

100
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

DIRECTOR DE TESIS ING. SILVINA HERNANDEZ GARCIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
OCTAVIO MIRO MONTAÑO



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.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION.	1
OBJETIVOS	3
1. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	5
1.1 Necesidad del Mantenimiento.	5
1.2 Actividades del Mantenimiento.	7
1.3 Caracterfsticas de un Bien Físico.	11
2. FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO	15
2.1 Mantenibilidad	16
2.2 Fiabilidad y Vida.	23
2.3 Fundamentos Técnicos	34
3. TIPOS DE MANTENIMIENTO.	41
3.1 Mantenimiento Correctivo	42
3.2 Mantenimiento Preventivo	44
3.3 Mantenimiento Predictivo	50

4.	PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO.	59
4.1	Importancia de la Distribución de Planta.	71
4.2	Movimiento de Materiales.	76
4.3	Talleres de Mantenimiento	81
4.4	Almacenes	95
4.5	Control de Inventarios.	101
5.	ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO	108
5.1	Descripción de Puestos y Funciones.	109
5.2	El Proceso Productivo en el Mantenimiento	115
5.3	Clasificación, Evaluación y Desarrollo de Personal.	117
5.4	Rendimientos.	13 ^a
6.	CONTROL DEL MANTENIMIENTO.	148
6.1	Tipos de Control.	149
6.2	Documentos de Control	151
7.	FUNDAMENTOS ECONOMICOS	156
7.1	Costos.	157
7.2	Rentabilidad de una Máquina	165

7.3	Criterios de Selección y Reemplazo.	165
7.4	Rendimientos Operativos	166
8.	INDICES DE EFICIENCIA E INDICADORES DE CONTROL	174
8.1	Evaluación de la Función del Mantenimiento.	181
8.2	Reportes de Mantenimiento	183
9.	FACTIBILIDAD EN LA CONTRATACION EXTERNA DEL MANTENIMIENTO.	190
10.	NUEVAS Y EFICIENTES TECNICAS DE MANTENIMIENTO.	195
11.	CONCLUSIONES	204
12.	BIBLIOGRAFIA	202

I N T R O D U C C I O N

Dentro de las prioridades del actual gobierno, se postula como gran tarea "Satisfacer las necesidades básicas de la población y elevar su bienestar en forma permanente".

En el contexto de esos planteamientos, la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) desempeña una función primordial en el abasto - de los artículos de consumo básico.

La filial Leche Industrializada Conasupo (LICONSA), ha puesto en marcha - políticas y programas destinados a mejorar los niveles nutricionales de - la población de bajos ingresos, asegurando su consumo de leche, y en espe - cial a los infantes. Dentro de los objetivos de la empresa, una de las - prioridades más importantes es la autosuficiencia en el abastecimiento de - leche.

Liconsa se encuentra en continuo desarrollo, actualmente cuenta con una - serie de plantas en el interior del país, 17 en total, de las cuales se - integran, plantas con programas sociales, plantas pasteurizadoras y plan - tas industrializadoras, cada una constituida con propósitos y procesos -- productivos diferentes.

Una de las plantas estratégicas para el abastecimiento de leche dentro -- del área metropolitana y sus alrededores, es LICONSA TLAHUAC Programa So - cial Cd. México, Sur, cuyas operaciones fueron iniciadas a principios de 1985. Esta Planta representa una de las más importantes, debido a su ele - vado volumen de producción.

Actualmente en Liconsa Tlahuac se generan aproximadamente 1'200,000lt/día de leche rehidratada, operando a un 80% de su capacidad. Esta producción se lleva a cabo a partir de dos líneas de rehidratación (25,000 lt/hr. ca da línea).

La leche generada es distribuida en envase y volumen a diferentes lecherías dentro del área metropolitana y sus alrededores.

Como resultado del constante incremento poblacional, las demandas del producto lácteo son cada vez mayores, lo cual trae consigo la necesidad de incrementar la capacidad productiva de la planta y, por consiguiente, implantar un adecuado sistema de mantenimiento de la misma.

Se escogió este tema debido a la gran problemática que se presenta en el país en la rama alimenticia, por la baja producción de leche y una demanda cada vez mayor de ésta; por esto es importante que una planta lechera opere en las condiciones óptimas posibles y para poder lograr esto, el mantenimiento es un factor muy importante.

OBJETIVOS

En el presente trabajo tratamos de presentar los aspectos que a mi juicio darán la pauta a seguir para alcanzar los objetivos propuestos para la im plantación del mencionado sistema de mantenimiento.

Como primer punto, se hace una breve descripción de las generalidades y - filosofía del mantenimiento.

Como punto siguiente, se describen los diferentes tipos de mantenimiento, así como los factores que se deben tomar en cuenta para llevar a cabo cada uno de ellos.

Posteriormente, se describen cada una de las etapas del proceso administrativo enfocado al mantenimiento industrial. Así mismo, se mencionan - los índices de eficiencia que reflejaban el buen o el mal funcionamiento del mantenimiento en la planta.

**I. GENERALIDADES DEL
MANTENIMIENTO.**

GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

DEFINICION

Mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con objeto de conservar los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento económico. Lo anterior incluye conceptos tales como: eficiencia, seguridad y confiabilidad.

Bienes físicos de una empresa			
<u>Edificios</u>	<u>Areas Abiertas</u>	<u>Equipo</u>	<u>Instalaciones</u>
. oficinas	. patios	. producción	
. planta (s)	. libres	. maniobras	
. servicios	. recreo	. servicios	
. talleres	. estacionamiento		
. almacenes	. accesos		

Es indispensable que se conozca la inversión que representa el bien a quién se realiza el mantenimiento; ejemplificando lo anterior tenemos:

Distribución de costos de inversión

<u>Construcción</u>	<u>Obra Civil</u>		<u>Instalaciones</u>	<u>Maquinaria y Equipos</u>
	<u>Negra</u>	<u>Acabados</u>		
Fábricas	30%	10%	30%	30%
Centros sociales	30%	40%	20%	10%
Oficinas	35%	45%	15%	5%
Vivienda	40%	50%	8%	2%

NECESIDADES DEL MANTENIMIENTO

Debido a la relativa precariedad de los medios que el hombre utiliza en la industria (máquinas, equipos etc) hace que el tiempo que pueda prestar servicios (durabilidad) y la seguridad de funcionamiento (confiabilidad) en los mismos constituya uno de los problemas fundamentales de la ingeniería.

Por la naturaleza misma de estos medios, se requiere inevitablemente prestar cuidados para conservar y mantener en condiciones adecuadas a las instalaciones, maquinarias, equipos etc., pues su mal estado significa:

- Riesgo constante en cuanto a la seguridad e higiene - del personal y el del equipo mismo.
- Disminución de la eficiencia del conjunto.
- Emergencias, tiempos muertos y desperdicios en la producción imputables a detenciones y averías por mal estado del equipo.
- Depreciación acelerada del equipamiento y edificios.
- Inversiones en mano de obra, materiales y servicios para efectuar reparaciones.

Con notable incidencia en los costos reales, en la productividad y en la rentabilidad de la empresa.

Los cuidados pueden depender de circunstancias como:

- Grado de utilización.
- Factores estacionales (temperatura ambiental, vientos etc).
- Ubicación.
- Acciones fortuitas, descuidos.

Un departamento de mantenimiento busca reducir al mínimo las suspensiones de trabajo (producción) y a la vez emplear más eficientemente las instalaciones, equipo y recursos humanos.

La necesidad de tener una organización apropiada de mantenimiento, de poseer controles adecuados, de poder planear y programar, ha sido puesta en evidencia por varios motivos como son: la creciente mecanización y complejidad de equipos, ya que esto implica la necesidad de servicios altamente especializados, así como un aumento en inventarios de repuestos y accesorios.

Otra razón por la que es necesario un buen servicio de mantenimiento es: se obtiene un control más estricto de la producción, ya que esto provoca que sea mayor el efecto de las interrupciones en los procesos.

ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento industrial es la prestación de los cuidados necesarios para tener en correctas condiciones de utilización y funcionamiento los medios de la empresa. Comprende los siguientes conceptos:

- "Reparar", eliminar averías, volver a su estado de origen.
- "Conservar", evitar averías o disminución de propiedades, capacidad, calidad.
- "Realizar modificaciones", introducir las variantes necesarias para obtener mejoras.

Las actividades del mantenimiento son:

Servicio.

Objetivo.- Mantener la apariencia y adecuado funcionamiento de los bienes físicos, la higiene personal y seguridad de la empresa. Por el carácter de esta actividad se le considera como mantenimiento Rutinario y se presenta tanto en el mantenimiento Preventivo como en el Correctivo. (Posteriormente se detallará cada uno de ellos en el capítulo (3).

Dentro de esta actividad se considera:

- Limpieza
- Pintura
- Protección contra la corrosión

- Desinfección
- Lubricación
- Carga de fluidos
- Calibración
- Ajuste

Inspección

Objetivo.- Detectar las posibles fallas.

Dentro de esta actividad se considera el control supervisorio, monitoreo y/o verificación manual o automático. En general se pueden clasificar los elementos a inspeccionar en función del tipo de fallas. A continuación se presenta una clasificación:

- Falla mecánica
 - . Desgaste
 - . Corrosión
 - . Vibración
- Falla por fugas
 - . Hidráulicos
 - . Neumáticos
 - . Eléctricos
 - . Sistemas de combustible
- Falla por acumulación
 - . Filtros
 - . Separadores
 - . Resumideros
 - . Trampas
- Fallas por variación
 - . Niveles de depósito de abastecimiento
 - . Niveles y concentración de electrolitos
- Fallas por regulación
 - . Fuerza
 - . Presión

- . Temperatura
- . Tensión Mecánica
- . Holgura
- . Voltaje, Amperaje, Resistencia
- Fallas químicas

Reparaciones

Objetivo.- Reestablecer el adecuado funcionamiento de los bienes físicos, mediante la corrección de fallas.

Rehabilitar, es una reparación que consiste en una reconstrucción parcial.

Cuando una máquina o equipo no es apto para cumplir con sus funciones, o no las cumple dentro de las tolerancias o de las condiciones requeridas cuando los costos de mantenimiento son prohibitivos, es necesario efectuar una reparación.

Reemplazo o cambio

Objetivo.- Reestablecer el adecuado funcionamiento de los bienes físicos al sustituir las partes o componentes que han fallado, es tan defectuosos y/o su vida útil y/o económica ha concluido.

En ocasiones es necesario substituir totalmente el bien físico - por diferentes razones técnicas (ver razones técnicas para sustituir un bien físico) lo cual generalmente es responsabilidad de - mantenimiento.

Modificación

Objetivo.- Reducir o eliminar fallas repetitivas mediante la alte ración del diseño original. Dentro de esta actividad se considera el reacondicionamiento.

Reacondicionar es restablecer el funcionamiento de un bien físico alterando su diseño original para adecuarlo a nuevas condiciones de operación.

Restaurar es restablecer el funcionamiento y/o presentación de un bien físico, conservando el diseño original e incluso, en ocasiones, materiales y tecnología.

Cuando se requiere de una modificación de importancia, es necesario realizar un proyecto, el cual debe encomendarse al departamento de ingeniería de diseño o a una empresa proyectista. Sin embargo, es frecuente que Mantenimiento lo supervise y/o realice.*

Las modificaciones y/o sustituciones no siempre obedecen a razones técnicas (ver razones técnicas para sustituir un bien físico) pudiendo ser por conceptos ajenos a una decisión de mantenimiento. Las razones pueden ser:

- | | | |
|--------------|---------------|---------------|
| . técnicas | . financieras | . comerciales |
| . económicas | . sociales | . otras |

La reconstrucción al igual que la restauración tiene por objeto - dejar al equipo en condiciones similares al estado original, con sensible aumento de vida útil y se puede realizar cuando significa un ahorro sustancial respecto a la adquisición de una máquina nueva equivalente.

Cuando la reconstrucción entraña una modificación tal en el diseño que permita "modernizarla técnicamente" la reconstrucción en este caso se llama modernización.

Modernización

El medio más importante del aumento de la productividad del trabajo

* Por lo cual se sugiere revisar la secuencia básica general de un proyecto.

Jo es el progreso técnico, con la implantación de las novedades tecnológicas en cuanto a: la mecanización y la automatización para lo cual se requiere efectuar la modernización permanente de las instalaciones utilizadas.

Por otra parte el objeto de la modernización es evitar la obsolescencia de la máquina introduciendo mejoramientos en el empleo como:

- Aceleración de las operaciones
- Automatización parcial, o incluso total
- Conseguir que varias máquinas sean operadas por un sólo individuo
- Tendencia al aumento del rendimiento, la precisión, la calidad, etc.

Las mejoras pueden consistir en:

- Mejoras en el diseño
- Mejoras en las condiciones de explotación.

RAZONES TECNICAS PARA SUBSTITUIR UN BIEN FISICO

A - Incremento de Producción

B - Reducción de Costos

- Operación y Mantenimiento

- . Incremento en el consumo de energía
- . Incremento en los costos de mantenimiento (por intensidad y - frecuencia)
- . Reducción en el respaldo de refacciones y servicio
- . Peligrosidad en su operación
- . Falta de garantía en el funcionamiento
- . Reparación incosteable.

- Obsolescencia
 - . Menor beneficio en relación a lo nuevo, disponible en el mercado debido a:
 - . Exceso de personal
 - . Exceso de desperdicios
 - . Exceso de espacio
 - . Desplazamiento tecnológico
 - . Equipo actual más rápido, versátil, eficiente, seguro y más cómodo
 - . Cambio de las características del mercado:
 - . Modificación del gusto del consumidor
 - . Fuera de tolerancia
 - . Nuevas disposiciones legales del control de la contaminación.

- Producción
 - . Saturación que impide el aumento de producción
 - . Rendimiento (u/h) no afines a la línea de producción
 - . Falta de flexibilidad y/o versatilidad.

SECUENCIA DE UN PROYECTO

1.- Estudio de Factibilidad

- Análisis de la situación actual
 - . Capacidad instalada
 - . Rendimiento (u/h)
 - . Eficiencia de la instalación
 - . Incentivos fiscales
 - . Posible localización regional
 - . Afectaciones ambientales
 - . Reglamentación oficial
- Mercado
 - . Oferta:
 - . Producción actual
 - . Distribución
 - . Capacidad instalada

- . Rendimientos
- . Capacidad de operación
- . Utilidades
- . Pronóstico y su distribución
- . Demanda:
 - . Factores que la definen
 - . Demanda actual satisfecha y derivada
 - . Pronóstico de la demanda
- Métodos y Procesos
 - . Análisis de métodos y procesos actuales
 - . Modificación para su aplicación
 - . Creación de nuevos métodos
 - . Curvas de economías de escala
 - . Definición de planes de producción
- Análisis económico
 - . \$/h de una máquina:
 - . Costo inicial, transporte, instalación
 - . Depreciación
 - . Impuestos, seguros
 - . Mantenimiento, refacciones
 - . Consumos de energía, lubricantes, filtros, etc.
 - . M.O, vacaciones, IMSS, INFONAVIT, 1% de educación etc.
 - . u/h
 - . \$ materia prima
 - . \$ administración, espacio (útil, maniobras), servicios, - supervisión etc.
 - . \$/u
- Análisis financiero
 - . Interno - con capital propio (reinversión de utilidades, acciones, fondo de depreciación, valor de rescate del - equipo).
 - . Externo
 - . Créditos - corto plazo
 - . Bonos - largo plazo

2.- Anteproyecto

Este es un análisis técnico preliminar que permite definir la factibilidad de la obra y es base para realizar su justificación económica y financiera a nivel proyecto.

- . Localización
- . Infraestructura
- . Insumos
- . Requerimientos de espacio y su distribución
- . Obra civil
 - Arquitectura
 - Estructuras
- . Instalaciones
- . Maquinaria y equipo productivo
 - Servicios
- . Personal y organigrama
- . Antepresupuesto
- . Entrega:
 - . Planos
 - . Antepresupuesto
 - . Lista preliminar de materiales
 - . Revisión de normas, especificaciones y política de instalación.

3.- Proyecto

- . Memoria descriptiva
- . Memoria de cálculo
- . Planos
- . Especificaciones
- . Cantidades de obra
- . Presupuesto.

**2. FILOSOFIA DEL
MANTENIMIENTO.**

FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

La intención final del mantenimiento es lograr la máxima vida económica de un edificio, equipo, sistema o producto cualquiera.

Este enfoque de vida económica, implica que es necesario a través de esta función mantenimiento, que el producto tenga la mejor fiabilidad, disponibilidad, seguridad, funcionabilidad, operabilidad y apariencia.

La clave del éxito radica entonces en la habilidad (o arte) para hacer interactuar correctamente los conocimientos financieros, administrativos y técnicos.

El ingeniero en mantenimiento debe ser un Ejecutivo con personalidad y alta capacidad técnica y administrativa, debe asumir la responsabilidad de aplicar la Ingeniería de Fiabilidad y Mantenibilidad, no nadamás en su campo de acción laboral, sino en toda ocasión y condición que su relación con la empresa se lo permitan.

Aprovechando las oportunidades que se le presentan al hacer ampliaciones o dar mantenimiento a un inmueble, mueble, instalación, equipo, recubrimiento, etc. debe mejorar su diseño para así trascender sobre el proyecto o diseño original.

MANTENIBILIDAD

Es la economía (facilidad) con lo que se le puede dar un adecuado mantenimiento a algo; su principal objetivo es optimizar recursos. En la mantenibilidad hay que reconocer las ventajas de toda índole, principalmente económicas que tiene el diseño correcto de un "bién" a través de la redituabilidad o ahorro en la función mantenimiento.

El ejecutivo en mantenimiento debe comprender y mejorar el concep

to de Mantenibilidad, debido a lo siguiente:

- . Funge como proyectista en ampliaciones y modificaciones
- . Funge como asesor en la revisión de proyectos
- . Cuando ejerce su función implícita debe trascender y/o mejorarse a el mismo, así como al sistema en el cual se desarrolla
- . Compra equipo, materiales, etc.

El estado actual de la mantenibilidad en nuestro país no es satisfactorio. En México se diseña usualmente para vender, no importando lo que el cliente piense y sufra después de algunos meses o años; es por eso que la mantenibilidad debe nacer desde la planeación, proyecto o diseño, y toma en cuenta toda la vida útil del edificio, equipo o pieza.

Es de vital importancia que un mantenista evalúe los proyectos o diseños antes de que se aprueben para construcción.

Cualquier esfuerzo en mejorar un diseño redonda en grandes ahorros de esfuerzos (\$) a lo largo de toda la vida de lo diseñado (postulado fundamental del proyectista).

Una hora de esfuerzo en mejorar la mantenibilidad representa en muchas horas de esfuerzo ahorradas a la semana durante los muchos años de vida del producto.

Nacimiento y muerte del mantenimiento

Es lógico, aunque no común que el mantenimiento sea una función planeada e inclusive ya que nace en el diseño mismo del producto, es decir, que se proyecta su mantenibilidad misma que es parte constitutiva de la calidad. El mantenimiento termina con la eutancia del producto.

La muerte natural casi nunca es económica en Ingeniería. Lo económico es lo que hace que los costos sean los mínimos. Hay que recordar que "barato" no es lo mismo que económico; es más, casi siempre son opuestos.

El técnico de mantenimiento tiene que pensar en el en término de sus costos.

Vida Económica.- es cuando cuesta más operar un bien que reemplazarlo o reconstruirlo. La vida económica de un producto puede ser totalmente independiente del estado de sus partes.

Dentro de los costos de operación de un producto están los de mantenimiento. Reconstruir un equipo cada vez es menos costeable, pero existen condiciones especiales y temporales, como lo es la situación actual del país, en que vale revisar el punto.

Algunas personas equivocadamente, consideran como costos a las erogaciones para "hacer" algo. Los costos del mantenimiento, de la calidad, de la capacitación, etc. son los gastos por "hacer" (acciones, equipo, nómina, obras, trabajo etc.).

Como los consecuentes por "no hacer". Usualmente estos últimos superan por muchas veces a los primeros.

En el mantenimiento debemos estar conscientes que:

UN BUEN MANTENIMIENTO CUESTA; UN POBRE MANTENIMIENTO CUESTA MAS.

En cualquiera de los tipos de mantenimiento o en el caso de que ellos compitan en urgencia, el problema básico cotidiano del profesional del mantenimiento es dar a cada tarea un orden (jerarquizar, priorizar o paretizar).

El jefe de mantenimiento debe saber qué es lo que hay que hacer - de inmediato, que cosa después; cual diferir y hasta cuándo; e in

clusive ocasionalmente cuál cancelar.

La probabilidad de error aumenta en la medida en que se carece de técnicas de evaluación, ponderación de consecuencias, exceso de confianza etc.

Dentro de las técnicas para jerarquizar se encuentran:

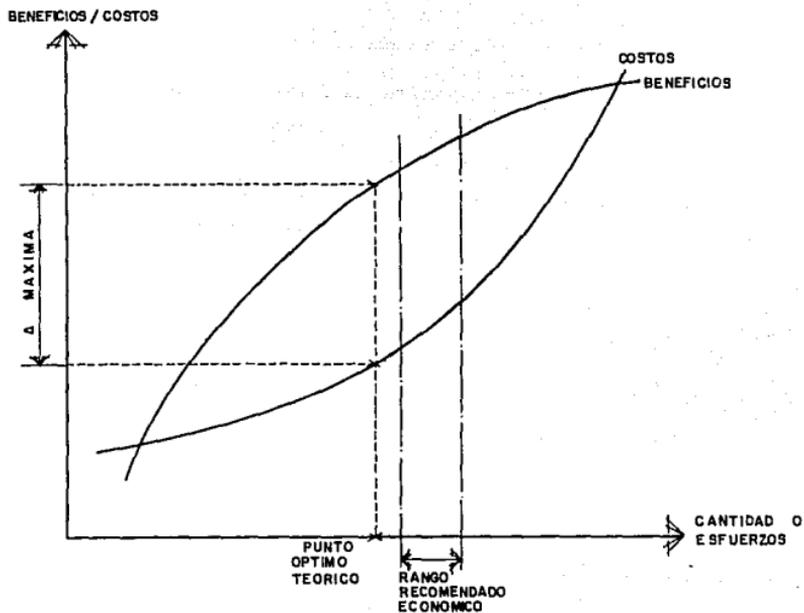
- Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento (ICGM), en el que se asignan puntos de acuerdo a una "clave de equipo" por su importancia y de acuerdo a un "factor de trabajo" por la tarea.
- Análisis de criticidad, modo y efecto de la falla (ACMEF) en el que se evalúan las fallas y el alcance de sus consecuencias.

¿Cuánto mantenimiento hay que dar a un equipo? La respuesta es muy sencilla de responder cualitativamente y muy difícil cuantitativamente. En la curva de la figura 1 se muestra claramente que la cantidad técnica de mantenimiento que hay que dar es aquella en la que la diferencia entre beneficios y costos sea la máxima. En la práctica es recomendable trabajar un poco más arriba para tener margen en condiciones de crisis.

Como ya se dijo, la tarea no es fácil ya que hay que cuantificar los beneficios del mantenimiento y los problemas o pérdidas por el no-mantenimiento; conceptos difícilmente cuantificables, tales como la seguridad, fiabilidad, disponibilidad, confianza, prestigio etc.

