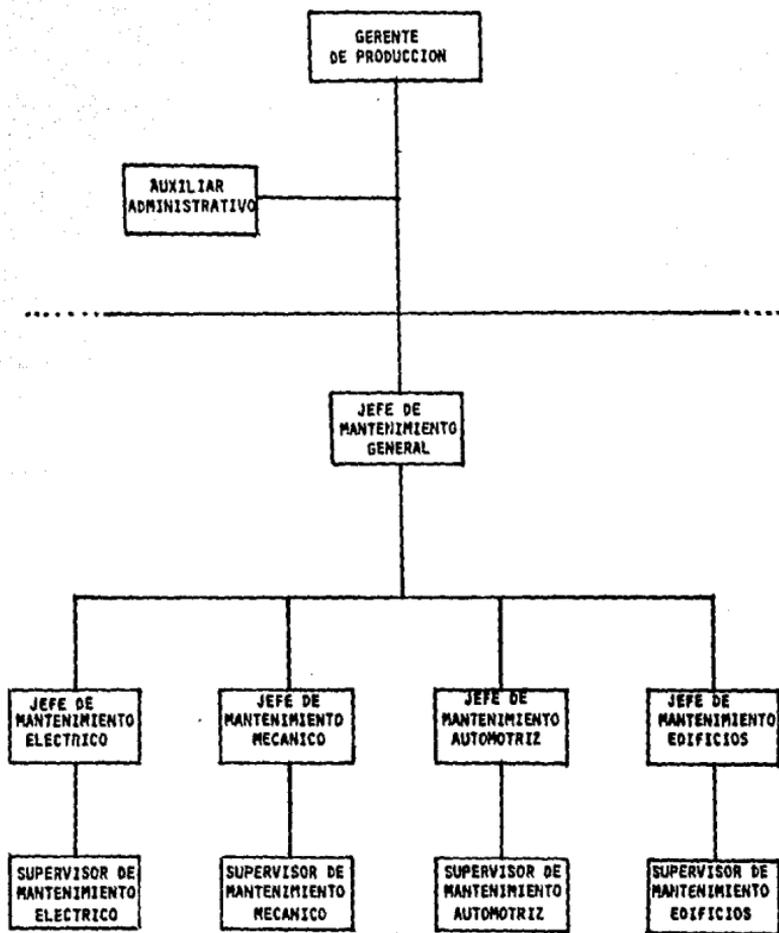
La organización de un área indica la estructura de ésta y las relaciones interdepartamentales que existen. A continuación se indica el organigrama de la Gerencia de Producción, en donde se pueden apreciar las diferentes áreas que la forman y sus relaciones de dependencias.

Dentro de la organización del departamento de mantenimiento, se deben tener claramente definidas las funciones de cada uno de los puestos existentes así como la delimitación de sus responsabilidades.

La forma de una organización es tan importante para su buen funcionamiento como las capacidades del personal que la componen. Existen dos parámetros importantes en una organización, el grado de fragmentación y el número de niveles.

El grado de fragmentación nos indica el número de personas o áreas que dependen de otra persona o área, y el número de niveles nos indica las diferentes jerarquizaciones existentes. Es recomendable que una persona no tenga más de tres subordinados directos; así mismo en un departamento de mantenimiento no es recomendable tener más de cinco niveles.

En el primer caso se pierde el control de los trabajos y no se puede atender a los subordinados como es necesario y el trabajo se empieza a quedar pendiente. En el segundo caso, el tener demasiados niveles una organización pierde la responsabilidad y se tienen obligaciones repetitivas.



ORDENES DE TRABAJO

La planeación y programación de los trabajos de mantenimiento obligan al uso de un sistema de órdenes de trabajo escritas, eliminando muchos problemas que se tienen cuando la orden de trabajo existentes verbal.

Al estar obligados a usar instrucciones por escrito para la ejecución de los trabajos no estimulamos al uso de dibujos, bosquejos y planos para guiar al trabajador en el desempeño de su trabajo.

Debemos de estar concientes que para usar un sistema de órdenes de trabajo por escrito, debemos convencer a la gente de producción de la bondad del sistema, ya que estará renuente al cambio por resultar más fácil la orden verbal. A continuación se mencionan algunas de las ventajas que tiene el usar un sistema de órdenes de trabajo por escrito.

1. Una orden de trabajo escrita elimina lo que no tiene importancia, establece responsabilidad y evita equivocaciones y malentendidos acerca de lo que debe hacerse.