Dinámica de los Programas de Mantenimiento

En ingeniería y administración del mantenimiento los reglamentos, programas, cédulas de mantenimiento, listas checables, estudios de tiempos, objetivos, etc. son guías que se deben cumplir, pero



FI	FACULTAD DE INGENIERIA	
	PROGRAMA NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
UNAM	TESIS: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
	DISEÑO: OCTAVIO MIRO M.	TITULO: COSTOS DE LA CALIDAD Y EL MANTENIMIENTO.
		/Pc 1

que, a medida que se gana experiencia en operaciones, o por cambios de las condiciones existentes, los Programas, estudios, etc., tienen que ser modificados o inclusive eliminados.

Esto es lo que se entiende por "dinámica", la flexibilidad que se debe tener para "mejorar" un sistema, formato, programa, reglamento etc.

Los programas de mantenimiento deben ser dinámicos en función de los recursos de que se disponga. Dos puntos básicos que hay que considerar en la elaboración de programas son: el "Principio de Pareto" y el "Análisis del Modo, Criticidad y Efecto de la Falla (AMCEF)".

Detección Grupal de Fallas y Ceguera de Taller

Se recomienda que el Departamento de Mantenimiento que es el encargado de mantener en óptimas (económicas) condiciones de operación los servicios de una empresa, tenga algún sistema de detección de condiciones problemáticas deficientes de cualquier índole (de seguridad, operación, imagen etc.).

Resulta buena idea tener fuentes adicionales de información que no esten en contacto diario con la empresa, tal es la función de las encuestas a visitantes, mismas que deben tener preguntas que sean indicadoras del nivel de mantenimiento. Así como la opinión de personas que estén relacionadas con el ramo.

El Principio de Pareto

Pareto descubrió que la seriedad o cantidad de las consecuencias de un fenómeno se distribuyen más o menos en la siguiente forma:

"El 80% de la magnitud de las consecuencias es originado por el 20% de las causas".

Esta ley del 20-80 establece pocos vitales y muchos triviales. De

otra forma, es la acción de ordenar los asuntos pendientes de acuerdo a su importancia.

Siendo el ingeniero de mantenimiento, fundamentalmente un administrador debe obtener del principio las bases para la toma de decisiones sobre la forma en que deben atacarse los problemas de mantenimiento, y no nada más esto, sino muchas otras decisiones están claramente estructuradas según este criterio; por ejemplo:

¿Qué tanto material de cada tipo se debe tener?

¿Qué refacciones deben existir?

¿Cuántas personas debo asignar a cada área?

¿En que máquinas debo extremar el control?

¿En que áreas debo capacitar a mi personal?

¿Qué instalaciones o sistemas deben tener respaldo?

FIABILIDAD Y VIDA

La fiabilidad es la probabilidad de que un producto o sistema funcione adecuadamente, sin detrimento de sus niveles, sin fallas, - con el rendimiento, con la disponibilidad y eficiencia, seguridad etc. esperados; cuando ha recibido el mantenimiento prescrito y se usa para los trabajos y condiciones para los que fué diseñado.

La Ingeniería de Fiabilidad está íntimamente ligada a la mantenibilidad, que es la probabilidad de que un producto o sistema sea satisfactoriamente examinado y mantenido, es decir restituído en un nivel aceptable de fiabilidad y confianza. La ingeniería de fiabilidad proporciona los elementos para poder pronosticar con cierta certeza todos los puntos anotados que influyen en el comportamiento de una pieza, equipo o sistema.

Resumiendo se puede decir que la Ingeniería de Fiabilidad se relaciona probabilísticamente con los conceptos de:

- . Calidad y calidad absoluta
- . Mantenibilidad y servicibilidad
- . Seguridad (al personal y propio equipo)
- . Disponibilidad
- . Rendimiento o comportamiento y eficiencia.

Análisis de modo, criticidad y efectos de falla.

Una parte importante de la fiabilidad es la que estudia las fallas que pueden ocurrir en un producto o sistema. Existen técnicas que ayudan a determinar, a partir de diseños y condiciones de operación, el cómo, cuándo, cuánto, de las fallas.

Vida de un bien físico.

Los principios generales que trataremos en éste tema son aplicables a un equipo, pieza, subensamble, instalación, sistema o sub sistema y nos referiremos a todos ellos como "Producto".

El objetivo fundamental de la función mantenimiento es prolongar hasta donde resulte económico la "vida de un producto". Por lo tanto, es clave tener clara idea de lo que se debe entender por "vida".

En un equipo, se tienen las siguientes VIDAS (ver figura 2).

- Vida Infantil.

Es el lapso de asentamiento en el comportamiento de un producto. En este período es bastante más probable que ocurran fallas que en lapsos posteriores, ya que la mayoría de los defectos de calidad se hacen aquí evidentes. La actividad responsable de mantenimiento debe sobrevivir los equipos y sistemas en este período, pudiendo posteriormente ser más liberal en la frecuencia de inspección y servicio. Es importante que en este período no se abuse del equipo, aunque conviene probarla en todos sus rangos de capacidad y rendimiento.

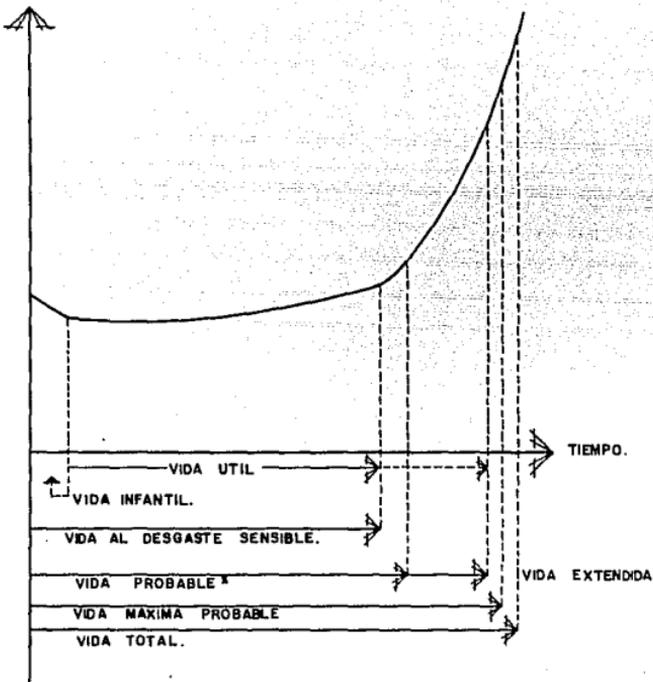
- Vida Útil.

Este es el término más empleado en la industria, pero también el menos entendido, ya que usualmente se le confunde con el resto de las vidas. La vida útil, debe definirse como aquella en que el equipo mantiene una fiabilidad más o menos alta y estable, iniciándose después de la vida de prueba o vida infantil y terminando en el lapso en el que el desgaste se acentúa o su fiabilidad empieza a decaer rápidamente. En ésta vida el mantenimiento es más o menos constante en sus parámetros de costos, frecuencias y esfuerzos. También se puede entender que es la vida "entre desgaste sensible" o de "fiabilidad estable".

- Vida Probable.

Para entenderla hay que hacer la analogía con las curvas de distribución normal. Los fabricantes hablan de "vida probable" o "vida esperada" o "vida útil" según conviene a su diseño. La -

DESGASTE
TASA O
PROBABILIDAD
DE FALLA



* MEDIA, MEDIANA O MODAL.

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS.	
	ADMINISTRACION DEL	
	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
CONJUNTO: OCTAVIO MIRO M.	TITULO: VIDA DE UN PRODUCTO O EQUIPO.	PÁG. 2

mayoría de ellas se refiere a la vida probable como el plazo en el cual ocurre la mayor parte de las fallas. Este es el equivalente del "MODO" en una distribución de frecuencia. Basado en lo anterior debemos entender como vida probable a la "vida modal". Es muy importante que cuando se adquiriera un equipo, se estudie lo que el fabricante entiende por "vida" en sus diferentes acepciones.

- Vida Media o Vida Promedio.

De lo visto en el párrafo anterior, se deduce que esta vida es el promedio de las vidas a la falla. Es poco común que los fabricantes lo mencionen con respaldo estadístico. Un proveedor serio y profesional debe mencionar la vida a la falla de su producto en términos matemáticos, es decir, promedios, fiabilidad, nivel de confianza, riesgos calculados.

- Vida Mediana.

Es aquella en la que la mitad de las piezas han fallado. Es muy usual en productos de vida estudiada, por ejemplo en lámparas. Erróneamente, se les confunde con la vida media.

- Vida Extendida, Vida Vegetativa o Vida de Emergencia.

Los dos últimos términos nos dan idea de su significado. Es el lapso en el cual se hace seguir operando a un equipo "en contra de toda razón técnica aparente", es decir, se muestra evidentemente que no costea seguirlo operando pero que por condiciones de emergencia, prestigio o usualmente capricho de alguien se le sigue usando. Desgraciadamente, esto es una situación frecuente a la que se enfrenta el encargado de mantenimiento. Es su responsabilidad el hacer notar que la condición encontrada es antieconómica.

- Vida Total.

El plazo termina al retirar de operación el equipo, por cualquier causa.

- Vida Económica.

La vida económica puede ser totalmente independiente de la vida útil. Esto es tanto más frecuente cuanto más dinámica o cambiante sea el contexto socio-político-económico, en donde se desarrolla la empresa. La vida económica es el lapso en el cual es - costeable operar un equipo, en lugar de desecharlo, sustituirlo, reconstruirlo, venderlo etc.

Algunas de las consideraciones que afectan principalmente la vida económica son: (indicadas en orden de importancia o probabilidad de ocurrencia)

- . Ajustes o programas de mantenimiento integrales
- . Previsión o premonición de futuros acontecimientos
- . Cambios de precios de combustibles, refacciones y materiales de mantenimiento
- . Cambios en precios de mano de obra
- . Costos de oportunidad
- . Obsolescencias de diseño
- . Cambios en la economía del sector o ramo industrial
- . Cambios en la economía de la región del país
- . Aparición en el mercado de substitutos (por cualquier razón)
- . Cambios políticos

FIABILIDAD Y DETERIORO

Para entender el comportamiento de un producto a lo largo del tiempo, consideremos inicialmente lo que pasaría con un elemento que no tuviera que ser mantenido a lo largo de su vida, tal sería el caso por ejemplo de un balero lubricado "de por vida", un aislamiento eléctrico etc.

La figura A muestra diferentes comportamientos aunque todos ellos tienen cualitativamente la misma forma.

Estrictamente hablando, la curva de fiabilidad no es la inversa - en su coordenada vertical con la curva de vida de un equipo; en términos comunes, la probabilidad de falla es el complemento de la fiabilidad.

Una "tarea", "operación", "acción" ó "evento" de mantenimiento, - es el trabajo que se hace para restituir parcialmente la fiabilidad perdida por deterioro; esto se presenta gráficamente y en forma simplificada en las figuras B y C en que se muestran los 2 parámetros de una tarea de mantenimiento que son:

- . Cantidad de mantenimiento.- Incluye mano de obra, refacciones, material gastable, recambios o restituciones de materiales etc. todo esto también se puede considerar como "esfuerzos".
- . Tiempo.- Es el tiempo que por concepto de mantenimiento el equipo queda fuera de operación.

Desde luego que la combinación de recursos nos da el tiempo óptimo que es económicamente adecuado de emplear en la tarea.

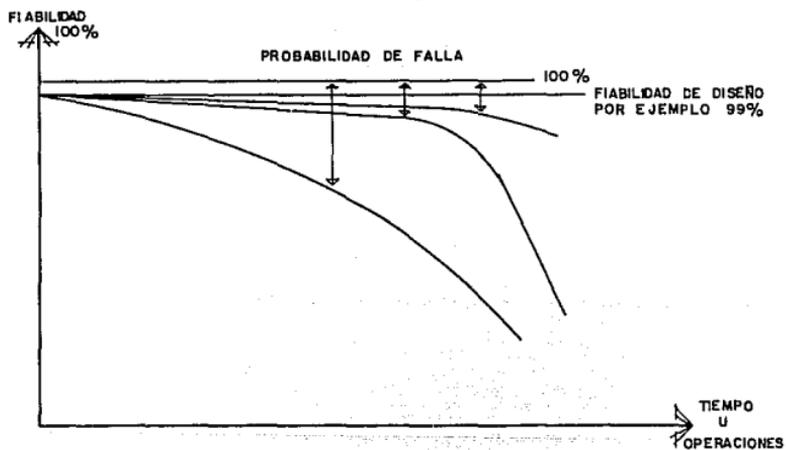
Las tareas de mantenimiento para un mismo equipo no son iguales, sino que se alteran "menores", "mayores", "rehabilitación" etc. - ver figura C . Una curva más apegada a la realidad es la que se muestra en la figura D .

Cantidad Adecuada de Mantenimiento.

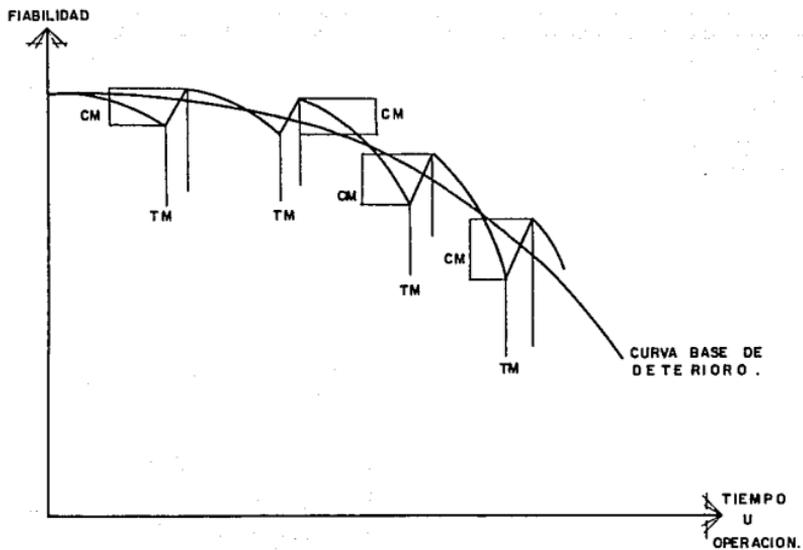
Hay que dar la cantidad de mantenimiento que muestre ser la económica. Ver figura E .

- . Un mantenimiento exagerado no es económico, principalmente por los costos indirectos de control y administración involucrados, además de que los paros de equipo son tan frecuentes que alteran el flujo de operación.

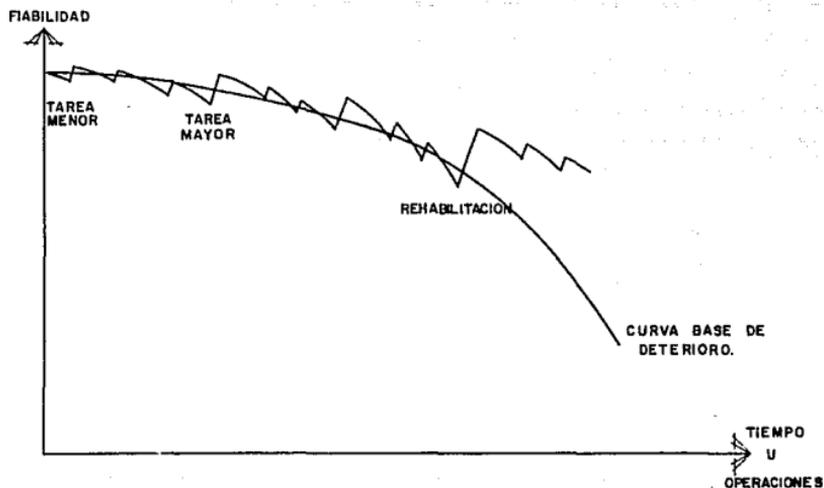
La fiabilidad se mantiene más o menos alta y la vida útil se prolonga.



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	P/A
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	TESIS	
	ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
DISEÑO OCTAVIO MIRO M.	TITULO CURVA DE DETERIORO (PERDIDA DE FIABILIDAD).	A



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
DIRIGIDO OCTAVIO MIRO M.	TITULO CALIDAD Y TIEMPO EN CADA TAREA DE MANTTO.	1/8 B



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
AUTOR OCTAVIO MIRO M.	TITULO TAREAS DE MANTENIMIENTO	PAG. C

FIABILIDAD



VIDA SIN
MANTENIMIENTO.

VIDA CON MANTENIMIENTO
CORRECTIVO.

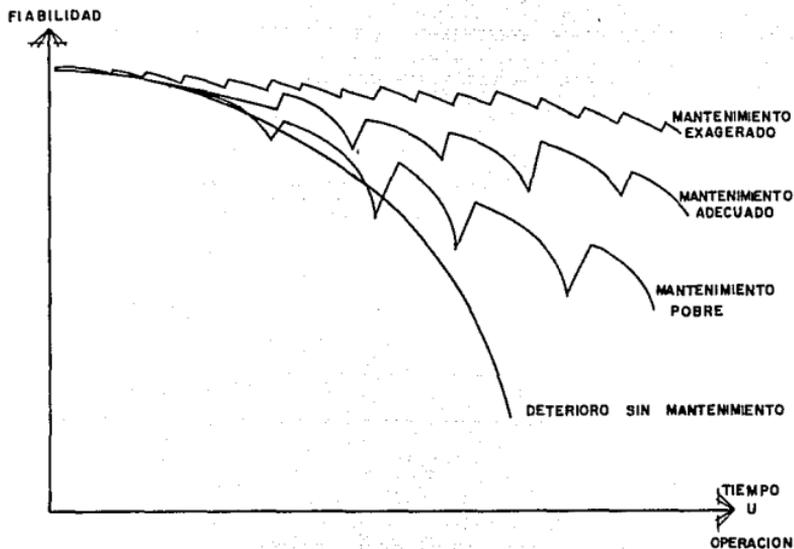
VIDA CON MANTTO.
RECOMENDADO POR
EL
FABRICANTE.

MANTENIMIENTO
ECONOMICO

VIDA CON MANTTO.
MINIMO.
(EN ESTE CASO SOLO
LUBRICACION.)

TIEMPO
U
OPERACIONES

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
CONJUNTO OCTAVIO MIRO M.	TITULO COMPORTAMIENTO MECANICO DE UNA PIEZA	FR D



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	TEMA: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
DRIBUJO: OCTAVIO MIRO M.	TITULO: CANTIDAD ADECUADA DE MANTENIMIENTO.	FECHA: E

El aumento en fiabilidad y vida, difícilmente pagarían los costos por un mantenimiento exagerado, además de ser muy probable que la vida económica sea mas corta que la vida útil, habiéndose desperdiciado esfuerzos en el mantenimiento de un equipo que por otras razones tiene que ser retirado de operación.

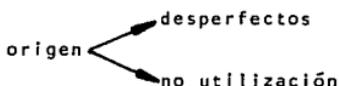
- . Un pobre mantenimiento no es tampoco económico, ya que la pérdida de fiabilidad en cada "valle" de la curva es muy grande y - por lo tanto se está incurriendo en riesgos grandes. Las tareas de mantenimiento resultan muy caras, ya que el deterioro sufrido por las partes va más allá del calculado en diseño, llegando se a tener que substituir componentes, que de haberse mantenido antes solo hubiera tenido que ser reajustados.

- . El mantenimiento adecuado o económico considera el estudio de - probabilidad de falla, riesgos por falla, necesidad de continuidad de operación, oportunidad de paro, para efectuar las tareas, costo y oportunidad de refacciones, factores políticos o de imagen etc.

Fundamentos Técnicos

Un equipo o máquina puede quedar fuera de servicio o prestar un servicio ineficiente debido a:

- Desperfectos por averías y defectos
- No utilización



El mal funcionamiento, la disparidad o incompatibilidad del equipo con respecto a uno o varios requisitos que deben satisfacer en cuanto a los parámetros y características fundamentales de trabajo, aún en el aspecto exterior o comodidad de explotación, se consideran como manifestaciones de un defecto. Los defectos que no motivan necesariamente un daño en el equipo, aunque sí en el producto, en el trabajo, al medio ambiente, se denominan defectos. Al respecto se recomienda adoptar la clasificación que de ellos hace el Instituto Mexicano de Control de Calidad, A.C., de acuerdo a:

- Defecto
cualquier discordancia de un elemento con algún requisito específico.
- Defecto crítico
defecto que, por razonamiento lógico o por la experiencia, se teme que pueda constituir un perjuicio para las personas que hayan de utilizar o conservar el producto, o que haga que el producto o sistema no sea funcional.
- Defecto mayor
un defecto que no es crítico, pero que pueda ocasionar una falla o al menos una merma en la aptitud del artículo o sistema para ser utilizado con el propósito a que se destina.

- Defecto Menor

Defecto que no presupone que pueda reducir substancialmente la aptitud de un artículo o sistema para ser empleado con su finalidad o que es una desviación de las normas establecidas, de poca influencia incluso o función del artículo.

Cabe aclarar que entre los "requisitos específicos" que hacen que una condición característica o pieza sea considerada como defecto, están enfoques tales como:

- Geometría, constitución acabado, apariencia estética, función, rendimiento, comportamiento, eficiencia, propiedades organolépticas etc.

En las instalaciones, edificios o áreas exteriores de las empresas, existen miles de condiciones defectuosas o defectos. El mantenimiento debe abocarse a la superación de éstos (recordemos a Pereto) de acuerdo a su importancia, que puede enfocarse o ponderarse desde varios puntos de vista, entre los cuales estan:

- . Criticidad del defecto (ver definición de defecto).
- . Probabilidad de queja, demanda, litigio.
- . Afectación al nombre, imagen etc. de la empresa.
- . Porcentaje de usuarios descontentos.
- . Tiempo y costo de reparación.
- . Afectación de la decisión de compra del producto o servicio.

Dentro del defecto crítico, habría que hacer dos claras subdivisiones, el defecto crítico de seguridad y el defecto crítico funcional.

Recomendación.

Todos los defectos críticos deben ser documentados de cerca, su solución hasta su erradicación incluyendo medidas preventivas a seguir. Esta "bitacora de problemas críticos" debe llegar a los administradores o directores generales de la empresa.

Nota importante.

Por ética profesional es necesario que los "defectos críticos de seguridad" más trascendentes, sean reportados (asegurándose con firma de recibido) a los dueños o Consejo Directivo de la dirección general. Si no se obtuviera respaldo oportuno para su solución, podría recurrirse a las autoridades competentes.

Entre los defectos críticos de seguridad más usuales están:

- . Elementos estructurales del edificio mal construidos o diseñados y su revisión después de sismos.
- . Escape de gases, humos tóxicos o explosiones.
- . Salidas o equipos de emergencia inoperantes.
- . Infiltraciones contaminantes al agua potable.
- . Instalaciones eléctricas en condiciones críticas.

Los defectos se corrigen con las puestas a punto, reglajes, limpiezas etc.

Los defectos pueden originar repercusiones en los operadores, en el ambiente, en los mecanismos o aparatos pudiendo producir averías en el equipo y en el producto.

La avería es una alteración de la capacidad de trabajo o modificación de las propiedades de las máquinas o equipos o en alguna de sus partes, por lo cual deja de cumplir total o parcialmente sus funciones.

Las averías se corrigen por medio de las reparaciones y se clasifican según:

A) SEGUN EL GRADO O CARACTER DE LA INFLUENCIA EN LA CAPACIDAD DE TRABAJO.

Son averías totales, completas o catastróficas, cuando el equipo o parte queda totalmente fuera de servicio, con alteración completa de sus cualidades de utilización o capacidad de tra-

CUADRO No.

CLASIFICACION DE LAS AVERIAS

	Fundamentos	Designación
A	Según el grado de influencia en la capacidad de trabajo	Avería total (completa) Avería parcial - (o incompleta)
	Según el caracter de la influencia en la capacidad de trabajo.	Avería catastrófica Avería paramétrica
B	Según la relación con otras averías	Avería independiente Avería dependiente
C	Según la forma de aparición	Avería repentina Avería gradual
D	Según la permanencia de la avería	Avería estable Avería temporaria Avería repetitiva

bajo y no puede trabajar sin previa reparación, a veces requiere cambios y en ciertos casos son irreparables. Le corresponden las: roturas, explosiones, corto circuito, fracturas, deformaciones, - atascamientos, engranamientos de las piezas mecánicas, el fundido o combustión de las piezas de construcción o componentes del circuito, o simplemente el desgaste natural ya sea por el envejecimiento de ciertos materiales.

Son averías parciales, incompletas o paramétricas cuando se manifiestan en el trabajo u operación o se efectúa de un modo distinto al requerido por las condiciones tecnológicas o se manifiesta en un emplazamiento del funcionamiento, ruidos, vibraciones etc. Este emplazamiento puede ser estable o temporal. Pero con el fin de evitar confusiones se les engloba llamándolas averías paramétricas.

B) SEGUN LA RELACION CON OTRAS AVERIAS

La avería es un hecho dependiente, si la aparición o probabilidad de aparición de la avería en un elemento, se debe a la de otras.

Por el contrario, es un hecho o acontecimiento independiente, cuando la avería de un elemento cualquiera del sistema, no motiva la de otros elementos.

C) SEGUN LA FORMA DE APARICION

Son averías repentinas y por lo tanto inesperadas si producen una variación brusca a salto de las propiedades o parámetros fundamentales y si se destruyen catastróficas. Estas averías pueden deberse a:

- Desperfectos internos o externos de los elementos.
- Errores en la utilización, como regímenes y condiciones de trabajo inadecuadas o a los derivados de las equivocaciones del personal.

Son averías graduales si se observa variación suave y progresiva de las propiedades o parámetros; pueden deberse al envejecimiento y al desgaste o fallas de los elementos en partículas o de todo el sistema.

D) SEGUN LA PERMANENCIA DE LA AVERIA

Las averías estables, solo se eliminan con la reparación, regulación, reglaje o bien sustituyendo el equipo o parte correspondiente. Las averías temporarias pueden desaparecer espontáneamente sin ninguna intervención, debido a que las causas que las motivaron dejaron de actuar. Pueden ser causas de averías temporarias: regímenes y condiciones de trabajo anormales tales como grandes desviaciones de temperatura o humedad o presión, la aceleración, vibraciones en magnitud anormales, resonancias etc.

Las averías o defectos temporales y que se repiten muchas veces, se denominan alternantes o intermitentes. Por lo general suelen ser difíciles de detectar las causas, que producen estas averías, ya que atestiguan la existencia de anomalías en la calidad del equipo, en sus regímenes o en sus condiciones de trabajo.

Tipo de Averías.

Teniendo en cuenta la clasificación anterior, se pueden establecer en relación a la complejidad de las averías en los siguientes tipos:

- Averías importantes (se presentan en piezas también importantes)
- Averías sencillas.

Las averías importantes tienen carácter: total o parcial, destructivo, catastrófico, dependiente, repentino, estable, permanente.

Las averías sencillas tienen carácter: parcial-incompleto, paramétrico, independiente, temporario.

Causas de Averías.

Las averías y defectos que se producen, de acuerdo a estudios realizados en aparatos y equipos, indican que del total provienen:

- El 40% al 45% de los errores cometidos al diseñar.
- El 20% de los errores cometidos al diseñar.
- El 30% de las condiciones de explotación y regímenes incorrectos de utilización o del servicio incorrecto.

Causas	de desperfectos	diseño y fabricación errónea explotación incorrecta desajuste y envejecimiento
	de no utilización	diseño inadecuado nuevas necesidades nuevos diseños

Documentación de Fallas.

En la mayoría de los casos, una buena evaluación del elemento fallado, comúnmente un análisis por despiece (tear down), dirá mucho sobre las condiciones de trabajo, uso o abuso al que estuvo sujeto en su operación. Es posible en mayor o menor grado, reconstruir las causas que llevaron a su límite de vida de un elemento.

En el trabajo de mantenimiento una buena forma de trascender, es dejar de nuestro trabajo registros o documentos que sean el resultado ya cristalizado de nuestra experiencia diaria en nuestro labor. Específicamente cuando acontece una falla o se hace posible una mejora para provecho futuro, se deben documentar, gráfica y literalmente, en una bitacora, la cual contendrá los siguientes capítulos:

- . antecedentes
- . acciones inmediatas
- . retro información
- . secuencias de fechas
- . análisis
- . planeación futura
- . consecuencia del suceso
- . acciones mediatas
- . anexos (fotos, reportajes etc)

3. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO CORRECTIVO (M.C.)

Es toda aquella actividad que tiene por objeto corregir un desperfecto presentado en forma imprevista, en el equipo o instalaciones y tratar de localizar la causa de dicha desviación. Las actividades que se desarrollan en este tipo de mantenimiento son: reparación y reemplazo.

Estos desperfectos o averías pueden estar originados por: explotación inadecuada, negligencia, mal funcionamiento, fallas: en calidad en el diseño de máquinas y equipos.

La reconstrucción (overhaul) es el mantenimiento de rehabilitación total de las propiedades físicas al término de su vida útil. Este mantenimiento se puede justificar técnica y económicamente, lo cual es frecuente en aquellos casos en que es difícil la adquisición del reemplazo.

En función de la urgencia, se divide el mantenimiento correctivo en:

- Correctivo crítico
- Correctivo programado.

Por lo general tanto el mantenimiento correctivo crítico, como el programado no están separados y están atendidos por un equipo de operación especializados que cuentan con los medios para cumplir con su cometido.

Se efectúa el mantenimiento "correctivo crítico" cuando la avería es urgente: de la manera más directa, en el menor tiempo posible y con la mejor preparación que permitan las circunstancias; de igual manera se efectúa mantenimiento "correctivo programado" - cuando la avería no es urgente, difiriendo la ejecución para el -



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
TESIS.		
ADMINISTRACION DEL		
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		
DIRIGIDO OCTAVIO MIRO M.	TITULO. LOS PROCEDIMIENTOS.	FOLIO 3

momento más oportuno y con la preparación más adecuada. El carácter de no urgente, puede deberse a que es posible utilizar otro equipo en reemplazo al averiado.

Al M.C. se le llama:

- De mejoras, cuando se introducen pequeñas mejoras que tienen una acción de corrección y prevención, que según el grado de urgencia se efectúan como trabajos críticos o programados.
- De emergencia, cuando deben efectuarse de inmediato las reparaciones porque la avería o defecto grave, pone fuera de operación económica aceptable a máquina, equipo o servicios críticos para la producción y claves para la economía empresarial.
- Común, cuando la avería permite ser reparada según programa acorde con la urgencia.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)

Es bastante común que en la mayoría de las plantas industriales se realice el mantenimiento sólo cuando tiene que hacerse; esto trae como consecuencias, entre otras, las siguientes:

- a) Tiempos improductivos en las áreas de producción, por paros no programados.
- b) Baja eficiencia de utilización de los recursos del departamento de mantenimiento.
- c) Pérdida gradual de las características de los equipos de la planta.
- d) Generalmente un mayor costo de mantenimiento.

IMPORTANCIA DE LLEVAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La importancia de llevar un sistema de mantenimiento preventivo - (M.P.), el cual podríamos definir como: "Es toda actividad programada, efectuada periódicamente que tiene por objeto mantener el equipo e instalaciones en buen estado, así como prevenir fallas ó atenuarlos cuando éstos se presenten".

La instauración de un sistema de mantenimiento preventivo debe re presentar el concepto de desarrollo de las actividades cuando "se quiere hacer" en substitución del "se tiene que hacer".

El M.P. puede ser definido también por el conjunto de actividades desarrollados para reducir el número "normal" de paros imprevistos de un bien. Así el M.P. debe controlar el número máximo de hora hombre (H.H.) destinados a corregir fallas por imprevistos.

Las ventajas que se obtienen de llevar un mantenimiento preventivo, son entre otras, las siguientes:

- a) Reducción de tiempos improductivos por paros no programados en las áreas de producción.
- b) Mayor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos del departamento de mantenimiento, al poder hacer una programación efectiva de sus actividades.
- c) Mayor control de operación y mantenimiento del equipo considerado como crítico.
- d) Conservación de las características originales de funcionamiento de los equipos.
- e) Menores costos globales de mantenimiento.

- f) Mejoramiento del nivel técnico del personal del Departamento de Mantenimiento.

FACTORES QUE AFECTAN LA FUNCION DEL M.P.

Los factores que pueden contribuir a hacer fracasar un plan de M.P. son los siguientes:

- a) Elaborar programas de M.P. demasiado ambiciosos. Cuando se elabora un programa de M.P., las actividades en él mencionadas deben cumplirse rigurosamente. El no hacerlo significa que el programa falló, acumulándose trabajo para cumplirse en el siguiente programa, haciéndose cada vez más difícil el cumplirlo.
- b) Costos elevados de M.P. Un sistema de M.P. que ocasione costos mayores comparativamente que si no se llevara, no tiene razón de ser implementado, puesto que el fin último que se pretende es una reducción de costos de mantenimiento, sin perjuicio para el personal, equipo e instalaciones.

Es por eso que en la implantación de un sistema de M.P., se debe hacer una cuidadosa selección del equipo que se incluirá en el plan de M.P. y cuando éste se inicie deberá ser con poco equipo al principio, el cual se evaluará constantemente. Para saber si son adecuadas las rutinas de M.P.

Lo que se buscará finalmente es el punto de equilibrio entre la cantidad de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo efectuado en las instalaciones de la planta en función de costos de M.P. y M.C., aprovechamiento y disponibilidad de recursos de mantenimiento, reducción de tiempos de producción, por mantenimiento.

- c) Falta de preparación técnica del personal de mantenimiento.

En el M.P. es muy importante, como hacerlo, a que equipo y cuando hacerlo.

Es por ello que, el personal de mantenimiento deberá tener un completo conocimiento del mantenimiento y operación del equipo de la planta.

REQUISITOS BASICOS NECESARIOS PARA IMPLANTAR UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Los requisitos básicos necesarios para iniciar un plan de mantenimiento preventivo, se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Dividir por áreas o secciones las instalaciones de la planta.
- b) Tener codificado todo el equipo de la planta considerado como más importante.
- c) Manejar en forma cotidiana el uso de la Orden de Trabajo por parte de todas las áreas de la planta.
- d) Tener elaboradas y organizadas las tarjetas de registro de todos los equipos considerados como importantes y estar manejándose corrientemente estas tarjetas; es decir, que todas las actividades que se llevan a cabo en los equipos sean registrados en las respectivas tarjetas de una manera oportuna y fidedigna.
- e) Que el almacén de refacciones tenga a disposición del departamento de mantenimiento el tipo y número de refacciones consideradas como necesarias, así mismo el almacén pueda proporcionar oportunamente los costos de adquisición de las mismas.
- f) Dependiendo del tamaño de la planta, de la cantidad de equipo instalado y del tipo de proceso que se lleve a cabo, se defini

rá si es necesario contar con un cuerpo de planeación, encabezado por el coordinador de mantenimiento.

- g) Finalmente, el requisito que tal vez sea el más importante es el que para incluir cualquier equipo dentro de un plan de M.P. dicho equipo deberá alcanzar el máximo nivel operacional; es decir, deberá estar trabajando en correctas condiciones de operación y a su máxima eficiencia. Mientras no se logren estas condiciones se aplicará solamente Mantenimiento Correctivo.

Procedimiento para la implantación de un sistema de Mantenimiento Preventivo.

Para iniciar la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, una vez que se han cumplido los requisitos anteriores, se procederá a hacer las siguientes actividades:

- a) Se selecciona, de ser posible, una área de proceso específica y de dicha área se recogerán los equipos que se consideren como más importantes y que por tal motivo se justifique el incluirlos en un plan de mantenimiento preventivo.

El objeto de tomar solamente un área, ya sea de proceso o de servicio, es en primera instancia para ir implantando gradualmente el M.P. y para comparar el comportamiento entre áreas que tienen M.P. contra las que no lo tienen.

La selección de los equipos se deberá hacer atendiendo a los criterios siguientes:

Incluir al equipo que por su importancia dentro del proceso pueda, en caso de falla, ocasionar pérdidas de producción o provocar alteraciones inadecuadas en la calidad del producto.

Incluir aquellos equipos que en caso de falla, pongan en peli-

gro la seguridad del trabajador.

También deberán incluirse aquellos equipos que por su alto valor, justifiquen el costo de mantenimiento preventivo.

b) Elaboración de paquetes de mantenimiento preventivo.

Sobre el equipo seleccionado para incluirlo en un plan de M.P. se harán paquetes de M.P., llamándole así al conjunto de actividades de mantenimiento a desarrollar en una rutina. La forma que se utiliza se encuentra en el anexo No. 4 y el procedimiento es como sigue:

Se analizará la información técnica que se tenga al respecto o se complementará hablando con los proveedores del equipo.

De acuerdo a lo que indique el proveedor, la experiencia y conocimientos que se tengan de los equipos, se elaborarán rutinas de mantenimiento preventivo y éstas serán tantas como sean necesarias y deberán efectuarse con la frecuencia que se estime conveniente.

Un ejemplo típico de aplicación será el siguiente en el cual se muestra cómo llenar una forma de paquete de M.P. así mismo, para efectuar cualquier rutina de M.P. el Departamento de Mantenimiento deberá saber qué refacciones y/o materiales deberán tenerse a mano, para no incurrir en el error de que se desarmó el equipo y no se tiene lo necesario para hacer la corrección de la desviación en el funcionamiento.

Por lo tanto en el reverso de la hoja del paquete de M.P. (Anexo No. 4) se anotará el número de partes y materiales necesarios de repuesto que el personal de mantenimiento debe tener disponible en el momento de hacer la revisión.

c) Programación de los Paquetes de Mantenimiento Preventivo.

Una vez que se ha determinado que cantidad de revisiones han de efectuarse a un equipo determinado, así como la frecuencia de las mismas, se procederá a hacer la programación en la segunda sección de la hoja de registro del equipo seleccionado - (ver anexo No.) en el que debe anotarse el número de paquete de M.P. en la primera columna y la programación se hará de acuerdo a la frecuencia que dicho paquete tenga, que puede ser: semanal, quincenal, mensual, según se haya estimado conveniente.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Este tipo de mantenimiento se basa fundamentalmente en detectar fallas ó las desviaciones antes de que ocurran, esto es por medio del diagnóstico sensible y el diagnóstico instrumentado de comportamiento interno y externo de los distintos sistemas y subsistemas del equipo, así como en las experiencias de otros equipos en situaciones semejantes, integrándose así una serie de gráficas o ecuaciones que nos indiquen la tendencia en incidentes para tener tiempo de corregir sin perjuicio de la producción.

En lo que respecta a éste tipo de mantenimiento, es realizado con técnicos en diagnóstico. (Pag.) y monitoreo.

El principal auxiliar de este tipo de mantenimiento, es la Estadística, la cual se basa en los datos aportados por los diagnósticos sensible e instrumentado, para compara con comportamientos de equipos semejantes y así poder prescribir las recomendaciones de mantenimiento o la sustitución de determinados elementos, relacionándose en esta forma tanto con el mantenimiento preventivo como con el mantenimiento correctivo.

Este servicio se basa en el comportamiento de cualquier elemento durante su operación, registrando periódicamente los diferentes incidentes que se van presentando.

El programa de mantenimiento predictivo proporciona pronósticos de cambio, reposiciones y datos para un reemplazo económico. Todo esto significa que de aplicarse apropiadamente el mantenimiento predictivo, habrán terminado problemas como los siguientes:

1. Sustitución en forma rutinaria de partes costosas, sólo para estar seguros de su funcionamiento.
2. El pronóstico de que tiempo de vida le queda a cojinetes de rodamientos, aislamientos, engranes, motores eléctricos y de combustión interna, transmisiones etc.
3. Suspensiones de la producción fuera de programa por fallas imprevistas.

Metodología del Mantenimiento Predictivo.

Los métodos en que se basa el mantenimiento predictivo se dividen en las siguientes técnicas:

- a) Monitoreo e instrumentación.
- b) Análisis estadístico.
- c) Diagnóstico.
- d) Predicción.

Algunas Técnicas de Diagnóstico

La aplicación de la tecnología del diagnóstico es de gran importancia, ya que permite monitorear los componentes de funcionamiento de la maquinaria de producción. Esta técnica hace posible parar la máquina antes de que pueda sufrir un importante deterioro, identificar el componente averiado y posibilitar que el técnico de mantenimiento efectúe rápidamente el correspondiente ajuste o reemplazo. Esta tecnología ha permitido mejorar mucho el tiempo disponible.

En base a la tecnología y la instrumentación actuales pueden medirse y evaluarse más de 20 diferentes características de funcionamiento simples y varias docenas de otras más complejas de máquinas y equipos. Entre ellas se encuentran las siguientes:

Temperatura	Caudal	Presión
Humedad	Tensión y deformación	Movimiento mecánico
Vibración	Ruido y sonido	Posición mecánica
Aceleración	Desaceleración	Velocidad
Acción cíclica	Tiempo	Grado de cambio
Descarga de efluentes	Condición química	Acidez / pH
Función mecánica	Secuencia mecánica	Función eléctrica
Secuencia eléctrica	Secuencia y función electromecánica	

Características de campo magnético.

- Características eléctricas
- uso/consumo
 - Características de funcionamiento
 - Características de arranque
 - Aumento de temperatura
 - Fugas

Condición del aceite	- uso	- viscosidad	- dilución
	- lubricidad	- contaminación	- partículas
	- dilución	- partículas	- acidez
	- aditivos	- oxidación	- oxidación

Al utilizar las lecturas de estas características operacionales - debe tenerse en cuenta que no hay una única medición que pueda - proveer informaciones adecuadas sobre la toma de decisiones.

Una sola medición solo puede ser un elemento indicador o una guía para problemas pendientes, por lo cual todo sistema debe formarse en base a la realización de múltiples mediciones de datos y de análisis de múltiples características. De todas estas posibles características, probablemente tres son las más importantes en cuanto a lo que pueden indicar sobre la máquina / equipo. Ellas son:

1) Temperatura, 2) Vibraciones y 3) Condiciones de aceite.

La temperatura es generalmente un buen parámetro de indicación de otros problemas. Las vibraciones son buen índice de desgaste o - cargas des acostumbrados, o de cambios en las condiciones de funcionamiento. El análisis de la condición del aceite puede indicar sobrecalentamiento, filtros sucios, fugas y contaminación o dilución, partículas metálicas de desgaste, etc. Pero para poder identificar los problemas es necesario tomar múltiples lecturas.

Instrumentación de Diagnóstico Típica

Temperatura	- Termómetros, Pirómetros, Termocuplas
	- Termistores, Detectores de infrarrojos.
Presión y deformación	- Calibres de presión, Transductores, Extensómetros
	- Celdas de carga.
Vibración y ruido	- Transductores de vibración, analizadores de vibración

Electricidad

- Voltímetros, Amperímetros, Multímetros
- Megaohmetros, Probadores de continuidad.
- Ohmímetros
- Calibres de espesor de aislamiento.

**Condición de
aceite**

- Ensayos de laboratorio, análisis espectrográ-
ficos
- Unidades de ensayo de aceite portátiles
- Monitores de condición de aceite en línea.

**Condiciones mecá-
nicas**

- Dispositivos de proximidad, magnetómetros
- Dispositivos de campo magnético, Aceleróme-
tros.

NIVEL DE MANTENIMIENTO.

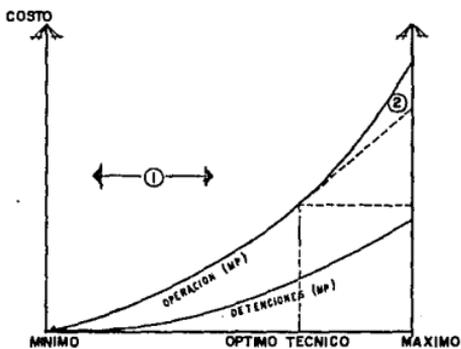
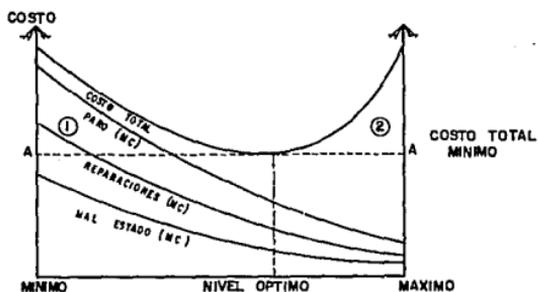
Llamaremos "nivel de mantenimiento" al grado de atención que se presta al equipo. Evidentemente, ya que no es posible dejar de prestar algún mantenimiento al equipo, el mínimo - aparente - de atención, consistirá en el mantenimiento correctivo (M.C.) solamente, cuyo costo será la suma de:

1. Costo por mal estado de la máquina. El descuido o ninguna atención del equipo origina: pérdida de precisión, pérdidas de tiempo por desajustes, aumento de riesgo al personal (accidentes), ineficiencia, disminución de potencia, depreciación acelerada, desgaste prematura, etc. A medida que aumenta el nivel de mantenimiento disminuye el costo por mal estado.
2. Costo de reparación (M.C.) elevado por la frecuencia y gravedad mayor de las averías.
3. Costo por el paro forzoso (M.C.) también elevado por disminución de producción, por pérdida de mano de obra, etc. Los costos por: mal estado, reparaciones, paros, disminuirán desde un supuesto mantenimiento preventivo nulo, hasta un máximo compatible con las posibilidades.

NIVEL OPTIMO (VENTAJAS)

El nivel de mantenimiento más conveniente u óptimo en cuanto a costo, es el que corresponde al costo total mínimo (punto A Fig. 3A) por sobre la línea AA indica costos excesivos, los correspondientes a la zona 1 por mantenimiento preventivo en defecto (bajo nivel) y a los de la zona 2 mantenimiento preventivo en exceso. El "costo administrativo" debe agregarse a los costos totales, cuando se emplean sistemas corrientes, los suponemos prácticamente constantes para todos los niveles de mantenimiento. Para ca-

NIVEL DE MANTENIMIENTO.