2. Nos permite tener una clasificación sistemática de los trabajos - de mantenimiento.
3. Nos da la información necesaria para planear la carga de trabajo, programar los trabajos de mantenimiento y coordinar el trabajo de varias especialidades y departamentos de producción.
4. Nos indica la especialidad del trabajo requerido, las instrucciones del trabajo a desarrollar y el tiempo estándar o estimado del trabajo.
5. Acumula información sobre el progreso del mantenimiento y los costos, como base para los informes correspondientes.
6. Nos permite tener un registro histórico de los trabajos de mantenimiento para la aplicación de un mantenimiento preventivo.

PLANEACION

La planeación se puede considerar como la clave para asegurar el control de las actividades y los costos de mantenimiento. La planeación se inicia con la recepción de la orden de trabajo, y posteriormente se hacen las siguientes acciones sobre la orden de trabajo:

1. Analizando el trabajo a realizar, se determina el método a utilizar y el tiempo requerido.
2. Se indican los materiales, refacciones, equipo y herramientas especiales que habrán de utilizarse.
3. Se señala el número de personas necesarias para efectuar el trabajo y sus categorías.

A continuación se señalan algunos de los logros que se obtienen con la planeación del mantenimiento:

- La productividad de la fuerza de trabajo se incrementa.
- La efectividad en el trabajo se incrementa.
- Las horas productivas por trabajador se incrementan.
- Las cargas de horas de trabajo por emergencia se van disminuyendo.

- Las órdenes de trabajo de emergencia disminuyen
- El costo de hora productiva por trabajador disminuye

Ahora se indican algunos de los problemas que se tienen cuando no -- existe una planeación del mantenimiento:

- Los trabajadores llegan a sus labores y esperan a que ocurra un problema en el equipo para entrar en acción, o esperan a que el Supervisor de mantenimiento les asigne una tarea.
- El número de obreros está de acuerdo a la magnitud del trabajo, pudiéndose tener poco o demasiado personal.
- Los trabajadores dejan el lugar de trabajo para tramitar el material y/o refacción del almacén y obtenerlo.

PROGRAMACION

La programación es un complemento de la planeación dentro de la administración del mantenimiento, y consiste básicamente en distribuir - las órdenes de trabajo de acuerdo a sus prioridades con respecto a - la cantidad de hombres disponibles y asignarles fecha.

El programa diario autorizado se convierte en la orden del día para asegurar que cada trabajador de mantenimiento tenga los elementos ne cesarios para contar con un día completo de trabajo.

Por lo anteriormente expuesto, podemos decir que la programación establece fecha de inicio y de terminación en cada orden de trabajo, - define la secuencia de los pasos a seguir, distribuye la mano de -- obra, coordina el suministro de materiales y refacciones, coordina - la disponibilidad de herramientas y equipo necesario para la ejecu - ción del trabajo.

A continuación se presentan algunas de las ventajas que se tiene con la Planeación y Programación del Mantenimiento.

- Reduce el costo de mantenimiento y mejora el servicio a todas las áreas, en especial a producción.

- Reduce al mínimo el tiempo muerto del equipo, y por lo tanto hay menos paros en producción.
- Requiere que el personal de producción prevea el trabajo de reparación antes de que los trabajos se conviertan en emergencia.
- Permite la determinación anticipada del personal y tiempo requerido para terminar cada orden de trabajo, lo cual ayuda al Supervisor de Mantenimiento a evaluar la actuación de su personal.
- Reduce el número de interrupciones en el trabajo una vez que se inicia éste.
- Permite el pronóstico preciso de la mano de obra y de los materiales y refacciones.
- Permite una mejor distribución de la carga de trabajo.

FLUJO DE INFORMACION

<u>RESPONSABLE</u>	<u>ACTIVIDAD</u>
Depto. Solicitante	1. Llena una orden de trabajo asignando una prioridad de trabajo, haciendo una descripción del mismo. Manda dicha orden al departamento de mantenimiento.
Auxiliar Administrativo	2. Recibe la orden de trabajo del departamento solicitante, al cual le da una copia como comprobante de recibido. Posteriormente turna esta orden de trabajo al Jefe de Mantenimiento General (original y 2 copias).
Jefe de Mantenimiento General	3. Recibe la orden de trabajo, le asigna prioridad (final) según crea conveniente y especifica el tipo de mantenimiento de que se trata (correctivo o preventivo), una vez hecho esto manda la orden de trabajo (original-

RESPONSABLEACTIVIDAD

Jefe de Mantenimiento

General

y 1 copia) al Jefe de Mantenimiento Especializado, y se queda con una - de las copias.