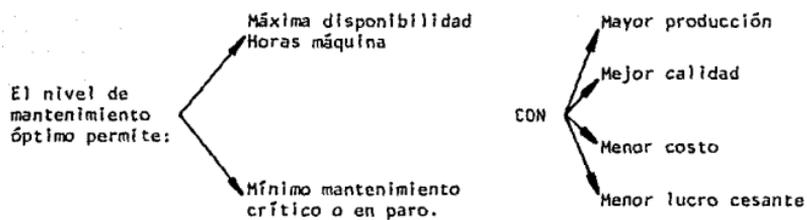
NIVEL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TESIS: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
CANDIDATO: OCTAVIO MIRO M.	TITULO: NIVELES DE MANTENIMIENTO	FOLIO: 3A

sos muy complejos o de cierta envergadura es posible realizar - económica y eficientemente la administración del mantenimiento - preventivo por medio de sistemas adecuados: mediante ordenadores, mediante tarjetas perforadas, ficheros, kardex, etc. El costo - del mantenimiento preventivo (MP) está constituido por:

1. Costo por detenciones, el aumento de mantenimiento (M.P.) significa generalmente, también un aumento del tiempo de detención en la producción, con el fin de realizar las operaciones necesarias. Las detenciones (M.P.), así como los paros (M.C.) pueden disminuir y aún obviarse haciéndolos coincidir con las detenciones por cierre por vacaciones anuales, turnos en que no funciona la máquina, fuera de las horas "pico", etc.
2. Costo de operación preventiva (M.P.) (mano de obra y materiales) que crece con el aumento del mantenimiento preventivo y - hasta una cierta medida, los cambios, reposiciones y ajustes, pueden coincidir con los necesarios para obtener una confiabilidad óptima, en tal caso obtendremos el óptimo técnico correspondiente, sobrepasando este óptimo se acentúan las pérdidas.

El costo total mínimo (Fig.3A) puede alcanzar el mínimo mínimum cuando coincide con el óptimo técnico (0) y se disminuyen o eliminan al máximo las detenciones (M.P.) y los paros (M.P.). La zona 1 representa la zona en que requerirá un exceso en mantenimiento correctivo, la zona 2 representa el exceso de costo por nivel de mantenimiento sobre el óptimo. Este costo excesivo puede en ciertos casos disimularse efectuando inspecciones sistemáticas o programadas en lugar de reposiciones y reparaciones preventivas.



Nivel de mantenimiento - ventajas

4. PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO.

PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO

Generalidades.

"Planificar, consiste en prever las acciones y medios necesarios para el logro de los objetivos fijados" y su éxito depende en gran manera del conocimiento de la política de producción adoptada por la Dirección; política que en algunos casos queda explicitada en el "Plan de Acción Empresarial" de corto plazo. No siempre se cuenta con este plan como tal, a veces sólo se dispone de un "Plan de Producción" y otras veces sólo existe una intención de realizar - determinadas acciones.

PLANES Y PROGRAMAS

Desde el punto de vista del mantenimiento deben confeccionarse - coordinadamente y basadas en el Plan de Acción Empresarial Anual - los siguientes planes anuales:

- Plan de producción.
- Plan de trabajos de Mantenimiento, que en conjunto conforman el Plan de Explotación Anual.

El Plan de Producción Anual determina:

- Los productos.
- La cantidad mensual de los mismos.
- La mano de obra y materiales que se insumen.

El Plan de Trabajos de Mantenimiento establece las siguientes previsiones:

- La actividad a desarrollar.
- Las horas-hombre.
- Los materiales, materias primas, repuestos, etc., para el mante

nimiento preventivo, las inspecciones y para el correctivo.

El mantenimiento preventivo e inspecciones, se desarrolla por - equipos, mientras que el correctivo la previsión es global y se - basa principalmente en la dotación de talleres destinados a tal - fin.

La programación consiste en ordenar cronológicamente las acciones necesarias para realizar un determinado trabajo, evaluando la duración y estableciendo la continuidad de los mismos, en función - de los medios disponibles, con el fin de optimizar los resultados.

El programa se realiza distribuyendo los trabajos en base a un ordenamiento de tareas según una prioridad definida de necesidades asignando la carga de mano de obra de acuerdo a la capacidad disponible de la misma.

Se puede diagramar por medio de gráficas de Gant en que se representa en función del tiempo calendario, cada una de las operaciones a realizar, estableciéndose de este modo las secuencias y duración de las mismas.

Permite establecer con anticipación necesaria los medios a emplear, evitando de este modo las pérdidas de rendimiento por imprevisión.

El mantenimiento preventivo en esencia, es un conjunto de tareas de mantenimiento, programadas de manera tal, que el "nivel de mantenimiento" sea mínimo (mantenimiento mínimo necesario imprescindible). Por tal razón, el programa es imperativo en cuanto a su cumplimiento.

Cuando en un sector de producción existe gran cantidad de máquinas o equipos y de variado tipo es fundamentalmente importante efectuar un diagrama de programación integral del sector, tanto de - las inspecciones y de los respectivos trabajos de mantenimiento,

como para los trabajos de rutina, recorridos, etc.

Programa de mantenimiento y reconstrucción.

El programa de mantenimiento y reconstrucción abarca los distintos grados posibles: conservación, reparación y modernización. El proyecto se incluye en los planes a corto, mediano y a largo alcance, teniendo en cuenta el Plan de Producción y en acuerdo entre Producción y Mantenimiento.

PLANES EN EL MANTENIMIENTO.

- A largo plazo (planeación estratégica).

Este tipo de planeación se encuentra íntimamente vinculada con los pronósticos de venta y producción. Aquí se involucra la planeación estratégica de la alta gerencia en la administración total de la producción, de la ingeniería de fábrica, de la dirección y el control de la producción, del control de calidad, etc. El tiempo físico varía de empresa a empresa.

- A mediano plazo (táctica).

Son aquellos planes que están vinculados con los objetivos, políticas y procedimientos del Mantenimiento Preventivo a efecto de que éstos sean afines a la problemática de la compañía; estos planes normalmente se ligan a los presupuestos y se conocen como Planeación Táctica.

- A corto plazo (operativa).

Aquí se contempla la planeación operativa ya que está ligada íntimamente al desarrollo de los proyectos, por lo que viene a ser una planeación específica de los trabajos del mantenimiento. Este tipo de planeación generalmente se elabora por los técnicos del grupo de control de mantenimiento, por ser de carácter rutinario. Este tipo de planes abarca desde las reparaciones a

realizar en un día hasta la planeación integral del mantenimiento a un mes.

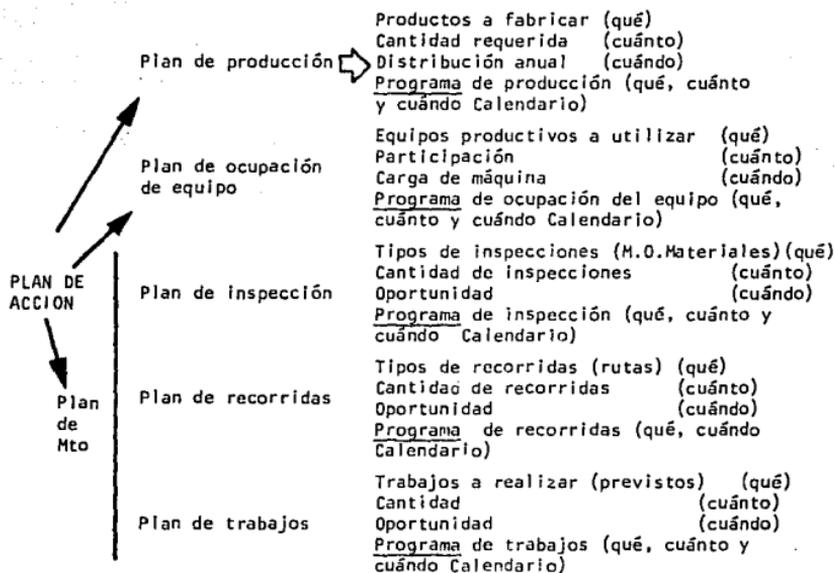
La Planeación del Mantenimiento en estos tres niveles del tiempo involucra las actividades indicadas en la Tabla .

PLANES DE MANTENIMIENTO

A LARGO PLAZO	A MEDIANO PLAZO	A CORTO PLAZO
- Cambios en el equipo de mantenimiento y en las necesidades de las instalaciones.	- Presupuesto Anual de Mantenimiento.	- Lubricación.
- Cambios en los equipos de producción.	- Instalación de equipos o máquinas nuevas.	- Reparación de equipos.
- Consideraciones para nuevos espacios.	- Trabajos de carácter cíclico.	- Mantenimiento correctivo.
- Redistribución de equipos, máquinas o herramientas.	- Instalación de sistemas de mantenimiento preventivo.	- Cambios de refacciones.
- Capacitación y/o contratación de personal.	- Pintura en edificios o maquinaria.	- Ordenes de trabajo diario
- Cambios en los sistemas de mantenimiento.	- Inspecciones mensuales, trimestrales, - semestrales o anuales.	- Reparaciones menores.
- Reconstrucción de equipos o edificios.		

PLAN DE ACCION ANUAL DE MANTENIMIENTO

Plan de acción: Lineamiento básico de planeamiento de explotación económico - racional de una organización empresaria industrial.



Plan de Acción.

Confección del Plan de Mantenimiento.

Para la confección de un Plan de Mantenimiento se requiere el conocimiento del Plan de Producción y de ocupación del equipo y por lo general, se parte de una lista de máquinas en la que se consigna el estado de deterioro y la prioridad. (Ver cuadros).

Luego de un relevamiento sobre el estado de deterioro, en conocimiento de las prioridades con respecto a la producción a realizar y de acuerdo a las posibilidades económica-financieras, se debe

efectuar un listado de necesidades con sentido realista que sirva de base para desarrollar un programa de reconstrucción, reparaciones, modernizaciones y conservación, dentro del presupuesto y el plan general, siempre en consulta entre mantenimiento y los supervisores de producción.

CLASIFICACION	ESTADO DE DETERIORO	No. CLAVE	A C C I O N
	Buen estado de uso	1	Conservación
Aptas	Reparables	2	Reparación sencilla
		3	Reparación pequeña
		4	Reparación media
		5	Reparación general
No aptas	Reconstruibles	6	Reparables con modificaciones
	Reconstruibles obsoletas	7	Modernizaciones
	No reconstruibles	8	De baja

Cuadro - Estado de deterioro

PRIORIDAD.

En cuanto a la prioridad está determinada por la influencia que tiene el equipo en la marcha de la producción y las posibilidades de reemplazo.

Se considera crítico el equipo cuya detención origina la paralización del proceso. A los equipos críticos se les puede clasificar en: (Cuadro siguiente).

- Crítico no reemplazable dependiente.
- Crítico no reemplazable independiente.
- Crítico reemplazable (cambiando proceso).

Dentro del equipo o máquina crítica tiene prioridad aquel que sufre averías repetitivas que afecten su funcionamiento.

Se considera no crítico al equipo cuya detención no origina la -
paralización del proceso y se le clasifica en:

- Reemplazable sustituible.
- Reemplazable de repuesto.
- Reemplazable de reserva.

Se considera no productivo al equipo que no se utiliza en produc-
ción ni en tareas auxiliares.

GRUPO	No. DE ORDEN DE PRIORIDAD	PRIORIDADES	CONCEPTO
Productivo crítico	1	crítico NO reemplazable dependiente	Cuya detención afecta directamente en la mar- cha deteniendo el pro- ceso
	2	crítico NO reemplazable independiente	Cuya detención permite recuperación pero oca- siona serios transtor- nos en la marcha.
	3	crítico reemplazable.	Por permitir que se sa- tisfaga la necesidad - por medio de un cambio en el proceso
Productivo No crítico	4	NO crítico reemplazable- sustituible	Su detención o averfa no ocasiona inconvenien- tes en el proceso o - marcha del conjunto
	5	NO crítico de repuesto	Solo se utiliza en caso de averfa de otra - máquina
	6	NO crítico de reserva	Sólo se utiliza para - aumentar o acelerar la marcha, a veces para - cubrir picos o casos - de emergencia (p. e. - cortes de electricidad)
No Produc- tivo	7	NO crítico	No se utilizan directa- mente para la produc- ción.

Cuadro - Orden de prioridades

P A T R O N		SE MIDE	SE APLICA A:
		La obsolescencia producida por el progreso y avance tecnológico	A todo: Edificios, Máquinas, Instalaciones, etc.
Tiempo	calendario	El deterioro producido por la acción del tiempo (destruccion y permanente) envejecimiento del material	Edificios, infraestructura, Instalaciones, Materiales etc.
	de funcionamiento	El deterioro producido por el uso (desgaste, corrosión, acción de la temperatura, etc.)	Máquinas herramientas, - Motores a explosión, hornos, válvulas electrónicas, etc.
Cantidad efectuada	número de piezas	El deterioro producido por el uso (varía con el tipo de pieza)	Matrices, moldes, modelos.
	kilómetros recorridos	El deterioro producido por el uso (varía con el estado y tipo de camino)	Específicamente a rodados
Ciclos	de trabajo	El deterioro producido por el uso (número de veces que se repite el proceso en determinadas condiciones y bajo sollicitaciones normales)	Aviones (número de aterrizajes) Hornos (número de coladas)
	de reparaciones	El deterioro producido por el uso (número de inspecciones, reparaciones menores, medias y generales)	Máquinas herramientas, hornos, etc.

P A T R O N		SE MIDE	SE APLICA A:
		La obsolescencia producida por el progreso y avance tecnológico	A todo: Edificios, Máquinas, Instalaciones, etc.
Tiempo	calendario	El deterioro producido por la acción del tiempo (destruictiva y permanente) envejecimiento del material	Edificios, Infraestructura, Instalaciones, Materiales etc.
	de funcionamiento	El deterioro producido por el uso (desgaste, corrosión, acción de la temperatura, etc.)	Máquinas herramientas, - Motores a explosión, hornos, válvulas electrónicas, etc.
Cantidad efectuada	número de piezas	El deterioro producido por el uso (varía con el tipo de pieza)	Matrices, moldes, modelos.
	kilómetros recorridos	El deterioro producido por el uso (varía con el estado y tipo de camino)	Específicamente a rodados
Ciclos	de trabajo	El deterioro producido por el uso (número de veces que se repite el proceso en determinadas condiciones y bajo solicitaciones normales)	Aviones (número de aterrizajes) Hornos (número de coladas)
	de reparaciones	El deterioro producido por el uso (número de inspecciones, reparaciones menores, medias y generales)	Máquinas herramientas, hornos, etc.

Cuadro - Patrones de medida

PROGRAMACION

La programación es la ordenación consecutiva de actividades que se tienen que desarrollar en un tiempo y/o costo determinado con objeto de optimizar los recursos por aplicar.

Consiste en canalizar la información contenida en la planeación - previamente realizada hacia los documentos o formatos destinados para ello, los cuáles serán utilizados como fuente emisora de trabajo y como elemento para el control del mantenimiento suministrado a la maquinaria.

La programación tiene como finalidad:

- Establecer las fechas de iniciación y terminación de un trabajo.
- Definir la secuencia que van a seguir las actividades por realizar.
- Establecer el suministro de materiales.
- Conocer la intervención de la mano de obra.

Programa de cada trabajador.

Se deberán programar todos los aspectos que tienen que ver con el mantenimiento, como es el caso de las actividades del trabajador ó técnicas de conservación.

Este programa no solamente debe indicar que determinado individuo trabaje en tales lugares, durante ciertos tiempos, sino que debe indicar lo que debe hacer (actividades definidas) de tal manera - que el trabajador no tenga que preguntar que hacer, donde hacerlo, cómo hacerlo y cuando hacerlo.

Programa del conjunto de trabajos.

Como ya se había comentado, son diversos los programas que conforman la función del mantenimiento, en las que la captación de prioridad, urgencia, disponibilidad de mano de obra, de materiales, de maquinaria y equipo y de revisión de programas, en su conjunto es:

tablecen el Programa General de Mantenimiento.

Métodos de Programación.

Existen sistemas manuales y automáticos; los primeros se utilizan para pequeños y fáciles programas, que son los que abundan y los segundos, se usan mediante procesadores computarizados en programas complejos con mas de 200 actividades.

La diferencia entre uno y otro es la velocidad de respuesta.

Tradicionalmente se programa mediante el uso de barras, que en el caso de ciertos proyectos de poca actividad resulta fácil elaborarlos; pero cuando las actividades son demasiadas, éste método no es efectivo, su riesgo de error es alto; es en estos casos cuando se recomienda el método de Ruta Crítica (C.P.M).

El C.P.M. es un método efectivo para lograr la secuencia lógica de las actividades, pero requiere de observaciones que a continuación se indican:

- Las actividades, secuencias, tiempos y costos deben ser enunciados por uno o más expertos.
- El programador no necesariamente es un experto técnico en el proyecto a programar.
- Se debe considerar las potencialidades del personal propio y externo (contratistas) y los recursos técnicos y económicos de los mismos para obtener resultados reales y no ideales.
- Los tiempos y costos no deben aumentarse a lo real, a menos que se conozcan índices de inflación y restricciones de la mano de obra.
- Lo importante de un programa no consiste necesariamente en que se cumpla al pie de la letra, sino que se sepa por qué, cuándo, de quién es y de que costo fué la falla, así como su magnitud y repercusión. Conocido ésto resulta fácil tomar decisiones correctivas.

- La retroalimentación continua al programa es indispensable, si se omitió Invariablemente deja de funcionar como elemento de control.

IMPORTANCIA DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA

La distribución de planta es el medio por el cual se puede establecer la relación y la organización entre hombres, materiales y maquinaria para obtener el máximo de producción al mínimo costo posible, es decir, es el estudio y la colocación física de los medios industriales, tales como el equipo mecánico, neumático, hidráulico, eléctrico o electrónico en coordinación con los hombres y materiales para aprovechar al máximo los espacios necesarios para el movimiento de materiales, así como el requerido para la mano de obra directa o indirecta y demás actividades auxiliares.

La distribución de planta (Lay Out) es un problema que está íntimamente ligado al mantenimiento, ya que esta función se verá afectada por la adecuada o inadecuada localización de los medios físicos para la producción.

Una buena distribución de planta es un factor importantísimo en la gestión económica de una empresa. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función pues el recorrido de los materiales puede considerarse como la espina dorsal de los procesos productivos (del orden del 30% del costo total de fabricación).

Una deficiente distribución de planta ocasiona (dentro de la dinámica industrial) en poco tiempo, obstrucciones en los pasillos, material dañado, congestionamiento de hombres, manipulación excesiva, de materiales, recorridos excesivamente largos, bajos rendimientos de trabajo en los operarios productivos o indirectos, congestionamiento de las líneas de producción y sobre todo un mantenimiento deficiente a las instalaciones.

Existen dos tipos de problemas que se pueden presentar en la distribución de cualquier empresa:

- Distribución o disposición de una planta nueva.

- Distribución de una planta ya existente.

Los principales objetivos de la distribución de planta o Lay Out son:

- 1) Facilitar el proceso de manufactura.
- 2) Minimizar los movimientos de materiales.
- 3) Mantener una flexibilidad adecuada.
 - a) En la cantidad (por expansiones o aumentos de volumen).
 - b) En la calidad (por cambios de diseño o productos fabricados).
- 4) Asegurar una alta rotación de materiales en proceso.
- 5) Minimizar la inversión en equipo.
- 6) Utilización de lo más racional posible del espacio disponible.
- 7) Utilización más eficiente de la mano de obra.
- 8) Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo (ERGONOMIA).

Una de las principales tareas en el planeamiento de distribuciones es la de planear los centros de trabajo (ayudándose de las técnicas de estudio de métodos y la medida del trabajo). Definamos como Centro de Trabajo el espacio total para realizar una tarea; para su cálculo, debe considerarse la superficie para llevar a cabo la tarea, más el espacio para el desenvolvimiento del operario, más espacios para acceso y salida de materiales, más espacio para mantenimiento y varios.

Con lo anterior es posible darse cuenta que la distribución de planta más un eficiente sistema de mantenimiento preventivo tienen un efecto multiplicativo sobre la producción y por lo tanto se obtendrán mayores beneficios económicos tanto en el corto como en el mediano y largo plazo.

$$\left[\begin{array}{l} \text{DISTRIBUCION} \\ \text{ADECUADA DE} \\ \text{LOS EQUIPOS} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{MANTENIMIENTO} \\ \text{PREVENTIVO} \\ \text{EFICIENTE} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{HOMBRES} \\ \text{MATERIALES} \\ \text{MAQUINAS} \\ \text{EQUIPOS} \\ \text{EDIFICIOS} \\ \text{ETC.} \end{array} \right] = \text{PRODUCCION}$$

Principales Tipos de Distribución

1. Por posición fija.- El componente principal permanece fijo y los elementos de la producción, éstos es, mano de obra, materiales y equipo - concurren a él.
2. Por proceso.- Todas las operaciones del mismo proceso se agrupan en un área, materiales y hombres se mueven hacia la maquinaria que está fija.
3. Por producto o en - línea.- Es aquel en el cual un producto se pro-duce en un área. La maquinaria permane-ce fija y ordenada de acuerdo a la se--cuencia de las operaciones. Si el pro-ducto es normalizado y fabricado en - grandes cantidades es evidentemente el más conveniente (producción masa).

La verdadera importancia de la distribución de la planta en el - mantenimiento, consiste en saber la ubicación de los equipos y - utilizar adecuadamente los espacios para cada máquina.

Factores que influyen en la distribución de planta.

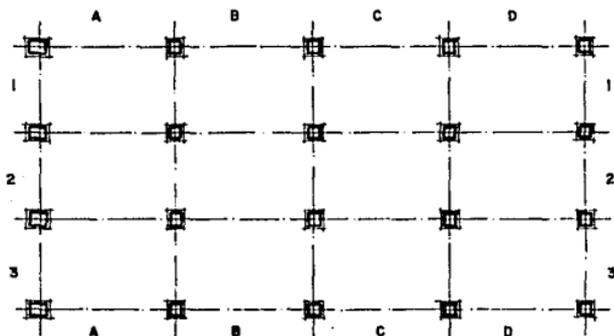
- Materiales
 - . tamaño y peso
 - . forma y volumen
- Maquinaria
 - . máquinas
 - . herramientas y equipos
 - . peso
 - . requisitos del proceso
- Hombre

- . seguridad y condiciones de trabajo
- . mano de obra, tipo de obreros requeridos
- . consideraciones psicológicas personales
- Movimiento
 - . ruta de los materiales, hombres y equipos
 - . entradas y salidas de materiales
 - . espacios para el movimiento
 - . métodos de manejo
- Cambios
 - . flexibilidad en la distribución
 - . adaptabilidad y versatilidad
 - . expansiones y áreas limitantes

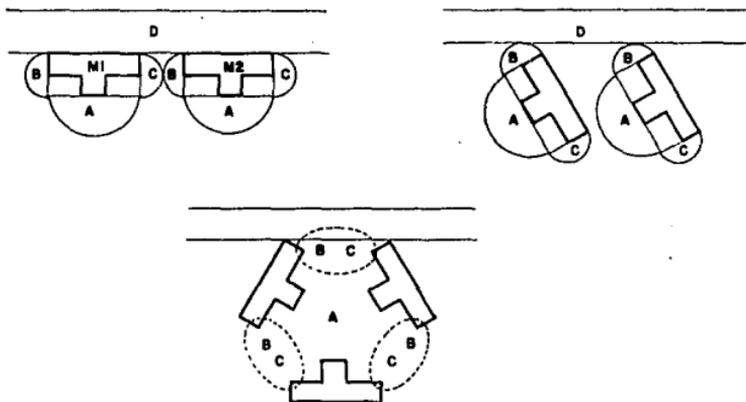
Metodología para desarrollar y lograr una distribución de planta adecuada.

- Planear la distribución total y la detallada.
- Planear la distribución ideal y ajustarla a la práctica.
- Desarrollar cada fase de la distribución en forma traslapada - (localización, distribución general, distribución detallada, - instalación).
- Planear la distribución con base en el proceso y la maquinaria (factor máquina y factor hombre).
- Con base en la distribución, proyectar el edificio.
- Planear en equipo (involucrar a todo el personal).
- Comprobar la distribución.
- Vender el plan de distribución seleccionado.