En caso de hacer alguna aclaración- respecto a la orden de trabajo, ha- blará para comunicarla al depto. so llicitante.

Jefe de Mantenimiento

Especializado

4. Recibe la orden de trabajo y la ~~tr~~ asienta en su hoja de programación - diaria asignando una preferencia de- ejecución.
5. En el transcurso del 2do. turno se - reúne con sus Supervisores para asig- nar y discutir las órdenes de traba- jo para realizarlas en el 3er. turno, se queda con una copia y el original lo turna al Supervisor Encargado.

RESPONSABLEACTIVIDAD

Supervisor

6. Recibe la orden de trabajo y junto con el Jefe de Mantenimiento especializado definen el número de personas necesarias en la realización del trabajo.
7. Calcula el tiempo que invirtió cada persona en su realización; hace una relación de los materiales utilizados del almacén y de los que se tuvieron que conseguir externamente.
8. En caso de que se haya tenido que hacer un trabajo extra al requerido en la orden de trabajo que manda el departamento que la genera, llena una orden de trabajo aparte.

Jefe de Mantenimiento

Especializado

9. Revisa los trabajos recibidos y firma de visto bueno; llena los datos de la orden de trabajo en los espa--

RESPONSABLEACTIVIDAD

Jefe de Mantenimiento

Especializado

cios correspondientes de su programa diario de trabajo.

Manda dicha orden de trabajo al Jefe de Mantenimiento General junto con una copia del programa diario de trabajo.

Jefe de Mantenimiento

General

10. Vacía los datos del programa en una hoja de registro, la cual para fines de organización se llevará a cabo por departamento, y en el caso de producción, se llevará también por equipo de producción, las irá cambiando y archivando mensualmente para evitar la aglomeración de papeleo.

ESPECIFICACIONES DE LLENADO DE FORMAS

Nombre de la Forma:	Orden de Trabajo
Responsables:	<p>Departamento</p> <p>Solicitante - Asigna prioridad y describe el trabajo a realizar.</p> <p>Jefe de Mantenimiento Gral - Asigna prioridad (final).</p> <p>Jefe de Mantenimiento Especializado - Define la descripción del trabajo a realizar.</p> <p>Supervisor - Calcula tiempos empleados y hace una relación de materiales empleados</p>
Uso:	Forma para solicitar un trabajo a mantenimiento.

Especificaciones de**Llenado:**

1. Departamento que solicita el trabajo.
2. Nombre de la persona que lo solicita.
3. Firma del anterior
4. Nombre de la persona de su departamento que aprobó que hiciera la orden de trabajo (persona con autoridad para ello).
5. Firma del anterior
6. Fecha en que se hizo la orden de -- trabajo.
7. Hora en que se envió la orden de -- trabajo a mantenimiento.
8. Lugar específico del departamento - donde se requiere el trabajo.

Especificaciones de

Llenado:

9. Tipo y número de equipo que necesita el trabajo.

10. La prioridad que el departamento solicitante le da al trabajo.

(E) Son trabajos de emergencia: Estos no requieren programación ya que debe hacerse de inmediato. En casos en que se tiene o se puede parar la línea de producción ó anomalías en que se puede poner en peligro la seguridad del operario o de las personas en general.

(1) Esta prioridad es para trabajos urgentes que deben terminarse lo antes posible. Se deben programar para iniciarse durante las 24 ó 48 horas después de recibida la orden de trabajo.

Especificaciones de

Llenado:

(2) Es para trabajos esenciales para que puedan aplazarse hasta una semana después de recibida la orden de trabajo.

(3) Indica trabajos convencionales a realizar pero que pueden diferirse.

Normalmente éstos trabajos se programan para iniciarse hasta tres semanas después de recibirse la orden de trabajo.

(4) Son aquellos trabajos que se tienen que planear y programar para un periodo determinado.

11. El solicitante debe poner el tipo de trabajo requerido.

12. Descripción del trabajo que se requiere.

Especificaciones de

Llenado:

13. Aquí se especifica alguna aclaración al margen.
14. Hora de entrega de la orden de trabajo al departamento de mantenimiento.
15. Fecha de entrega de la orden de trabajo al departamento de mantenimiento.
16. Prioridad que el departamento de mantenimiento le da al trabajo (especificaciones anteriores).
17. Nombre del Jefe de Mantenimiento Especializado encargado (eléctrico, mecánico, edificios, etc.).
18. Firma de visto bueno, una vez realizada la orden de trabajo.
19. Nombre del Supervisor encargado de la orden de trabajo.