RED DE UBICACION PARA LAS AREAS
DE MANTENIMIENTO



ALTERNATIVAS DE COLOCACION PARA
LA MAQUINARIA O EQUIPOS.



- M = MAQUINAS
A = AREA DE TRABAJO DEL OPERARIO
B = AREA DE ENTRADA DE MATERIALES
C = AREA PARA SALIDA DE MATERIALES Y MANTTO
D = PASILLO.

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>EXPERIMENTAL NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</small>	
	TECIS: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
<small>DIRIGIDO POR:</small> OCTAVIO MIRO M.	<small>TITULO:</small>	<small>FECHA:</small>

MANEJO DE MATERIALES

En el sentido más amplio, el manejo de materiales puede definirse como "la preparación, ubicación, colocación y posicionado de los materiales para facilitar sus movimientos y almacenajes". Comprende todas las operaciones a que se somete el producto, excepto el trabajo de elaboración propiamente dicho; en muchos casos se incluye en éste como una parte integrante del proceso.

En los últimos años y en particular después de la 2a. guerra, la Ingeniería de Manejo de Materiales ha tenido un gran desarrollo como consecuencia del análisis profundo de los costos asociados a movimientos y almacenajes realizados en las fuerzas armadas y en las grandes empresas. Fue así como se introdujeron gran cantidad de sistemas, equipos móviles, transportadores, sistemas de almacenaje, etc., que, naturalmente, produjeron un gran impacto en la reducción de costos industriales.

Las técnicas de manipuleo de materiales tienen como objetivos:

1. Reducir Costos.
2. Reducir desperdicios.
3. Aumentar capacidad productiva.
4. Mejorar condiciones de trabajo.
5. Mejorar la distribución o Lay-Out.

Las actividades de planeación de movimiento de materiales deben realizarse en forma conjunta con el Plan de distribución de planta, debido a que el segundo es un modelo estático y es el equipo de Movimiento de Materiales lo que lo hace dinámico.

Para tener una idea de la importancia de los costos de manejo, podemos decir que, globalmente, llegan a ser del 30 al 35% del costo total de producción.

Se ha estimado también que sólo el 20% del tiempo en que los materiales están en una planta son procesados, siendo el 80% restante utilizado para movimientos o almacenaje.

Normalmente no será suficiente considerar el problema de manipuleo dentro de la fábrica o en Departamentos de Expedición. Es necesario enfocar el problema total en forma sistemática desde la fuente de Materia Prima hasta llegar al usuario. La tendencia moderna es aplicar el análisis de sistemas mediante la utilización de técnicas de Investigación de Operaciones. El análisis de sistemas parte de la idea que todas las actividades del Sistema Industrial están ligadas por relaciones causa-efecto que pueden describirse con expresiones matemáticas.

El problema de Movimiento de Materiales a un costo mínimo de tiempo y esfuerzo no está restringido a la planta Industrial. Si bien el desarrollo más espectacular se ha producido en el sector industrial, hay también numerosas oportunidades de aplicación en otras actividades que no deben ser pasadas por alto en el ejercicio de la Ingeniería Industrial.

Generalmente un problema de manipuleo incluirá los siguientes elementos:

1. Movimiento: Materias primas, partes, productos, etc., deben trasladarse. El movimiento debe hacerse asegurando eficiencia y bajo costo.
2. Tiempo: Los materiales deben estar disponibles en las fechas planeadas.
3. Lugar: Los materiales deben estar disponibles en los lugares adecuados.
4. Cantidad: En las diversas etapas del proceso productivo, las

cantidades pueden variar mucho. Es responsabilidad del Movimiento de materiales de proveer cantidades apropiadas.

5. **Espacio:** Dado que los espacios cuestan dinero, la eficiencia del aprovechamiento de los espacios estará relacionada con los sistemas de movimientos de materiales.

A medida que un tema se complica se hace más necesario disponer de principios rectores en la práctica diaria. Los principios de Movimiento de Materiales representan el conocimiento acumulado a lo largo de años por quienes han practicado estas actividades, tanto en la industria como en el comercio, estos son:

1. **Planeamiento:** Se deben planear las actividades de manipuleo y almacenaje de materiales a fin de obtener la máxima eficiencia operativa global.
2. **Sistemas:** Integrar tantas actividades de manipuleo como fuera posible en un sistema coordinado de operaciones que cubra proveedores, recepción, producción, inspección, embalaje, depósitos, expedición, transporte y servicio.
3. **Gravedad:** Utilizar la fuerza de la gravedad siempre que sea posible.
4. **Espacios:** Aprovechar en forma óptima el espacio en tres dimensiones.
5. **Tamaño Unitario:** Aumentar la cantidad, tamaño o peso de las cargas unitarias.

6. **Mecanización:** Siempre que sea económicamente factible, se debe rá mecanizar las operaciones de manipuleo.
7. **Normalización:** Normalizar métodos de manipuleo así como también tamaños y tipos de equipos empleados.
8. **Adaptabilidad:** Utilizar métodos y equipos que puedan realizar una variedad de tareas y aplicaciones, donde no se justifiquen equipos especiales.
9. **Peso propio:** Reducir la proporción de peso propio del equipo de transporte con relación a la carga transportada.
10. **Utilización:** Lograr la máxima Carga de Trabajo para equipos - y la mano de obra.
11. **Mantenimiento:** Planear el mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos de manipuleo.
12. **Control:** Utilizar actividades de manipuleo de materiales para mejorar el control de la producción e inventarios.
13. **Seguridad:** Proveer métodos y equipos adecuados para manipuleo seguro.
14. **Capacidad:** Los equipos de manipuleo deben ayudar a lograr - la producción deseada y aún cubrir los picos.

El campo de Movimientos de Materiales es un amplio sector de la Ingeniería Industrial, incluye los problemas relacionados con Disposición de Equipo, Almacenaje, Selección de Equipos Mecánicos, Automatización, Estudio de Tiempos y Métodos de Movimientos, Reducción de Costos, Tráficos, etc.

En muchos problemas de distribución de planta el movimiento de materiales llega a ser el factor determinante, por eso decíamos que deben analizarse en forma conjunta.

La manipulación eleva el costo de fabricación, pero no aumenta el valor del producto, por lo tanto lo ideal es que no haya manipulación en absoluto, pero desafortunadamente no es posible.

Un objetivo más realista es transportar el material con los métodos y equipos más apropiados y menos costosos, teniendo en cuenta el factor seguridad.

Los sistemas y tipos de equipo existentes para manipulación de materiales, aunque haya realmente centenares de tipos diversos, se pueden dividir en 4 grandes categorías:

1. Transportadores continuos.
2. Gruas, Malacates y Elevadores.
3. Vehículos industriales.
4. Contenedores.

TALLERES DE MANTENIMIENTO

Es necesario e indispensable que desde el diseño en el proyecto inicial de una empresa, cualquiera que sea su giro, se considere la conveniencia de contar con un taller propio de mantenimiento y proyectarlo adecuadamente.

En el mayor de los casos, dicha necesidad surge a raíz del crecimiento normal de la empresa, de una expansión, de nuevas líneas de producción o de cambios en el mercado externo de servicios.

Es difícil justificar en forma contable el costo de la existencia de un taller de mantenimiento, pero este es necesario por razones de estrategia, seguridad, prestigio; sobre todo en empresas como la nuestra, alejada de centros urbanos (servicios industriales - cercanos). Los principales beneficios obtenidos (curva, costo-beneficio), son los resultantes de cubrir un área, una rapidez de reacción y una continuidad de servicio.

Existen 2 tipos de ubicación de talleres de mantenimiento dentro de una empresa o industria, los cuales son asignados de acuerdo a las necesidades de operación de la misma; siendo los siguientes:

a) TALLER CENTRAL.

Es el que se encuentra situado en un lugar de la fábrica y en el que se halla un grupo de mantenimiento. El equipo empleado por el grupo está en ese lugar, así como el despacho del supervisor. En ocasiones podrá haber gabinete, anaqueles, herramientas especiales y hasta relojes de toma de tiempo. Por lo común, son varios los grupos de trabajo (cuadrillas) que comparten la misma área. Cuando se encomiendan tareas a los trabajadores del taller central es posible que tengan que trasladarse hasta el sitio donde desempeñan su orden de trabajo. El mecánico designado es el que tiene su lugar en el área en la que su materia de trabajo se encuentra establecida. Se presen

ta en el taller central al iniciar su turno, desplazándose luego a su área señalada y regresará al taller central desde donde saldrá directamente de la fábrica al termina su turno.

La función de mantenimiento empieza con el concepto de "taller - central". Aún cuando se trate de una fábrica pequeña, tan pronto como hay suficiente trabajo de mantenimiento para justificar la - contratación de un mecánico electricista etc, se procede a instalar el taller en un emplazamiento central. Al tornarse más compleja la función, se separan los oficios, teniendo cada uno su propio taller central, de acuerdo a la carga de trabajo existente en ese momento.

Tan pronto como empiezan a surgir problemas de tipo específico en determinados equipos aumenta la necesidad de designar con regularidad gente a esas áreas, llegando dicha necesidad a ser tan grande que las designaciones se convierten en permanentes, constando de trabajadores especializados en diversos oficios. Al llegar a este punto se puede hablar entonces de un "área de mantenimiento correctivo constante" a cargo de un supervisor, el cual depende - del Jefe de mantenimiento.

b) TALLERES DE AREA (O DE ZONA).

Existe la razón y la necesidad para contar con trabajadores de mantenimiento destinados regularmente a un área, siendo los siguientes:

- Que haya suficiente trabajo para conservar ocupados a los - trabajadores de mantenimiento todos los días.
- Que la importancia de la unidad justifique contar con personal de mantenimiento designado, en cualquier momento al surgir un problema.
- Que los conocimientos especiales requeridos para el mantenimiento de un cierto equipo exijan de un tiempo considerable para su aprendizaje, por lo que cada especialista atenderá - su área.
- Que el tiempo de traslado a/y del taller central se reduzca de manera importante.

- Qué el trabajador designado le tenga mayor interés al área específica a la que se le ha destinado.

De igual manera existen razones en contra de tener trabajadores de mantenimiento designados en forma permanente en un área.

Entre ellos figuran:

- De manera frecuente, los trabajadores asignados a un área no tienen carga de trabajo uniforme. Esto hace que transcurran lapsos de tiempo ociosos o menos productivos.
- El trabajador de mantenimiento designado se torna en un operario especializado y debido a ello tiene menos oportunidades de ampliar sus conocimientos con otros equipos. Hay trabajos para los cuales sólo se cuenta con uno o dos mecánicos que requieren experiencia y conocimientos diversificados. Surgen entonces problemas cuando hay ausentismo.
- Si de una manera regular determinados individuos son destinados a áreas precisas en cada turno, se pierde flexibilidad para el despliegue de la fuerza de mantenimiento.
- Normalmente es más difícil supervisar a los individuos designados cuando existen varias áreas. Esto hace que en ocasiones el trabajador tenga que ser controlado por el supervisor de producción del área respectiva, lo cual rara vez desemboca en una eficiencia máxima.

FACTORES A CONSIDERAR EN EL ESTABLECIMIENTO DE ZONAS DE MANTENIMIENTO.

Los principales factores o aspectos que hay que tener presentes cuando se trata de establecer zonas de mantenimiento con personal designado serán:

- Conocimientos. Un adiestramiento impropio o conocimientos insuficientes del equipo o unidades de que se trate demostrará el tiempo de reparación o ajustes (el costo del tiempo que dure suspendido el trabajo será factor a considerar) aumentando por

consiguiente, el tiempo de paro y el costo total de mantenimiento.

- Equipo. Cuando el tiempo de traslado desde el taller central a la línea o unidad de producción es largo.
- Ubicación. A mayor distancia entre las áreas y los talleres, más será tiempo que se emplee en trasladarse al punto en que se vaya a efectuar la tarea de reparación. Este tiempo se sumará al de paro, traducéndose en un exceso de costo y esto habrá que tomarlo en cuenta para decidir sobre la conveniencia de destinar gente a un área, en lugar de tener que desplazarla desde el taller central.
- Carga de trabajo. La cuestión de la carga de trabajo puede solucionarse acumulando la carga de trabajo de mantenimiento de los diferentes trabajadores designados. Esto se efectúa sumando las tareas a ejecutarse en períodos en que se disponga de tiempo. Estas tareas comprenden inspecciones, ajustes y lubricación, reparación y revisión de piezas de repuestos o equipo, limpieza y pintura; es decir mantenimiento preventivo.

De todo lo expuesto se desprende que conocimientos, equipo, ubicación y carga de trabajo serán los aspectos que orienten la decisión para destinar mecánicos a un área.

PROYECTO EN LAS INSTALACIONES DE UN TALLER DE MANTENIMIENTO.

Dentro de los parámetros que se deben analizar al determinar el tamaño y equipamiento de máquinas, instalaciones y personal, están en forma general:

- . Economía. Usualmente a mediano y largo plazo.
- . Seguridad.
- . Necesidad de continuidad de servicios.
- . Necesidad de tener un muy corto tiempo de reacción.

Dentro de los parámetros económicos, los factores que usualmente se consideran son:

- Cantidad de equipo a mantener.
- Tamaño del edificio o predio.
- Complejidad y tamaño de la instalación de energía.

Las reglas para proyección de un taller de mantenimiento.

Las reglas o lineamientos generales para la proyección de un taller de mantenimiento las presentamos a continuación:

PROYECTO DE UN TALLER DE MANTENIMIENTO.

- Tamaño.

Debe ser el adecuado. Cuando el taller es en una planta, procurar que el techo sea alto, para poder poner tapancos. La diferencia entre una nave de 2.50 m. y una de 4.50 m de altura es sólo de un 20%.

Es conveniente tener un poco de espacio de sobra, una diferencia de 10% en precio nos da un 20% más de área.

- Detalles arquitectónicos y de instalación.

. Estructuras.

Las columnas de concreto y las de acero estructural son adecuadas.

La columna de celosía de acero estructural ha caído en desuso por lo laborioso de la mano de obra. Las columnas de acero deben diseñarse preferentemente de sección constante y comercial.

Las armaduras, se recomienda que sean de perfiles estructurales comerciales o del tipo MON TEN. Los perfiles tubulares cerrados son inadecuados por corrosión, limpieza, etc.

. Muros.

Salvo exigencias arquitectónicas, hay que olvidarse de los acabados. Los muros pueden ser de block de concreto, tabique sílico, tabique rojo, o cualquier otra manufactura, con tal que no requiera aplanados o recubrimientos sofisticados.

Los muros de lámina no son recomendables, (salvo los de aluminio). Su precio es similar a la mampostería, son pésimos aislantes, son difíciles de sellar, son peligrosos en áreas de fuertes vientos, etc., y las primas de seguro son más altas que con muros de mampostería.

• Pisos.

La solución usual de concreto armado es buena. Cuando la carga unitaria no es muy grande, el armado con malla es el indicado.

Los tableros de las losas deben ser no mayores de 5 x 5 m. entre juntas. Siempre hay que suponer que podrá haber derrames e inundaciones. El acabado debe ser "pulido" pero nunca demasiado. El poner un endurecedor superficial rinde buenos resultados.

La pendiente del piso debe ser de $1 \pm 0.5\%$, esto permite el fácil lavado del piso.

Los drenajes de coladera son caros y de difícil mantenimiento. Si se proyecta adecuadamente, el agua de lavado corre hacia los muros y de ahí por los tubos pasamuros al exterior.

• Techos.

Se debe procurar techos inclinados con una pendiente del 6 al 12%.

Las cubiertas de lámina acanalada pintada desde su fabricación son buenas pero es mejor el usar lámina acanalada de aluminio, por nulo mantenimiento y alto precio de rescate.

Evitar la dañina lámina de asbesto.

Cualquier techo que requiera impermeabilización es pésima solución. Los tragaluces de tipo domo son muy caros y siempre darán problemas. El intercalar en el techo láminas acrílicas de igual sección que las metálicas, proporciona buena cantidad de luz.

• Puertas.

Deben ser de lo más anchas posibles y a altura total. Es con

veniente que haya más de una puerta. Las puertas de dos hojas estándar son muy adecuadas. Hay que pensar seriamente antes de poner puertas corredizas o cortinas, las primeras son muy caras y de difícil operación, sobre todo si tienen guías o ruedas inferiores, y las segundas son latosas para abrir y cerrar.

El tener una doble puerta, a base de cortinas hawaianas de tiras traslúcidas es excelente, la dificultad está en que no son comerciales en México.

. Soportería.

Debe ser abundante y muy flexible.

Debe estar muy sobrada en esfuerzos y capacidad.

No vale la pena escatimar en este punto, ya que su monto respecto al total del edificio, es mínimo.

Tener cuidado con las ideas sofisticadas de soportería. La soportería "hechiza" (hecho en obra), de perfiles estructurales estándar es adecuada.

Considerar muy bien los espaciamientos, alturas, interferencias, etc.

El orden en las posiciones verticales es importante.

. Instalaciones electromecánicas.

Deben ser totalmente visibles, con tomas en número suficiente - y preparaciones para otras tomas según se requiera en el futuro.

Salvo causas de fuerza mayor no embeberlas en muros, losas o pisos.

. Instalaciones eléctricas.

Usar charolas, ductor embizagrados o conduits, las charolas - hechas en obra son económicas y muy funcionales.

Los contactos deben de ser del tipo aterrizado. Estudiar la posibilidad de que sean de tipo rudo.

Los tableros deben ser versátiles y con capacidad sobrada para circuitos futuros. Estos tableros deben tener "breakers" (interruptores termomagnéticos) estándar, de fácil remoción.

Debe cuidarse que todos los cables y equipo eléctrico tengan una adecuada protección mecánica cuando se contemple riesgo de daño por cualquier motivo.

El alumbrado debe ser estándar, fluorescente o de VSAP. Olvidarse del VM, cuarzo y haluros.

Los luminarios para lámparas fluorescentes salvo razón en contra deben ser sin controlente.

Los luminarios de potencia deben ser abiertos por arriba y abajo.

Factores de una buena iluminación.

Una buena iluminación consiste en algo más que un nivel adecuado a una cantidad apropiado de luz.

La calidad que incluye el calor de luz, su dirección, su difusión, su constancia y la ausencia de deslumbramiento, es tan importante como la cantidad adecuada. El examen de los numerosos factores que intervienen en una buena iluminación es un problema complejo; por consiguiente, las instalaciones de alumbrado deben ser proyectadas por ingenieros especializados en esta rama técnica.

Instalaciones hidráulicas.

Preferentemente serán de acero galvanizado, cédula 40. El co

bre es adecuado, pero de más alto precio y tiene menor resistencia mecánica, aunque vida más larga.

Los diámetros serán sobrados, pero siempre en medida estándar (13, 19, 25, 38, 51, 76, 101 mm).

En lugar de codos poner T. Poner los extremos de remate con tapones registrables.

. Instalaciones sanitarias.

Las interiores se pueden hacer económicas, con PVC sanitario. El FoFo no se justifica. Los diámetros deben ser sobrados. En excusados usar 101 mm. mínimo; en otros desagües, no menos de 38 mm.

Los muebles de baño deben ser de uso rudo, blancos.

Salvo razón en contra, usar excusados de caja y migitorios de llave, en lugar de fluxómetros.

. Registros.

Este es otro punto en el que no se debe tratar de "ahorrar"; su número será sobrado, en tamaños preferentemente estándar - de 60 x 40 cm.

Su construcción, de tabique o block con aplanados de cemento pulido, con buenos emboquillados de ductos.

Los registros eléctricos deben tener drenaje de fondo.

. Aire comprimido.

Siempre es conveniente tener líneas de aire comprimido en los talleres. Las herramientas neumáticas son más potentes que las eléctricas (para el mismo peso) y más seguras.

Las tomas deben estar estratégicamente localizadas y ser en número suficiente.

El ruido del compresor siempre será un problema, por lo que vale la pena estudiar la forma para que moleste lo menos posible, inclusive el sacarlo del local.

. Protección contra incendio (PCI).

Dado que en los talleres hay riesgos de incendio, salvo obviadad en contra debe existir un sistema de PCI.

El sistema más económico es el usual, a base de extinguidores. Lo que es básico es determinar su número, tipo, capacidad y localización estratégica.

. Los colores.

Los estudios revelan que pintando todas las superficies interiores de un color adecuado, puede aumentarse la intensidad de la iluminación en muchos casos hasta en un 100% (ver cuadro de colores).

. Movimiento de cargas.

Lo ideal es tener un sistema completo de grúas viajeras o de ménsula, que cubran toda el área del taller.

Estas grúas son muy caras, por lo que se debe estudiar el usar tripodes, garruchas colgadas de la estructura, grúas portal, grúas en C., etc.

- Ubicación.

Es de suma importancia el tener una ubicación estratégica para el taller, tanto para facilitar el flujo de material y equipo en el conjunto, como para facilitar la logística para el flujo del exterior.

De preferencia, el taller debe tener accesos propios y de doble - circulación. Estos accesos se deberán proyectar para vehículos - pesados (más pesados de los que teóricamente circulan por ellos).

Es conveniente que esté cerca de la subestación y de la toma de - agua.

Por el ruido propio del trabajo que en ellos se hace, usualmente se alejan de los centros de trabajo de escritorio.

Es importante el que los Talleres y los Almacenes estén lo más - junto posible.

- Distribución interna (Lay Out).

Dependiendo del trabajo, se hará un estudio o lay out para ga- rantizar un flujo adecuado de los trabajos.

Es conveniente tener áreas con cubículos para el personal direc- tivo, que tenga ciertos detalles agradables. Deben tener cubí- culos, espacio para libreros y estantes para "piezas pendientes".

Las áreas de instrumentos delicados o caros, tales como de elec- trónica y la de instrumentación deben estar aislados por mampos- terfa o por lo menos por malla. Deben tener aire acondicionado o por lo menos extracción propia.

Los cuartos de herramientas deben ser de acceso restringido.

Dependiendo del tamaño, debe haber baños en el taller, por lo menos tarjas, lavamanos, lavajos y bebederos.

Las áreas de ruido excesivo o trabajo pesado deben alejarse lo más posible del resto, tales como las de soldadura y pailería.

CUADRO DE COLORES FOCALES PARA LA PINTURA DE LA HABITACION Y -
DE LA MAQUINARIA

N O M B R E	U S O
BLANCO	Bancadas y armazones de máquinas y puntos de trabajo, cuando las condiciones sanitarias indican el blanco (como en la fabricación de productos alimenticios).
MARFIL	Puntos de trabajo en las máquinas.
ANTE	Puntos de trabajo en las máquinas o áreas inmediatamente contiguas.
VERDE	Armazones de máquinas, bancadas, montantes, etc., horizontes o todas las paredes que formen un fondo detrás de las máquinas o las instalaciones.
GRIS CLARO	Pisos de los pasillos, en ciertos casos las áreas de trabajo en las máquinas.
VERDE SUAVE	Horizontes, rodapiés o todas las paredes que formen fondo detrás de las máquinas, cuando los operarios ven las paredes al levantar la vista de su trabajo.
AZUL	Techos, para casar con las armaduras de la techumbre, etc.
AMARILLO OSCURO	Grúas, aparatos de elevación, transportadores que funcionen cerca de los operarios, carretillas industriales y tractores, manivelas y ruedas de las máquinas y otros elementos móviles o de accionamiento.
AMARILLO CLARO	Paredes, columnas, etc., que no estén directamente dentro del campo visual del operario. Este color simula la luz solar.
BEIGE	Areas de máquinas contiguas a los puntos de trabajo.
ROJO	En las cajas de interruptores, los paneles o cuadros de los botones para puesta en marcha y paro de las máquinas, los aparatos para combatir los incendios, las salidas y otros dispositivos de seguridad y puntos peligrosos.
ANARANJADO	Plataformas de trabajo, escaleras, etc., y para marcar las bandas a lo largo de las sendas del tráfico en especial si se usan carretillas industriales.
GRIS OSCURO	Pisos en que no se necesite una gran reflexión de la luz, superficies situadas debajo de las máquinas o donde permanezcan de pie los obreros, y los pasillos de tráfico.
NEGRO	Bandas en los aparatos para manipular los materiales, rayas en los extremos sin salida, las vueltas, etc., de los pasillos

**COLORES ESTAN-
DARES DE IDEN-
TIFICACION.**

En las válvulas o ciertos complementos para distinguir la índole del servicio (vapor, aire comprimido, etc.) El resto de las tuberías debe pintarse de modo que case con la superficie que le sirven de fondo.

ALMACENES DE MANTENIMIENTO.

Almacenar significa poseer, custodiar y manejar valores en los - que la empresa invierte e inmoviliza grandes cantidades de dinero.

El Almacenaje es una función auxiliar, que constituye esencialmente un servicio a la producción, a las ventas y al mantenimiento.

FUNCIONES DE LOS ALMACENES.

El éxito de la función de almacenaje se juzga por su eficiencia - en:

- Recepción
- Expedición
- Registro
- Control
- Custodia
- Conservación.

Las políticas y los procedimientos relativos a la función de los materiales y herramientas de mantenimiento, necesitan diseñarse - cuidadosamente para ajustarse a las condiciones que existen dentro de cada planta específica.

El concepto de costos totales debe enfatizarse al hacer planes para operación de almacenes. Esto significa la mano de obra y materiales requeridos para el servicio y las reparaciones de la planta, más el costo que significa para los departamentos de producción la interrupción del trabajo del equipo o condiciones anormales de operación.

Al desarrollar un sistema de control de materiales para el mantenimiento de la planta, se deben dar dos pasos importantes:

- Determinar las funciones que se consideran necesarias para ayu-

dar a la minimización de los costos totales de mantenimiento.

- Desarrollar el procedimiento más efectivo para lograr estos objetivos.

MATERIALES EN ALMACEN.

Los materiales que comúnmente son almacenados se pueden clasificar en:

- Partes de repuesto.
Son piezas almacenadas para cubrir cualquier contingencia en la maquinaria o el equipo.
 - . Son relativamente costosas en comparación con la existencia normal.
 - . Son especiales para usarse en una máquina o en un número limitado de equipos.
 - . Pueden ser difíciles de obtener rápidamente.
 - . Tienen probabilidad de un intervalo promedio más largo en su rotación que las existencias normales.
 - . Se emplean en equipos para los que una interrupción prolongada se considera costosa e insegura.
- Existencias normales de mantenimiento.
Estas piezas tienen generalmente un uso menos especializado, requerimientos más definidos, e intervalos de rotación más cortos que las partes de repuesto.
- Suministros de uso personal.
Estos materiales pueden ser clasificados por separado a su uso muy común.
- Herramientas.
En los departamentos de mantenimiento de tamaño pequeño es común que el almacén de mantenimiento maneje y controle las herra

mientas especiales que son solicitadas sobre una base de préstamo.

En plantas grandes se puede tener un almacén de herramientas para un mejor control.

- Partes que no son para mantenimiento.

Aunque existen desventajas en tener un almacén común para materiales de manufactura y de mantenimiento, algunas empresas llevan a cabo estas funciones. Esto por supuesto dependerá si la organización tiene almacenes centralizados o descentralizados.

ALMACENES CENTRALIZADOS O DESCENTRALIZADOS.

Un paso importante en la Administración del mantenimiento es establecer procedimientos de control, es decidir, además si los diferentes materiales deben ser custodiados en:

- Almacenes centralizados
- Almacenes descentralizados
- Almacenes combinados (producción-mantenimiento).

Aunque la localización en un solo almacén no asegura en sí misma inventarios mínimos, proporciona la base para controles que mantendrán la existencia total en un mínimo. (Ver el tema de control de inventarios).

Antes de visualizar la distribución física de los almacenes, se deben tomar decisiones relativas a:

- El grado de centralización de los almacenes
- La extensión del control de inventarios a establecer
- El alcance de las funciones relacionadas que se espera sean manejadas por el personal de almacenes.

VENTAJAS DE ALMACENES CENTRALIZADOS.

- Prevención de duplicación.
- Sistemas de control de inventarios más prácticos.
- Menor cantidad de personal.
- Reducción de pérdidas por diversos conceptos.
- Servicios de entrega más prácticos.
- Uso eficiente del espacio.
- Manejo simplificado de partes en el almacén.
- Mayor confiabilidad en la contabilidad de costos.

VENTAJAS DE LOS ALMACENES DESCENTRALIZADOS.

- Menor tiempo de recorrido y espera para los trabajadores.
- Control más estrecho por parte de los trabajadores involucrados.
- Control más estrecho por parte de la supervisión involucrada.
- Selección directa por parte del personal de mantenimiento de los equipos a usar.

DISENO DE ALMACENES.**(CONSIDERACIONES BASICAS).**

- Distribución de la planta.
 - . Flujo de materiales.
 - . Flujo del personal.
 - . Integración de almacenes y talleres.
- Tipo de edificio.
- Equipo de maniobras.
- Facilidades de almacenamiento.

- Capacidad de los medios de almacenamiento.

Otras consideraciones en los almacenes de mantenimiento.

1. Es altamente conveniente normalizar los materiales y los repuestos a emplear, pues disminuye la variedad de éstos y además reduce el stock necesario.
2. Es necesario conocer con cierta aproximación: el tipo y cantidad de piezas que se debe tener de repuesto y el stock se debe determinar en función de la demora para obtenerlas y la confiabilidad en las mismas. (Tiempos de entrega).
3. Se suele emplear el método A. B. C. de control, para lo cual - con el grupo B se procederá a crear un stock de máximo y mínimo de existencias, a fin de obtener el funcionamiento automático de almacenes con la menor inmovilización compatible con las necesidades.
4. En ciertos casos las piezas deben ajustarse a las medidas de - las piezas usadas y desgastadas, por lo tanto, no se almacenan con las medidas terminadas con arreglo a plano.
5. Suele ser también conveniente, tener conjuntos completos de - bombas, motores, etc., para sustituir en bloque a conjuntos de marcha.

La ubicación conveniente de los almacenes en general, es:

- Cercano al lugar de consumo, para los repuestos propios de una máquina o equipo o una serie de ellos o cuando los repuestos son muy pesados y de difícil transporte.
- En el almacén central, cuando los repuestos son de uso general.

El lugar equidistante y cercano del lugar de uso, para los materiales de consumo diario, como son los lubricantes.

CONTROL DE INVENTARIOS

La inversión en materiales de una empresa, generalmente presenta una importante fracción de su activo circulante. Para mantener una inversión en existencias debidamente controladas se requiere una cuidadosa labor de planeación y control. Un inventario excesivo ocasiona mayores costos, incluyendo pérdidas debidas a deterioros, espacio de almacenamiento adicional, obsolescencia y el costo de oportunidad del capital.

Por otra parte, la escasez de existencias produce interrupciones en la producción, excesivos costos de preparación de máquinas y elevados costos de procesamiento de facturas y pedidos.

Una definición interesante de las funciones del inventario es la siguiente:

Inventario es una relación detallada de las existencias de materiales comprendidos en el Activo, la cual debe mostrar el número de unidades en existencia, la descripción de los artículos, los precios unitarios, el importe de cada renglón, las sumas parciales por grupos, clasificados y el total del Inventario. Los cuales serán utilizados o vendidos por la empresa, dentro de un período razonable de tiempo.

Los inventarios son suministros de materiales mantenidos por las organizaciones en anticipación de su futuro uso.

Administración de Inventarios.- es la Planeación y Control de los materiales y componentes de tal manera que los suministros relevantes estén normalmente disponibles a mínimos costos.



Básicamente, en toda empresa manufacturera, cualquiera que sea su tamaño existen los siguientes tipos de inventario:

- Materias primas
- Trabajo en proceso
- Bienes terminados
- Materias de mantenimiento
- Materiales de servicio
- Materiales de inspección.

Ventajas y desventajas de mantener Inventarios.

Justificación para el mantenimiento de inventarios.

- . Anticipar paros de suministros o de la fábrica.
- . Obtención de descuentos al comprarse grandes cantidades.
- . Protegerse de la inflación.
- . Anticipar un incremento con ventas.
- . Actuar como un amortiguador entre el proveedor y el cliente, o entre departamentos.
- . Facilitar cambios cíclicos.

Desventajas de mantener inventarios.

- . Capital se entretiene, por lo que se pierden ingresos potenciales via intereses, o los prestamos se mantienen a un mayor nivel para pagar por los materiales.
- . Se requiere supervisión y control.
- . Consumo de espacio (\$).
- . Seguros contra incendio y robo.
- . Deterioro, daño, robo, obsolescencia.
- . Se ocultan defectos por falta de calidad.

Aspectos financieros del control de inventarios.

Entre los costos que influyen directamente en la política de inventarios están:

- a) Costos que dependen de la cantidad pedida (costo de pedir o de preparación). Estos incluyen pérdida de descuentos por cantidad, costos por preparación de orden de compra; los costos de embarque, costos de recepción, costo de preparación (máquinas,

materiales y mano de obra).

El costo de pedir (c.P.) es el costo que implica la preparación - de un pedido por parte del departamento de compras; por lo tanto:

$$cP = \frac{\text{Gastos Generales del Depto. de Compras/mes}}{\text{Pedidos realizados/mes}}$$

- b) Costos por manejo y almacenaje de inventarios, (costo de mantener). Aquí interviene los costos por almacenamiento tales como: renta y calefacción, seguros e impuestos, daño y robo, - obsolescencia, pérdida de la inversión del capital.

El costo de mantener (cm) es el que nos cuesta una refacción - sin utilizar, ocupando un espacio y gastando dinero en su admnistración. Para calcularlo hay que considerar los siguientes elementos:

- Costo de capital (C.cap) es aquel que nos causa el tener dinero invertido en una refacción sin producir, por lo tanto:

$$C \text{ cap} = I \times Ti$$

donde:

I = inversión inicial; costo unitario de la refacción.

Ti = tasa de interés bancaria a préstamo plazo fijo un - año.

- Costo de área (C.área) es el costo que causa las refacciones al ocupar una cierta área en la planta, por lo tanto:

$$C \text{ área} = \text{depreciación del almacén} + \text{depreciación de equipo.}$$

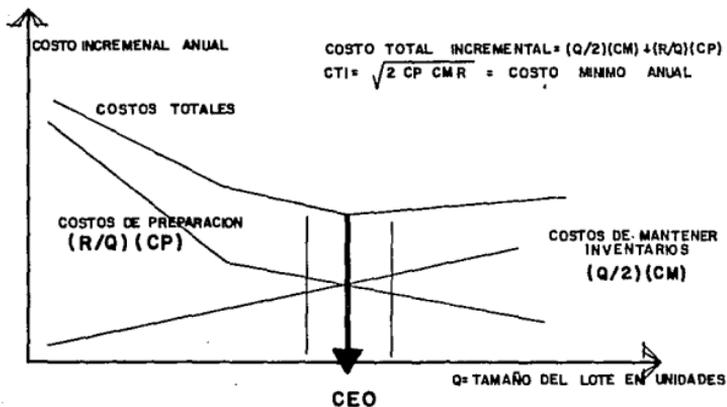
unidades: (\$/año).

- Costo de administración (C.admón) es el costo de administrar el almacén.

$$C. \text{admón} = \frac{\text{Costo de Energía Eléc.} + \text{Costo de Mano de Obra} + \text{Gastos Grales.}}{\text{año} \quad \text{año} \quad \text{año}}$$

unidades = (\$/año)

RELACION ENTRE LOS COSTOS DE INVENTARIO Y
EL TAMAÑO DE LA ORDEN



$$CEO = \sqrt{\frac{2CP \times R}{CM}}$$

CP = COSTO DE PREPARACION
 R = TASA (CANTIDAD DE USO ANUAL)
 CM = COSTO DE MANTENER POR ITEM
 POR UNIDAD DE TIEMPO

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</small>	
	TESIS: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
DISEÑO OCTAVIO MIRO M.	TÍTULO:	FOL. 48

NIVEL DE INVENTARIO (UNIDADES)

TERMINOLOGIA



TIEMPO REQUERIDO PARA RECIBIR MATERIAL

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	TESIS: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
DISEÑO: OCTAVIO MIRO M	TÍTULO	FECHA

$$\therefore C_m = \frac{C_{\text{área}} + C_{\text{admón}}}{\text{No. total de piezas en inventario}} + C_{\text{cap}}$$

Existe una relación entre éstos 2 costos y el tamaño del lote, con un costo total mínimo denominado "cantidad económica de orden" - (CEO) o lote óptimo para comprar o producir, ver fig. y así como la memoria para el cálculo de inventarios. (ANEXO 5).

Técnicas de Valorización de Inventarios.

Debido a la fluctuación de los precios, el costo unitario de los materiales comprados puede variar con el tiempo. Por lo cual, el inventario puede contener artículos idénticos adquiridos a distintos costos. Cuando una empresa utiliza sólo pequeñas cantidades de materiales en la producción como en sus servicios, no es muy difícil etiquetar a éstos con su verdadero costo de factura.

En el caso más común cuando se utilizan grandes cantidades de materiales y refacciones para la producción, no resulta práctico identificar el costo de compra unitario con cada tipo individual de material. En tales casos debe adaptarse algún patrón para el costeo de las requisiciones de materiales. Algunos de los métodos (técnicas de valorización) que se emplean mas frecuentemente son:

METODO PEPS

Primeras entradas, primeras salidas, significa que los costos unitarios de los primeros materiales comprados (de más antigua adquisición) que están todavía en inventario, son los que se utilizan en primer lugar para valuar los materiales consumidos durante el período. Cuando el consumo de materiales es suficiente para agotar los primeros costos de compra, el uso adicional de materiales se evalúa usando los costos unitarios de la segunda compra durante el período.

do, y así sucesivamente hasta llegar a la última compra. En períodos inflacionarios este procedimiento tiende a sobrestimar el ingreso de operación. El método PEPS es adecuado para valorar el costo de las mercancías vendidas o refacciones utilizadas cuando la rotación de las mismas es acelerada.

METODO UEPS.

Últimas entradas, primeras salidas. Esta técnica consiste en valorar las salidas de almacén utilizando los precios de las últimas entradas, hasta agotar las existencias. En períodos inflacionarios éste procedimiento tiende a reducir el ingreso de operación y la responsabilidad de impuestos. Una circunstancia que favorece el uso de UEPS es una baja rotación de inventarios, cuando se trate de artículos relativamente a salvo de cambios de estilo.

METODO DE PROMEDIO MOVIL.

Para la valuación de estas refacciones, se determina un nuevo costo unitario promedio después de cada compra. Los materiales emitidos posteriormente se evalúan después según este costo unitario promedio, también se puede obtener sumando a la existencia anterior las entradas menos las salidas y el resultado, entre las sumas de sus valores correspondientes.

El método es tal vez el que se adapta mejor (valoración más actualizada) cuando las existencias del inventario se componen de gran número de unidades de costo relativamente bajo, que se reponen con poca frecuencia.

**5. ORGANIZACION DEL
MANTENIMIENTO**

ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO

Generalidades.

Para la determinación de las áreas de trabajo, se requiere del establecimiento previo de la estructura orgánica de mantenimiento y su relación con otras áreas. Cada institución tiene organizaciones diferentes por su diversidad de funciones, sin embargo el mantenimiento generalmente depende del área administrativa o de la de producción.

La jefatura de mantenimiento está ubicada como subgerencia y en ocasiones como gerencia, su labor está incrustada en los campos administrativos y técnicos. La toma de decisiones y la creatividad recaen directamente en ella, así como el control de todas y cada una de las actividades del personal a su cargo. El jefe de mantenimiento debe interpretar las políticas emanadas de los puestos superiores y con ellas traza sus propias estrategias, alternativas y prioridades; es por esto, que el puesto debe ser ocupado por una persona conocedora de lo técnico pero experto en lo administrativo, con habilidades para el ejercicio del liderazgo y de la comunicación.

La Organización establece la autoridad, responsabilidad y relaciones para obtener con efectividad los objetivos de la misma.

DESCRIPCION DE PUESTOS Y FUNCIONES

El Departamento de Mantenimiento en su nivel 1, 2 y 3 deberá de integrarse del siguiente personal:

- Jefe de Departamento
- Jefe de Sección de Planeación

- Jefe de Sección Electro-Mecánico y Civil
- Jefe de Sección de Instrumentación
- Supervisores Electro-Mecánicos de turno
- Supervisor de Mantenimiento Civil
- Supervisores de Instrumentación de turno
- Auxiliares de Costos, Programación y Control
- Secretaria.

En el anexo No. 2 se observa el organigrama del Departamento de -
Mantenimiento.

A continuación se hace una breve descripción de la asignación de
responsables, así como de la identificación de funciones. La des-
cripción es del primero y segundo nivel del organigrama (anexo No.
2).

DESCRIPCION DE PUESTOS

NOMBRE DEL PUESTO Jefe de Departamento CLAVE _____

REQUISITOS ACADEMICOS Profesional titulado

EXPERIENCIA PROFESIONAL 5 años en el área técnica que maneja
3 en Administración.

NOMBRE DE LOS PUESTOS EN LINEA RECTA ASCENDENTE

1. Gerente de Producción 2. Gerente General

NOMBRE DE LOS PUESTOS QUE LE REPORTAN DIRECTAMENTE

1. Jefes de Sección 2. Supervisores

TOTAL DE PERSONAS QUE LE REPORTAN DIRECTA _____ E INDIREC
TAMENTE _____.

DESCRIPCION DE FUNCIONES

- * Es reponsable del mantenimiento completo de planta.
- * Asegura mediante la Administración del Mantenimiento la óptima utilización de los recursos humanos y materiales.
- * Garantiza el adecuado cumplimiento de los programas de mantenimiento en el tiempo programado.
- * Vigilar y asegurar la existencia de materiales y/o refacciones.
- * Determinar procedimientos.
- * Procura el mejoramiento de la capacidad técnica del personal.
- * Procura el mejoramiento de sus sistemas de trabajo para garantizar un óptimo servicio de mantenimiento.
- * Interactúa con proveedores y contratistas.
- * Es su responsabilidad asegurar que el Departamento de Mantenimiento esté plenamente integrado a la organización de la Planta, a través de la comunicación estrecha con las áreas - que le dan servicio a mantenimiento.
- * Pugnará siempre por bajar los costos de mantenimiento y fijará las medidas adecuadas para ello sin perjuicio de las instalaciones o el personal de planta.

- * Elabora los indicadores de eficiencia y productividad del departamento, así como los gráficos de información.
- * Mantiene una estrecha comunicación con su Jefe inmediato y con los jefes de sección para intercambiar información acerca de las actividades de mantenimiento.
- * Vigila que los procedimientos que le dan orden a las actividades de mantenimiento, se cumplan tanto por el área solicitante como por el Departamento de Mantenimiento.

NOMBRE DEL PUESTO Jefes de Sección Electro-Mec.Inst. CLAVE _____
 REQUISITOS ACADEMICOS Profesional titulado
 EXPERIENCIA PROFESIONAL 3 años en el área técnica que maneja
 NOMBRE DE LOS PUESTOS EN LINEA RECTA ASCENDENTE
 1. Jefe de Mantenimiento 2. Gerente de Producción
 NOMBRE DE LOS PUESTOS QUE LE REPORTAN DIRECTAMENTE
 1. Supervisores de Area 2. Auxiliares
 TOTAL DE PERSONAL QUE LE REPORTAN DIRECTA _____ E INDI
 RECTAMENTE _____

DESCRIPCION DE FUNCIONES

- * Planea, programa y controla su área
- * Coordinan a sus supervisores en la solución de todos los problemas propios de su especialidad.
- * Vigilan la existencia de refacciones y/o materiales necesarios para sus respectivos trabajos, así mismo determinan la cantidad y calidad de las refacciones y materiales que deben tener en existencia en el almacén.
- * Serán atentos observadores de las instalaciones de la planta, tratando de localizar puntos problema, susceptibles de ser mejorados ó normalizados, hacer estudios e ingeniería y proponerlos ante el Jefe de Mantenimiento
- * Contribuir al mejoramiento de la capacidad técnica de su personal
- * Elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos a su cargo y junto con el coordinador de mantenimiento elaborarán programas de ejecución vigilando que éstos se cumplan, evaluándolos constantemente en tiempo y costo.
- * Programarán las cargas de trabajo, para el personal a su cargo y vigilarán que las actividades de mantenimiento se cumplan en calidad, tiempo y costo adecuados.
- * Serán activos participantes en los programas de seguridad industrial.
- * Vigilarán que se cumplan los procedimientos de mantenimiento

- * Mantendrán buena comunicación con todos los jefes de sección, el jefe de mantenimiento y el personal de las áreas a quienes presten servicio.
- * Dirección efectiva de su personal.
- * Sistematiza la información y determina procedimientos.

NOMBRE DEL PUESTO Jefe de Sección Planeación del Mant. CLAVE _____

REQUISITOS ACADEMICOS Profesional titulado

EXPERIENCIA PROFESIONAL 3 años en el área técnica que maneja

NOMBRE DE LOS PUESTOS EN LINEA RECTA ASCENDENTE

1. Jefe de Mantenimiento 2. Gerente de Producción

NOMBRE DE LOS PUESTOS QUE LE REPORTAN DIRECTAMENTE

1. Auxiliares de Costos, Programación y Control

2. Jefes de Sección de Area

TOTAL DE PERSONAS QUE LE REPORTAN DIRECTA _____ E INDI
RECTAMENTE _____

DESCRIPCION DE FUNCIONES

- * Se constituye en el centro de información de mantenimiento.
- * Control de archivo y registro del departamento.
- * Apoya a la sección operativa de mantenimiento en el seguimiento de los programas de trabajo.
- * Revisa constantemente los registros históricos de mantenimiento, de los equipos para observar su comportamiento y detectar posibles puntos de cambio ó pasos a seguir en su mantenimiento.
- * Coordina los trabajos y programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
- * Vigila junto con los jefes de sección la existencia de refacciones y materiales.
- * Lleva los costos generados por el departamento en la ejecución de trabajo (O.T.)
- * Elabora los reportes de los trabajos efectuados incluyendo refacciones, materiales y mano de obra utilizada.

EL PROCESO PRODUCTIVO EN EL MANTENIMIENTO

El proceso de recorrida general consiste en disponer los trabajos e inspecciones necesarias, según una secuencia lógica con el fin de obtener todas las piezas, conjuntos y grupos aptos (o sea dentro de las tolerancias y condiciones exigidas) para lo cual será necesario reparar o modificar y una vez montadas ó armadas, verificar su funcionamiento.

El proceso consiste en: (ver Fig. 5A).