Especificaciones de**Llenado:**

20. Firma del anterior
21. Nombre del encargado a realizar el trabajo especificado en la orden.
22. Firma del anterior.
23. Descripción del trabajo realizado.
24. Tiempo teórico que se llevará el - trabajo.
25. Tiempo real del trabajo.
26. Tiempo que se tomó cada persona involucrada y de que categoría es.
27. Horas hombre teóricas que se llevará el trabajo.
28. Horas hombre reales que se llevó el trabajo.

Especificaciones de

Llenado:

29. El Jefe de Mantenimiento General -
determinará si se trata de mante -
nimiento correctivo o preventivo.
30. Tipo de material que se utilizó.
31. No. de código del almacén del mate -
rial.
32. No. de vale del almacén del mate -
rial.
33. Unidad de medición: Kgs., litros, -
metros, etc.
34. Número de unidades usadas.
35. Materiales que se usaron y que no -
se tenía en existencia.
36. No. de código de los anteriores.

Especificaciones de

Llenado:

37. No. de vale de los anteriores.
38. Unidad de medición: Kgs., litros, metros, etc.
39. Número de unidades usadas.
40. Fecha teórica en que se realizará el trabajo (Jefe de Mantenimiento-Especializado).
41. Turno en que se realizará el trabajo.
42. Hora real en que se empezó el trabajo.
43. Hora real en que se terminó el trabajo.
44. fecha real en que se realizó el -- trabajo.

ORDEN DE TRABAJO

No. _____

DEPARTAMENTO: (1)		AREA: (8)	
SOLICITA: (2)	FIRMA: (3)	EQUIPO: (9)	
APROBO: (4)	FIRMA: (5)	PRIORIDAD (10)	
FECHA: (6)	HR. ENTREGA: (7)	E <input type="radio"/>	1 <input type="radio"/>
		2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>
		4 <input type="radio"/>	
CLASE DE MANTENIMIENTO (11)			
MECANICO <input type="radio"/> ELECTRICO <input type="radio"/> AUTOMOTRIZ <input type="radio"/> EDIFICIOS <input type="radio"/>			
DESCRIPCION DEL TRABAJO (12)			
OBSERVACIONES: (13)			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
HR. DEV. SOLICITANTE: (14)		FECHA: (15)	
		E <input type="radio"/>	1 <input type="radio"/>
		2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>
		4 <input type="radio"/>	
JEFE DE AREA: (17)	SUPERVISOR: (19)	REALIZO: (21)	
FIRMA: (18)	FIRMA: (20)	FIRMA: (22)	

DESCRIPCION DEL TRABAJO (23)								
TIEMPO		CATEGORIA (26)			HRS/H.		(29) TIPO DE MANTENIMIENTO	
EST.	REAL				EST.	REAL	MC	MP
(24)	(25)				(27)	(28)		
OBSERVACIONES:								
MATERIALES UTILIZADOS								
DESCRIPCION DEL MATERIAL (30)				CODIFICACION	No. DE VALE	U.M.	CANT.	
				(31)	(32)	(33)	(34)	
MATERIALES FALTANTES								
DESCRIPCION DEL MATERIAL				CODIFICACION	No. DE VALE	U.M.	CANT.	
(35)				(36)	(37)	(38)	(39)	
PROGRAMACION DEL TRABAJO								
FECHA PROGRAMADA		TURNO	HORA DE INICIO	HORA DE TER.	FECHA DE REALIZACION			
(40)		(41)	(42)	(43)	(44)			

Nombre de la Forma: Programa de Trabajo

Responsable: Jefe de Mantenimiento Especializado.

Uso: Organización diaria de las órdenes de trabajo a realizar.

Especificaciones de

Llenado:

1. Clase de mantenimiento (eléctrico, mecánico, etc.).
2. Día en que se realiza el programa.
3. Mes en que se realiza el programa.
4. Año en que se realiza el programa.
5. Turno en que se realizará el programa.
6. Número de la orden.
7. Preferencia de ejecución asignada -

Especificaciones de

Llenado:

por el Jefe de Mantenimiento General.

8. Descripción del trabajo realizado.
9. Duración del trabajo.
10. Horas hombre utilizadas por especialidad.
11. Total horas hombre.
12. Ordenes de trabajo hechas fuera del programa.
13. Nombre de la persona que programó las órdenes.
14. Nombre del Supervisor.
15. Aprobación del Gerente de Producción.