1. Preparar.

Para controlar y manipular las piezas deben estar perfectamente limpias, - exentas de oxidación, concreciones, grasa, suciedad, etc.; se utilizan distintos medios para efectuar la limpieza: vapor, solvente, detergente, etc. - Además deben estar separadas en partes de modo tal que sea factible su inspección adecuada.

2. Inspeccionar.

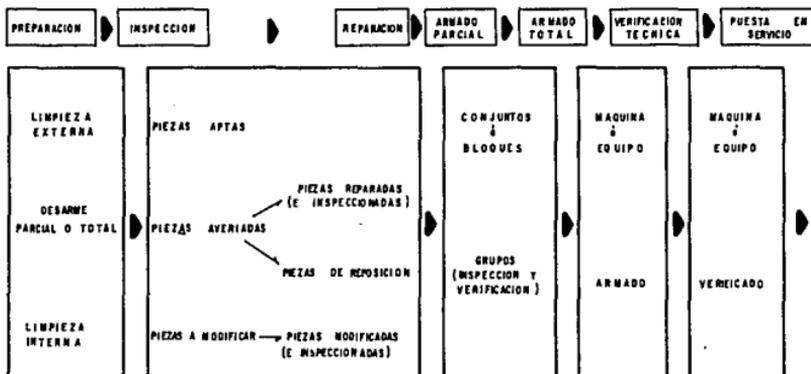
El objeto de la inspección es establecer fehacientemente el estado de las partes constitutivas. Como resultado de la inspección, las piezas se clasificarán en: piezas aptas, piezas reparables, piezas no aptas, piezas modificables; las piezas no aptas deben ser reemplazadas por otras aptas (reposición).

3. Reparar.

Las piezas averiadas reparables (y en caso que sea conveniente) debe recuperárseles.

4, 5 Y 6. Armar parcial, totalmente y Verificación técnica.

Con estas operaciones se deja la máquina en condiciones de puesta nuevamente en servicio.



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA <small>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO</small>	
	TESIS: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
<small>DRUJO.</small> OCTAVIO MIRO M.	TITULO: PROCESO DE MANTTO DE UNA MAQUINA O EQUIPO	<small>FR</small> 5A

DEFINICION DE PUESTOS

El análisis de un puesto, es el estudio minucioso de las funciones, requisitos y demás circunstancias inherentes al valor de un puesto.

No es solamente la recopilación de datos sobre lo que hace una persona determinada en un puesto dado, sino la comprensión total tanto en cada una de sus funciones en particular. Implica la necesidad de un mínimo de requisitos para cada puesto. La forma de encontrar estos requisitos consta de cuatro fases:

- . Habilidad
- . Responsabilidad
- . Esfuerzo
- . Condición de trabajo

CLASIFICACION DE PUESTOS

Para poder clasificar un puesto, debe tomarse en consideración:

- Parámetros.

Define la función, es decir, aquellas características más importantes que deben considerarse en el ejercicio de las funciones en un puesto.

- Pesos

Representan los valores relativos de los parámetros dentro de una evaluación del puesto. Una vez definidos los parámetros, debe considerarse el peso que puede representar un parámetro dentro de la evaluación del puesto; ese peso normalmente se define en base a puntos (ver tabla)

CLASIFICACION POR CATEGORIAS
(Referencia)

P A R A M E T R O	P E S O
- CONOCIMIENTOS	500
. Equipo y maquinaria	150
. Materiales y procedimientos	150
. Escolaridad	100
. Destreza	100
- ESFUERZO	150
. Mental	100
. Físico	50
- RESPONSABILIDAD	200
. Supervisión recibida	30
. Supervisión dada	50
. Responsabilidad por otros	50
. Fondos de la empresa	50
. Trascendencia de errores	20
- CONDICIONES DE TRABAJO	150
. Ambiente	100
. Riesgos	50
	<hr style="width: 10%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/> 1000

EVALUACION DE PERSONAL

El objetivo de un "Programa de Evaluación" (valoración) es proporcionar al Jefe y a la Empresa la información necesaria para promociones, transferencias, administración de sueldos, capacitación y desarrollo personal.

Esto se logra a través de las entrevistas periódicas entre el Jefe directo y cada empleado, estableciéndose la forma en que éstos han trabajado en un período determinado en función de los planes de acción elaborados previamente por el Jefe, considerados necesarios para el desarrollo de las habilidades y conocimientos del empleado.

El Programa de Evaluación consta de:

- . Revisión del Desempeño (tabla A)
- . Planeación del Desarrollo del Personal (tabla B)

REVISION DEL DESEMPEÑO DEL EMPLEADO

En general una forma de revisión del desempeño deberá constar de lo siguiente:

- Datos generales. Esta sección es llenada por el Departamento de Personal y comprende los datos necesarios para la identificación del empleado.
- Desempeño anterior. Esta sección es llenada por el Departamento de Personal. Provee información de la revisión anterior: fecha, calificación otorgada y categoría en la época de la revisión. Es importante destacar si la revisión -- proviene de la categoría actual o de otra categoría.
- Calificación general del desempeño actual.
 - . Factores de desempeño
 Esta sección es llenada por el Jefe del empleado conforme a las definiciones de los factores presentados en la tabla A.1

Los criterios de calificación para los factores de desempeño del empleado, de acuerdo a los resultados obtenidos en sus actividades, se presentan en la tabla A.2.

En la tabla A.3 se establecen medidas por aplicar conforme a calificaciones.

. Características Personales

La apreciación de las características personales, tiene como objetivo informar al empleado de las causas que originaron su calificación general en función del requerimiento de dichas características para el desempeño del puesto actual que ocupa. En la tabla A.4 se presenta la relación de las definiciones de las características personales y en la tabla A.5 los criterios de calificación para aplicar éstas.

- Comentarios

En esta parte de la forma el evaluador deberá comentar la calificación dada a los factores de desempeño y explicar la evaluación de las características personales. Deberá también incluir comentarios que permitan al empleado tener una visión clara de su desempeño en el período calificado y como afectan sus características personales este desempeño. Se podrá hacer referencia a incidentes que reflejen específicamente la objetividad de la revisión.

- Aprobaciones

Una vez que el evaluador haya terminado de llenar la forma A, deberá ser revisada y aprobada por el Director del Departamento, antes de ser comentada con el empleado a quien se está evaluando.

1/2 (Anverso) Forma A

REVISION DEL DESEMPEÑO DEL EMPLEADO

NOMBRE: _____

Rev. # _____ Categoría _____ Fecha _____

CLAVE # _____ INGRESO: Cat.: _____ Fecha _____

DEPARTAMENTO _____ OFICINA _____

REVISION ANTERIOR # _____ CATEGORIA _____ FD CP Fecha _____

CALIFICACION GENERAL DEL DESEMPEÑO ACTUAL

FACTORES DE DESEMPEÑO: FD _____ CARACTERISTICAS PERSONALES: CP _____

FACTORES DE DESEMPEÑO
(NA, SE, SA, SS, EX, SO)CARACTERISTICAS PERSONALES
(SI, SA, SS, EX, SO)

1. Cantidad de trabajo	_____	1. Desarrollo Personal	_____
2. Calidad de trabajo	_____	2. Creatividad	_____
3. Conceptualización	_____	3. Iniciativa	_____
4. Planeación	_____	4. Criterio	_____
5. Control	_____	5. Constancia	_____
6. Análisis de problemas	_____	6. Relaciones personales	_____
7. Delegación	_____	7. Liderazgo	_____
8. Habilidad para comunicarse	_____	8. Asistencia y puntualidad	_____
9. Persuasión	_____	9. Adaptabilidad	_____
10. Confiabilidad	_____	10. Actitud	_____

COMENTARIOS Jefe de Oficina _____

COMENTARIOS Empleado _____

Vo. Bo. _____

Jefe Inmediato

2/2 (Reverso) Forma A

Fecha: _____

- COMENTARIOS Director del Departamento _____

PREPARO:

NOMBRE _____

CATEGORIA _____ Fecha _____

FIRMA _____

REVISO Y APROBO:

NOMBRE _____

CATEGORIA _____ Fecha _____

FIRMA _____

- COMENTARIOS FINALES DEL EMPLEADO _____

FIRMA: _____

FECHA: _____

TABLA A.1
FACTORES DE DESEMPEÑO
DEFINICIONES

- CANTIDAD DE TRABAJO. Medición de resultados cuantificables que cubren los objetivos establecidos, previamente hechos del conocimiento del empleado; grado de terminación del trabajo asignado en el tiempo establecido.
- CALIDAD DE TRABAJO. Grado de calidad de los resultados finales y precisión - de las asignaciones de trabajo terminadas.
- CONCEPTUALIZACION. Identificación de los elementos de un problema, jerarquizándolos y estableciendo criterios de solución simples y concretos.
- PLANEACION. Programación de objetivos y actividades, estableciendo prioridades.
- CONTROL. Utilización adecuada de medidas de control para detectar el logro - de objetivos, toma de medidas correctivas, apego a las normas de la empresa y control del presupuesto.
- ANALISIS DE PROBLEMAS. Desglose sistemático y conceptual de los problemas en sus partes esenciales; recopilación de hechos y datos pertinentes, análisis de la información y criterio en la selección de las diferentes alternativas.
- DELEGACION. Asignación de funciones y actividades de acuerdo a los recursos y limitaciones de sus colaboradores, dirigiendo y orientándolos según se requiera.
- HABILIDAD PARA COMUNICARSE. Expresión de ideas en forma clara y lógica, oralmente y por escrito, con todos aquellos niveles con los que tenga contacto.

- **PERSUACION.** Habilidad para convencer con argumentos lógicos.
- **CONFIABILIDAD.** Aceptación de responsabilidades en función de sus habilidades y conocimientos.

TABLA A-2
FACTORES DE DESEMPEÑO
CRITERIOS DE CALIFICACION

- . (NA) NO APLICABLE. Cuando este factor no está relacionado con la naturaleza de las funciones de la categoría del empleado.
- . (IS) INSATISFACTORIO. En este factor el empleado "no cumple" con los requerimientos de desempeño del puesto que ocupa. Existen deficiencias que no permiten el desempeño esperado.
- . (SA) SATISFACTORIO. En este factor el empleado "cumple" con los requerimientos mínimos de desempeño del puesto que ocupa. Personalmente requiere supervisión directa y constante en el desempeño de su trabajo.
- . (MS) MUY SATISFACTORIO. En este factor el empleado sobrepasa los requerimientos del puesto que ocupa. Personalmente requiere poca supervisión.
- . (EX) EXCELENTE. En este factor el empleado "sobrepasa" notablemente los requerimientos de desempeño del puesto que ocupa. Personalmente se requiere básicamente supervisión sobre resultados y muy poca sobre la forma de realizar el trabajo.
- . (OS) SOBRESALIENTE. En este factor el empleado desempeña "excepcionalmente" las funciones del puesto. Es una persona sumamente responsable. Requiere supervisión exclusivamente sobre resultados. Para que un empleado amerite la calificación de "Sobresaliente", debe encontrarse muy por encima de lo normal.

TABLA A-3
FACTORES DE DESEMPEÑO
MEDIDAS POR APLICAR CONFORME A CALIFICACIONES

. (IS) INSATISFACTORIO

- . Sin prestaciones adicionales
- . Sin aumentos de sueldo
- . Control estricto de sus actividades

. (SA) SATISFACTORIO

- . Motivársele, sin aumento de sueldo
- . Control de prestaciones y actividades
- . Efectuar una revisión a fecha determinada
- . Posiblemente proceda transferirlo

. (MS) MUY SATISFACTORIO

- . Motivársele, darle prestaciones
- . Aumento de sueldo conforme al incremento anual de salario mínimo
- . Incorporarle a los programas de capacitación especial o de desarrollo científico

. (EX) EXCELENTE

- . Considerársele para posibles promociones
- . Aumento de sueldo. Por ejemplo: 10% adicional al incremento anual del salario mínimo.

. (OS) SOBRESALIENTE

- . Promovérsele
- . Aumento de sueldo (Por ejemplo mínimo 20% adicional al incremento anual del salario mínimo)

TABLA A-4
CARACTERISTICAS PERSONALES
DEFINICIONES

- . DESARROLLO PERSONAL. Interés para su desarrollo personal y de sus colaboradores, planeación y seguimiento de las medidas tomadas.
- . CREATIVIDAD. Habilidad para generar nuevas alternativas viables que se apliquen al trabajo.
- . INICIATIVA. Habilidad para decidir y actuar adecuadamente, anticipándose a instrucciones concretas.
- . CRITERIO. Habilidad para analizar una situación, evaluar alternativas según sus consecuencias y decidirse por una de ellas tomando riesgos calculados.
- . CONSTANCIA. Esfuerzo constante para la obtención de resultados a pesar de los obstáculos.
- . RELACIONES INTERPERSONALES. Habilidad para lograr resultados sin conflictos, trabajando con otros.
- . LIDERAZGO. Habilidad para influir en sus colaboradores y conducirlos a los resultados establecidos.
- . ASISTENCIA Y PUNTUALIDAD. Consciencia de su importancia, como concepto de disciplina y responsabilidad.
- . ADAPTABILIDAD. Habilidad para modificar conductas de acuerdo a las necesidades del trabajo.
- . ACTITUD. Entusiasmo por su trabajo, interés en la compañía, disposición para aceptar comentarios sobre su actuación, aunque éstos sean desfavorables.

TABLA A-5
CARACTERISTICAS PERSONALES
CRITERIOS DE CALIFICACION

- . (NA) NO APLICABLE. Cuando esta característica no está relacionada con las actividades que realiza el empleado.

- . (RD) REQUIERE DESARROLLARSE. En esta característica se necesita trabajar para lograr el desempeño esperado en el puesto que ocupa el empleado.

- . (CA) CARACTERISTICA ADECUADA. Cuando el empleado cumple con los requerimientos de desempeño del puesto que ocupa.

- . (CE) CARACTERISTICA EXCEPCIONAL. Cuando el empleado logra resultados muy superiores a los requeridos en el desempeño del trabajo que efectúa.

PLANEACION DEL DESARROLLO DEL PERSONAL

Para la planeación de una empresa en su personal, se requiere contar con la información sobre:

- Necesidades de desarrollo que en el puesto actual requiere el empleado para poder desempeñarlo debidamente.
- Determinación del potencial de desarrollo que tiene el empleado.
- Planteamiento de los puestos que puede llegar a ocupar el empleado y los conocimientos y habilidades en que cada caso requiere para poder ocuparlos.

Algunas de las condiciones que se presentan con más frecuencia que impiden la promoción planeada para un empleado son:

- . Las funciones del puesto cambiarán
- . La eficiencia del empleado disminuyera
- . Un mejor prospecto para el puesto.

La naturaleza de esta información es absolutamente confidencial, ya que los planes de desarrollo podrían mencionar, entre otras cosas situaciones, transferencias a otros puestos que se encuentren actualmente ocupados por otras -- personas. De ser conocido este tipo de información podría dar origen a graves problemas de administración de personal, tales como incertidumbre, inseguridad, sobre-estimación, etc. Por otra parte, si al empleado se le informa que su capacidad le permite ocupar determinado puesto y al cual posteriormente, el empleado no fuera promovido, es lógico pensar que aparecerán reacciones de descontento e insatisfacción del empleado y como consecuencia una mayor rotación de personal, bajo nivel de moral, etc.

Al discutir la revisión con el empleado, el Jefe Inmediato podrá mencionarle, en forma general y, si el caso lo amerita, que puede llegar a ocupar puestos de mayor responsabilidad dentro de la empresa, pero sin comprometerse, cuidando de no mencionar puestos específicos, ni fechas concretas en que pueda suceder tal promoción.

Para efectuar esta planeación, es conveniente elaborar una forma (Por ejemplo la forma B anexa), la cual consta de los siguientes datos:

- Datos generales

Esta sección es llenada por el Departamento de Personal. Los datos de esta sección son utilizados para identificación: fecha de elaboración, clave de identificación del empleado, ingreso en la empresa (categoría y fecha), departamento y oficina.

- DETERMINACION DEL POTENCIAL DEL EMPLEADO

En esta sección se deberá indicar la estimación del potencial del empleado, en tendiéndose por lo anterior, la capacidad que un empleado tiene para ocupar - puestos de mayor responsabilidad dentro de la organización, superiores al nivel del puesto que está desempeñando actualmente, en función de los conocimientos, experiencia, habilidades y características personales (enunciadas anteriormente), que exijan los puestos para los cuales se considera el potencial . Los grados de potencial del empleado se presentan en la tabla B.1.

- NECESIDADES DE DESARROLLO

Esta sección está dividida en tres partes:

. Parte "A"

Se deberán indicar los conocimientos o habilidades que requiere el empleado para mejorar el desempeño de su puesto actual. Estas necesidades deberán -- ser formuladas en orden de importancia, tomando en cuenta tanto las características del puesto, como las de la persona que lo desempeña.

. Parte "B"

. Se deben indicar los puestos que el empleado está capacitado para desempeñar de inmediato.

. Parte "C"

Se deben indicar los puestos de igual o mayor categoría que la del puesto actual, en los que se planea rotar o promover al empleado en los próximos dos años, para proporcionarle una mayor experiencia que contribuya a su desarrollo. Se deberá señalar el título del puesto y el departamento u oficina donde se encuentra. Para esto deberá tomarse en cuenta:

. Interés y capacidad mostrada por el empleado hacia otras áreas de trabajo, diferentes a las que desempeña, ya que de ser así, éstas deberán ser igualmente anotadas en dicha sección.

. Conocimientos y/o habilidades que el empleado requiera aprender y/o mejorar para poder ocupar puestos señalados tanto en la parte "B", como en la parte "C".

- Reemplazos

En esta sección deberá indicarse el nombre de aquellos candidatos que por su experiencia y capacidad puedan reemplazar de inmediato, o en un lapso máximo de un año, al empleado que está siendo evaluado. El reemplazo puede provenir tanto de un cambio lateral como de la promoción de otro empleado.

Esta información le permite al Jefe de Oficina determinar con mayor facilidad -cual es su Inventario de Recursos Humanos.

- Responsable del desarrollo.

Esta sección deberá llevar el nombre y firma de la persona que preparó y de la que revisó y aprobó dichos planes de desarrollo. Estas personas se responsabilizarán que esos planes de entrenamiento y desarrollo se lleven a cabo.

FORMA B

PLANEACION DE DESARROLLO DEL PERSONAL

No. _____ Categoría _____ Fecha _____

CLAVE # _____ Cat. _____ Fecha: _____

NOMBRE _____

DEPARTAMENTO _____ OFICINA _____

- POTENCIAL DEL EMPLEADO _____

NECESIDADES DE DESARROLLO

A.- REQUERIMIENTOS PARA MEJORAR _____

B.- CAPACIDAD CATEGORIA DEPARTAMENTO

C.- PLANEACION CATEGORIA DEPARTAMENTO

REEMPLAZOS

PRIORIDAD NOMBRE CATEGORIA FECHA

1 _____
2 _____
3 _____

RESPONSABLE DEL DESARROLLO

PREPARO:

REVISO Y APROBO:

Nombre: _____ Nombre: _____

Categoría: _____ Categoría: _____

Firma: _____ Firma: _____

TABLA B-1
GRADOS DEL POTENCIAL DEL EMPLEADO

- . (ND) NO DETERMINADO. Aplicado a aquellas personas que llevan poco tiempo desempeñando su labor; normalmente se trata de empleados que llevan menos de -- seis meses en su puesto actual.
- . (PL) POTENCIAL LIMITADO. Este grado se aplica a aquellas personas cuyas limi taciones en sus conocimientos, habilidades, experiencia y caracterfísticas per sonales, limitan su avance a puestos superiores en la empresa. El desarrollo de estas personas estará por lo tanto limitado a posibles cambios laterales , ya sea dentro de su oficina o departamento.
- . (PM) POTENCIAL MEDIO. Se aplica a aquellos empleados que en un lapso de uno o dos años, a partir de la fecha de la revisión, estén capacitados para ocu-- par puestos clasificados en una o dos categorías arriba del puesto que desem-- peñan actualmente.
- . (PE) POTENCIAL ELEVADO. Este grado se aplica a aquellos empleados que un lap so de uno a dos años, a partir de la fecha de la revisión estén capacitados - para ocupar puestos clasificados tres o cuatro categorías arriba del puesto - que ocupan actualmente, o bien está capacitado el empleado para ocupar pues-- tos de una o dos categorías superiores en un tiempo breve (uno o dos años).
- . (PO) POTENCIAL JEFE DE OFICINA. Este último grado está reservado a empleados que hayan mostrado características específicas que los definan como reempla-- zos viables para puestos de Jefe de Oficina en un plazo de 5 años o menos, a partir de la fecha de la revisión.

NOTA: Los puestos que puede llegar a ocupar el empleado deberán ser señalados - en la sección "Necesidades de Desarrollo", y no deben circunscribirse únj camente a la oficina o departamento en donde el empleado trabaja actual-- mente.

ENTREVISTAS DE EVALUACION DE PERSONAL

Como medio para llevar a efecto la evaluación del personal se tiene la entrevista, de la cual dependerán los resultados, por lo cual es necesario tomar en cuenta los puntos a tratar y las características sobre las cuales se deberá desarrollar.

- Conceptos a tratar en una entrevista

- . Definir con el empleado las funciones y responsabilidades de su puesto, así como los resultados esperados del mismo.
- . Comentar el desempeño en el trabajo, señalando específicamente la calificación del empleado en los diversos factores de desempeño, en relación con los requisitos del puesto.
- . Revisar con el empleado las características personales necesarias para el buen desempeño del trabajo y la situación de éste con relación a ellas.
- . Señalar el progreso o la falta de él, desde la última revisión.
- . Llegar a un acuerdo con el empleado sobre lo que se esperaba de él, lo que logró y lo que no se alcanzó, señalando las causas.
- . Hacer los planes necesarios, de común acuerdo, para contribuir al mejoramiento del empleado y lograr que llegue a desempeñar sus funciones y responsabilidades cada vez mejor.

- Características de una entrevista

- . Programe con anticipación la entrevista, informándole al empleado la fecha de su evaluación y solicitándole piense qué metas se propone.
- . Trate de crear una atmósfera de confianza, amigable e informal.
- . Explique al empleado el objeto de la entrevista y procure establecer un tiempo de duración que limite lo superfluo, pero permita tratar extensamente lo necesario.

- . Hágale saber su opinión sobre su actuación en cada una de sus principales - funciones y responsabilidades. Empiece reconociendo sus puntos fuertes, si ga con los débiles y termine con los fuertes nuevamente.
- . Aliéntelo a platicar con franqueza; hágale preguntas.
- . Demuéstrele que usted tiene interés sincero en su trabajo y sus problemas . Sea claro y honesto.
- . Mantenga una actitud calmada y poco emocional.
- . Hágale sentir satisfecho si su trabajo ha sido efectivo; hágale ver cómo -- puede mejorar su actividad, si es que lo necesita.

COMENTARIOS SOBRE LA EVALUACION

Los integrantes de un grupo de trabajo es necesario que actúen con confianza en la empresa u organización, "sintiendo" que ésta "ve" con respeto (e incluso se preocupa) por sus necesidades. Es poco probable que bajo estas condiciones el personal se sienta "explotado" o tratado injustamente.

A través de una adecuada evaluación, confiable y precisa, el personal tendrá la seguridad de que su desempeño es reconocido y su rendimiento será recompensado en forma tangible. Sin embargo, una evaluación es difícil y puede hacer patente conflictos potenciales e incluso generarlos, por lo cual es necesario considerar las posibles deficiencias de una evaluación.