Especificaciones de

Llenado:

16. Observaciones hechas a cada orden de trabajo.

17. En caso de que al realizar el tra
bajo se haya observado alguna ano
malía que ponga en peligro la se-
guridad, se deberá hacer notar en
este espacio.

PROGRAMA DE TRABAJO

MANTEIMIENTO GENERAL	ESPECIALIDAD: (1)
----------------------	-------------------

DIA: (2)	MES: (3)	AÑO: (4)	TURNO: (5)
----------	----------	----------	------------

No. DE O.T.	PREF. DE EJEC.	NOMBRE DEL TRABAJO	DURACION TOTAL	(10) HRS. HOMBRE/ESPECIALIDAD			
							TOTAL HRS/H.
(6)	(7)	(8)	(9)				(11)

ORDENES EJECUTADAS FUERA DE PROGRAMA (12)

--	--	--	--	--	--	--	--

PROGRAMA: (13)
SUPERVISO: (14)

APROBO: (15)

No. DEO.T	OBSERVACIONES (16)

SITUACIONES INSEGURAS (17)

DESCRIPCION	SE CORRIGIO	
	SI	NO

Nombre de la Forma: Registro de Trabajos.

Responsable: Jefe de Mantenimiento General

Uso: Registro mensual de las órdenes de trabajo originadas por áreas de trabajo.

Especificaciones de Llenado:

1. Departamento que solicita.
2. Area a que pertenece dicho departamento.
3. Equipo del que se trata.
4. Mes correspondiente.
5. Año en curso.
6. Número de la orden de trabajo.
7. Preferencia de ejecución asignada por el Jefe de Mantenimiento Especial.

Especificaciones de

Llenado:

cializado en su programa de trabajo.

8. Fecha en que se originó la orden de trabajo.

9. Especificación del trabajo que se realizó.

10. Tiempo total que se tomó la orden de trabajo.

11. Horas hombre por categoría.

12. Total de horas hombre.

13. Totales de todas las columnas.

REGISTRO DE TRABAJOS

DEPARTAMENTO:	(1)		
AREA:	(2)	EQUIPO:	(3)
MES:	(4)	AÑO:	(5)

No. DE D.T. EJEC.	PREF. DE	FECHA	NOMBRE DEL TRABAJO	DURACION TOTAL	HRS. HOMBRE/ESPECIALIDAD (11)				TOTAL HRS/H.
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)					(12)
T O T A L E S :				(13)					

CONCLUSIONES:

Como se puede observar la realización de dicho proyecto es inminente, ya que contribuirá en el aumento de la productividad de la empresa.

El cambio de combustible trae consigo una inversión inicial algo fuerte, sin embargo, la recuperación en 6 meses nos indica la factibilidad del proyecto; para reforzar esto, el aislamiento de la tubería a parte de implicar una inversión inicial pequeña, su recuperación es casi inmediata.

Es importante que una vez hecho este proyecto, se refuerce con el sistema de mantenimiento propuesto para asegurar el buen funcionamiento de la alternativa. Además se podrá observar que los gastos por descompostura tenderán a disminuir conforme dicho sistema de mantenimiento tenga más tiempo de implantado, ya no solo en las calderas, sino en la maquinaria en general. Se recomienda que independientemente de la alternativa seleccionada se implante el sistema de mantenimiento.

Por otra parte se está cumpliendo con el segundo objetivo propuesto, ya que se justificó la existencia de un departamento de Ingeniería Industrial, presentando proyectos factibles, y que mejoren la productividad y la operación de un sistema ya existente.

En épocas de crisis como la que se está atravesando, es importante usar como herramienta, técnicas para la evaluación de proyectos válidas, para la toma de decisiones en una empresa .

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Ingeniería de La Producción Industrial

- H.B Maynard
- Editorial Reverté

2. Fundamentos de Administración Financiera

- Lawrence J. Fitman
- Editorial Harla

3. Ingeniería Económica

- George A. Taylor
- Editorial Limusa

4. Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión

- Raúl Coss Bu.
- Editorial Limusa

5. Manual de Administración del Mantenimiento

- Ing. Rafael Ferruz S.
- Apuntes de un Curso Tomado en La Empresa

6. Manual de Calderas "Cleaveer Brooks"

**Esta Tesis se imprimió en Octubre de 1987
empleando el sistema de reproducción Foto-Offset
en las Talleres de Impresos Offset-G, S. A.,
Av. Colonia del Valle No. 535 (Esq. Adolfo Prieto),
Tels. 536-57-54 523-21-05 México 03100 D. F.**