- Personal inadecuado para el desarrollo de la evaluación.
- Formas estándar de evaluación no acordes con las funciones de desempeño, con características subjetivas de difícil comprensión.
- Variaciones en la apreciación del evaluador en función de su carácter, relación con el trabajador, humor del evaluador en el momento de la evaluación, - influencias externas.
- Reconocimiento inadecuado del desempeño diario del trabajo.
- Reacción inadecuada del trabajador a los resultados de la evaluación.
- Revisión del desempeño pasado sin plantear las expectativas.
- Diálogo mal llevado durante la evaluación.

Adicionalmente, en la evaluación no siempre se toman en cuenta deficiencias como:

- Definición de puestos elaborada por personal ajeno o con pocos conocimientos - de los requerimientos reales del trabajo, utilizando "puestos estándar" que no corresponden con las necesidades de la empresa o "inventando puestos" inadecuados.
- Funciones asignadas al puesto y/o personas en forma errónea.

Para que la evaluación brinde mejores resultados debe enfatizarse:

- El trabajador es valorado y se necesita su participación, por lo que es bien recibido el que exponga sus propios planes y lo que considera debe hacerse - para él por su supervisor directo y/o la empresa.
- Existen expectativas para el desarrollo del trabajador.
- El desempeño del trabajador es resultado de su actividad con un amplio grado de libertad y autodeterminación.
- La evaluación no es un evento aislado, sino obedece a una planeación y una - directriz sistemática de la empresa.
- La evaluación no es un examen, es un cambio de impresiones en las cuales pueden incluirse cualquier preocupación o problema que pueda afectar a su trabajo.

R E N D I M I E N T O S

Generalidades

Ingeniería Industrial

Es una rama de la ingeniería que se encarga de establecer los sistemas más adecuados para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos (humanos, materiales y económicos) con que cuenta una empresa, ya sea de servicios, de transformación ó extractiva.

Producción

Es la cantidad de bienes ó servicios que se obtienen en un tiempo dado, por medio de operar un sistema.

Productividad

Es la relación entre lo producido y lo insumido (out put-in put).

Rendimiento

Es la comparación de la cadencia real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que uno se ha formado mentalmente al ver como trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde.

Rendimiento Estandar (Normal)

El representativo de este rendimiento, es el trabajador medio en una clase de trabajo determinada, y es el que posee la inteligencia y facultades físicas necesarias y la formación y experiencia suficiente para ejecutarlo con arreglo ó normas de calidad aceptables y cuya habilidad y rendimiento son el promedio dentro de un grupo examinado.

Factores que influyen sobre el Rendimiento.

Las variaciones de los tiempos efectivos de un elemento determinado, pueden obedecer a factores dependientes ó independientes del operario, entre los que figuran:

- Los cambios en la eficiencia funcional de las herramientas ó del equipo - dentro de su vida normal.
- Los pequeños cambios en los métodos ó condiciones de la operación.
- Las variaciones en la concentración mental necesaria para la ejecución de ciertos elementos.
- Los cambios en las condiciones climáticas y otras del medio ambiente, tales como la luz, temperatura, sonido, ruido u oxígeno.

Variaciones del Rendimiento

Algunas veces se producen variaciones en el órden regular de sucesión de las operaciones elementales; las variaciones las podemos clasificar en 4 grupos:

- Elementos realizados fuera del órden regular.
- Elementos fallados por el observador (supervisor, analista, etc.).
- Elementos omitidos por el operario (empleado, técnico, etc.).
- Elementos extraños como fallas mecánicas, eléctricas, materia prima, etc.

Los factores dependientes del operario pueden ser:

- Las variaciones aceptables de la calidad del producto.
- Las variaciones debidas a su pericia.
- Las variaciones debidas a su actitud, particularmente respecto a la organización en que trabaja.

Los factores que dependen del operario pueden influir sobre los tiempos de elementos de trabajo análogos a modificar.

- La pauta de sus movimientos.
- Su ritmo de trabajo.
- Ambas en proporciones variables.

El ritmo máximo a que puede trabajar el operario depende:

- . Del esfuerzo físico que exige el trabajo.
- . Del esmero que el operario debe poner en su tarea.

Calificación

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea, después de haber observado y anotado los valores de la operación que se estudió.

Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero las más comunes son:

- La 100-133
- La 60- 80
- La 75-100

Trabajador Calificado

Es aquél de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias que posee la requerida inteligencia e instrucción, y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Factores a Valorar

Las condiciones a valorar son aquellas que afectan al operario y no las que afectan al método.

Los factores, habilidad, esfuerzo, condiciones y estabilidad determinan definitivamente en qué plano de actuación trabaja un operario en cualquier momento.

Medición del trabajo

La medición del trabajo es uno de los principales instrumentos de investigación para descubrir las causas del tiempo improductivo. También es un medio para fijar tiempos tipo en los que puedan basarse la planificación y control de la producción y cálculo de costos de mano de obra, para reducir el tiempo improductivo y aumentar la productividad.

SIMPLIFICACION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Generalidades

La simplificación del trabajo en las labores de producción ha sido intensamente estudiada, disfrutando de los beneficios consecuentes; no así el trabajo de mantenimiento, el cual ha sido interpretado, en la mayor parte de los casos, como una labor diferente a la de producción. Pero es indiscutible que en ambos casos se trata de hacer un trabajo y, por lo tanto, pueden y deben ser estudiados bajo los mismos principios.

Por otra parte, se ha visto que para controlar los costos es necesario establecer presupuestos de control, los cuales se basan en la programación y -- utilización de los recursos de la empresa, de acuerdo con los procedimientos establecidos.

Es necesario que toda empresa, si no cuenta con un departamento de mantenimiento, dicte políticas tendientes al establecimiento de un programa de reducción de costos de mantenimiento; y la dependencia que quede responsable de esta función, será también responsable de llevar a cabo las juntas de -- planeación necesarias para obtener el programa anual (detallado) de mantenimiento, así como organizar lo anteriormente planeado, diseñando puestos y -- estructurando el conjunto en un organismo de esfuerzos coordinados; por lo cual, todas las necesidades deben ser cubiertas, tanto humanas como materiales, a fin de que dicho organismo esté en posibilidades de "funcionar" de -- acuerdo a lo planeado.

La simplificación y medición del trabajo es parte de la ingeniería de métodos, la cual es el ramo de ingeniería a la que concierne la planeación de -- métodos efectivos de trabajo.

Análisis

El análisis es de dos tipos: el primario, que consiste en hacer una estimación mental del proceso que se debe estudiar, recorriendo, si es preciso, - los diferentes lugares que marca éste, localizando los escritorios, equipos, máquinas, etc., para posteriormente hacerlo por escrito.

El análisis secundario consiste en investigar y medir movimientos o micromovimientos que ejecutan los trabajadores que desempeñan cada puesto analizado.

Análisis primario. Al efectuar un análisis primario en forma detenida y minuciosa de cada operación de trabajo, para encontrar todas las que no son - necesarias, con el objeto de determinar el mejor y más rápido método de llevar a cabo las que sí lo son, son de mucha utilidad los diagramas siguientes:

- A. De proceso
- B. De flujo
- C. De actividades
- D. De operación

Diagrama de proceso. Este diagrama representa gráficamente las actividades que se desarrollan durante la ejecución de un trabajo. Se utiliza para conocer la marcha del proceso a través de una o más oficinas o departamentos. Los símbolos que en él se emplean son:

- Operación (Producir, llevar a cabo)
- ⇒ Transporte (Mover)
- Inspección (Verificar)
- D Demora (Interferir)
- △ Almacén (Mantener, detener)

El diagrama se divide en tres partes esenciales:

Información
Descripción
Resumen

Se acostumbra hacer dos diagramas de proceso para cada análisis; el primero mostrando el proceso actual y, el segundo el propuesto.

Diagrama de flujo. Este es un esquema a escala de la distribución del edificio o plantas en donde se muestra la localización de todas las actividades que aparecen en el diagrama de proceso; generalmente es un complemento de éste (diagrama de proceso), por lo que los encabezados de dichas formas deben ser iguales.

Estos dos diagramas son los que por lo general se adaptan a las labores de mantenimiento y existen pasos que deben observarse para facilitar su construcción:

- 1) Fijar la actividad que se va a estudiar; decidir lo que se va a seguir, ya sea una persona, una pieza, un material, etc.; y no cambiar el sujeto durante el proceso.
- 2) Escoger un punto de partida y otro de llegada, bien definido (1 y 2, -- análisis mental).
- 3) Elaborar los formatos especiales para ambos diagramas hasta obtener el resumen completo.
- 4) Dibujar flechas de recorrido y el esquema a escala, de la situación de la maquinaria y equipo.
- 5) Analizar ambos diagramas (proceso y flujo) y, después de esto, proceder a considerar un nuevo sistema, para el cual también hay que hacer un -- juego de diagramas, comparar ambos y en el resumen anotar la diferencia a fin de corroborar si hay ganancia con el nuevo método.

Diagrama de actividades (Hombre-Máquina). Es una representación gráfica - que se hace con el propósito de coordinar el tiempo de trabajo y el ocioso entre dos o más hombres, o la combinación del hombre y máquinas. Este diagrama tiene los siguientes propósitos:

1. Evitar el tiempo ocioso.
2. Mantener la maquinaria a la capacidad óptima.
3. Lograr un trabajo mejor equilibrado del operario y la máquina.

Diagrama de operación (mano derecha, mano izquierda). Es la representación gráfica de las actividades de cada una de las manos del obrero. Dichas actividades son expresadas con los símbolos de operación, transporte, etc.

El fin primordial de este diagrama es encontrar una mejor forma de hacer el trabajo, y consiste en:

- 1) Información de la operación.
- 2) Dibujo del lugar de trabajo.
- 3) Trabajo que ejecuta cada mano.

Para hacer este diagrama es necesario estudiar minuciosamente el trabajo a fin de descubrir los movimientos fundamentales que ejecutan las manos y facilitar el análisis.

Estandarización

La estandarización es el proceso de determinar y conseguir, en base al análisis del trabajo y a su interpretación, qué tipo de materiales se deben -- usar para la elaboración del producto, con qué equipos debe contarse, en - qué condiciones de trabajo debe desarrollarse la labor y, por último, cuál será el método a seguir; de tal forma que para un mismo trabajo deberá contarse con la estandarización de:

los materiales,
los equipos,
las condiciones de trabajo y
los métodos.

En trabajos de mantenimiento, generalmente nos interesa saber cómo están -- distribuidos éstos durante el turno completo [si el operario usa su tiempo en labores efectivas (trabajo directo) o de preparación (trabajo indirecto) o simplemente en repetir labores que ya no serían necesarias si la primera vez que se hicieran hubieran resultado de calidad; y, por último, si existe mucho tiempo ocioso].

6. CONTROL DEL MANTENIMIENTO.

TIPOS DE CONTROL

Control de Equipo (CE)

El control de equipo y/o cualquier bien físico de la empresa - que sea conveniente controlar es responsabilidad del área de - Control de Equipo (CE).

El objetivo del CE es conocer la "historia" de todos los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos y/o bienes físicos de la empresa. En esa historia se deberán indicar el tipo de falla (origen y forma de reparación), el trabajo realizado (M de O, materiales) y los costos y tiempos correspondientes.

Con el registro histórico de CE y su análisis se obtiene:

- . Detección de partes débiles de los equipos.
 - . Clasificación de materiales.
 - . Clasificación de trabajo (prioridad).
 - . Determinación de rendimientos.
 - . Costeabilidad de reparaciones.
- Principales funciones de CE.
- . Responsable del resguardo de equipo.
 - . Elaborará un reporte, en el que se indicará el estado general del equipo.
 - . Controlar la localización del equipo.
 - . Solicitud de equipo.
 - . Equilibrar requerimientos de equipo con la capacidad disponible.
 - . Solicitudes de mantenimiento.
 - . Fijar prioridad de reparación.
 - . Formar y controlar archivos históricos del equipo. Generación de informes.
 - . Revisar reportes de operación.

Control de Materiales (CM)

En forma similar a CE, el Control de Materiales (CM) para el desarrollo de las actividades de mantenimiento es muy importante; en los temas de Inventarios y Almacenes se desarrolla con amplitud este concepto.

Control de Mano de Obra. (CO)

En este concepto es muy importante se determine el personal en cuanto a su clasificación, indicando capacidad, experiencia etc.

Las dos principales funciones de CO son:

- Registro de la Mano de Obra.
 - . Tiempo productivo.
 - . Por empleado y trabajo.
 - Tiempo normal
 - Tiempo extra
 - . Por trabajo
 - Empleados que participan
 - Honorarios normal o extra.
 - . Tiempo muerto (Indican si es posible su origen).

Existen diferentes factores que deberán considerarse para una clasificación más detallada del equipo, como pudiera ser:

- Capacidad del equipo (potencia, gasto, peso, etc.)
- Motor (eléctrico, neumático, combustión, etc.)
- Grado de automaticidad y/o tipo de accionamiento.
- Importancia operativa del equipo en el proceso.
- Procedencia del equipo (nacional o extranjera).
- Costos involucrados, tales como rentabilidad.
- Personal requerido para su mantenimiento (número y capacidad).

CONTROL DEL MANTENIMIENTO

Generalidades

El control es uno de los componentes de la administración, - que inicia su participación teórica en la planeación y su fase técnico-práctica aparece como consecuencia de la dirección. De esta forma, el control resulta como un factor estratégico - necesario para evitar desviaciones que pudieran afectar o distraer a los planes y a los objetivos preestablecidos. Por tanto, para la implantación de cualquier sistema deben diseñarse los elementos y formas para controlar recursos, acciones, programas etc.

DOCUMENTOS DE CONTROL

a) Orden de Trabajo

La orden de trabajo (O.T.) es el documento clave para la administración del mantenimiento sobre el que se va a controlar la calidad, costo y tiempo de los trabajos; tanto de mantenimiento preventivo como correctivo, por lo tanto, es de extrema importancia que tanto las personas involucradas en el sistema de mantenimiento por parte de las áreas solicitantes, como de las de la sección de mantenimiento conozcan a fondo este documento y comprendan la gran utilidad - que representa su uso como elemento clave dentro del sistema de mantenimiento. Es además, el documento oficial para que cualquier área solicite un trabajo de mantenimiento.

En el anexo No. 3 se muestra la orden de trabajo.

b) Archivo Técnico

El archivo técnico lo constituye toda la información técnica que sobre los equipos e instalaciones se tenga, como son

planos, dibujos, manuales de operación y mantenimiento etc.

La información técnica, junto con el historial de mantenimiento de los equipos e instalaciones de la planta será el soporte más importante con que cuenta el Departamento de Mantenimiento para poder proporcionar un mejor servicio.

La formación del archivo técnico se hará en tres pasos:

1o. Captación de información

- El responsable es el Jefe de Mantenimiento, junto con los Jefes de Sección.
- Debe solicitarse al fabricante y/o compañía constructora.
- La información de modificaciones la recolectarán los Jefes de Sección ó Jefes de Mantenimiento.

2o. Ordenamiento de la información

- Lo debe realizar el Jefe de Sección de Planeación del Mantenimiento.
- Debe agrupar lo relacionado con cada equipo y por áreas.
- La información debe estar ordenada de tal manera que permita un fácil acceso a ella.

3o. Formación de archivo

- Lo debe de formar el Jefe de Sección de Planeación de Mantenimiento.
- Colocará la información en un mueble adecuado para ello.

A la documentación que se emplea en la planta y que se refiere al mantenimiento, se le puede clasificar en:

- Documentación técnica.
- Documentación administrativa.
- Documentación de trabajo.

La documentación técnica comprende:

las reparaciones y modificaciones efectuadas así como -
otros datos necesarios para el conocimiento correcto de
la máquina.

- Inventario técnico para el conocimiento de los medios -
dispositivos.

c) Registros históricos ó tarjetas

El registro histórico de mantenimiento lo constituye una -
hoja de Kardex por cada equipo considerado como importante
y donde se vacía toda la información técnica generada por
un servicio de mantenimiento al equipo y tomada de los da-
tos asentados en la orden de trabajo.

Tal información servirá para los objetivos del mantenimien-
to preventivo, el control de refacciones, la reposición de
equipo etc. y será captada y procesada por el Departamento
de Mantenimiento. La hoja de registro histórico de los -
equipos (anexo No. 4), se constituye junto con la Orden
de Trabajo en la parte medular de la sistematización de -
las actividades de mantenimiento.

La información que contienen estas tarjetas es básicamente
la siguiente:

- Características de equipo.
- Programa de Mantenimiento Preventivo para el equipo.
- Lista de materiales y/o refacciones que para el equipo -
se deberán tener en existencia.
- Datos históricos de todos los trabajos de mantenimiento
que se le hayan hecho al equipo.

- La documentación de la máquina o equipo que contiene todo lo referente al conocimiento de la máquina o equipo y a cómo operar.
- La documentación de la planta: que contiene todo lo referente al ambiente, ubicación, emplazamiento, etc. en que se encuentra la máquina o equipo.
- La documentación de ingeniería: que contiene la resolución de los problemas técnicos provenientes de la máquina y la planta.

Parte de la documentación técnica, por lo general es provista por el fabricante, pero en caso de no disponer de la documentación que suele proveer el fabricante conteniendo la información necesaria, se debe suplir con los datos que pueden conseguirse en máquinas similares y con los que correspondan a los elementos constitutivos tales como: cojinetes, de rodamientos, motores eléctricos, etc. También deben consignarse los datos referentes a los distintos conjuntos y órganos de las máquinas, que se hallan desmontadas para reparación.

Con todos estos antecedentes se debe hacer un legajo "propio" con el fin de salvar la carencia de documentación adecuada.

La documentación administrativa se refiere: a la documentación necesaria para efectuar los controles administrativos como inventarios, costos, etc.

La documentación de trabajo comprende:

- La documentación necesaria para efectuar el control técnico en la que se consignan los datos de identificación, -

d) Paquete de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma (anexo No.4) se utiliza para implantar el Mantenimiento Preventivo; en ella se anotan las rutinas de mantenimiento que deben efectuarse a los equipos cada determinada frecuencia, especificando las actividades, el personal y - tiempos necesarios, así como las refacciones y/o materiales necesarios en cada uno de los trabajos de M.P.

7. FUNDAMENTOS ECONOMICOS.

FUNDAMENTOS ECONOMICOS

Generalidades

Los factores económicos deben desempeñar un papel primordial en toda la actividad industrial, en base al logro del objetivo fundamental: aumento del efecto económico del equipo.

El efecto económico está determinado por: "la magnitud de la eficiencia de la máquina o equipo y por la suma de los gastos de explotación de todo el período de trabajo de la misma".

El diseño y la explotación económicamente orientada, debe tomar en cuenta, todo el complejo de factores que determinan el rendimiento económico haciendo incidir correctamente la significación relativa de estos factores.

Costos

Definición: En su concepción mas general: "Costo es el sacrificio en el que se incurre para obtener un satisfactor". De igual manera, es el consumo de un bien o servicio que realiza una empresa para lograr sus objetivos.

Los elementos que componen el costo industrial o de fabricación se pueden clasificar en 3 grupos o tipos:

- El material directo.
- La mano de obra directa.
- Los gastos generales (indirectos) de fabricación.

Los costos de mantenimiento los podemos clasificar en:

- Directos
 - . Corrección de fallas en el equipo productivo que incluyen: los

paros de funcionamiento, la pérdida de producción, la reparación de maquinarias, el reemplazo de máquinas, etc.

- Indirectos

- . Modificaciones y/o cambios para eliminar fallas repetitivas - de moras de producción, entregas tardías, clientes descontentos, accidentes en potencia, mala reputación, etc.
- . Mantenimiento rutinario al equipo productivo tales como: limpieza, carga de fluidos, etc. Estos costos deben recuperarse a través de los costos de operación.

- General

- . Mantenimiento en los bienes físicos de la empresa, excluyendo el equipo de producción. Estos costos deberán prorratearse, debiendo incluirse los costos correspondientes a las ordenes de trabajo menores y permanentes.

- Gastos y/o administración

- . En estos costos se consideran los correspondientes al personal, instalaciones y gastos generales del Departamento de Mantenimiento, incluyéndose los costos correspondientes a las ordenes de trabajo de tiempo muerto.

Costos atribuibles a la maquinaria.

Los registros cuidadosamente llevados de los equipos utilizados, - deberán proporcionar datos que puedan utilizarse como una guía para la máquina en particular. Pero no hay seguridad de que los equipos semejantes tengan una experiencia de costo parecida.

Cuando se quiera estimar el costo de tener maquinaria, deberán tomarse en cuenta los siguientes conceptos:

- Depreciación.
- Costo de inversión.

- Costo de operación.
- Costo de reparación.
- Costo de mantenimiento.
- Costo de interrupción.
- Costo de obsolescencia.

Depreciación.

Es el proceso llevado a cabo para convertir un activo fijo (como lo es la maquinaria industrial) en costo. El objetivo de este proceso es acumular los fondos necesarios para lograr la reposición de dicho activo. Por ello el costo de un activo fijo deberá ser distribuido adecuadamente entre los períodos que éste sea utilizado por la empresa, para evitar la descapitalización de la misma.

El fisco tiene establecidas ciertas tablas donde se indica que vida útil (fiscal) debe ser asignada a un activo fijo con el objeto de ser depreciado. Por ejemplo los aparatos de medición tienen una vida útil de tres años para el fisco. Sin embargo, en realidad esto no significa que después de 3 años estos equipos no puedan ser utilizados. Por ello es conveniente llevar dos registros: uno con depreciaciones permitidas por la ley (fiscales) y otra para fines de planeación que tome la vida útil real.

Para depreciar activos fijos como lo son la maquinaria y equipo existen varios métodos: Los más comunes son:

- . El de línea recta.
- . El de la suma de los dígitos de los años.
- . El de saldos decrecientes.

Estos métodos para su aplicación, requieren del conocimiento del costo inicial del activo (inversión más gastos de instalación), su vida útil y una estimación del valor de rescate al momento de su venta.

En México fiscalmente solo se permitía depreciar en línea recta. Esto es, depreciar el activo en porcentajes iguales para todos los períodos. Sin embargo, recientemente se han permitido depreciaciones aceleradas.

Método en línea recta.

Este método se basa en la asignación de cantidades iguales a través de la vida económica (fiscal) de los activos. Se determina de la siguiente manera:

$$D_r = \frac{V_i - V_S}{n}$$

$$Dac_r = r \cdot D_r$$

$$VL_r = V_i - Dac_r$$

donde:

D_r = depreciación al año r

r = puede tomar valores de 1 a n

n = vida económica, en años

V_i = valor inicial

V_S = valor de salvamento

Dac_r = depreciación acumulada al año r

VL_r = valor en libros al año r .

El método más común para determinar el costo de la depreciación es el que supone una vida útil de la máquina, expresada en años, horas, o en unidades de producción (al que mejor convenga). Si el costo total de la máquina se divide entre su vida útil el resultado será la depreciación anual, horaria o por unidad de producción.

Tomando un ejemplo práctico de esta empresa; en una máquina pasteurizadora de leche. Al momento de su adquisición, el fabricante indica un cierto número de litros pasteurizados como vida útil. Para cargar la depreciación de esta máquina al producto se dividiría el costo de la máquina entre el número de litros pasteurizados. Así, para cada caso en particular es posible encontrar la forma de distribuir el costo del activo. A este costo distribuido hay que agregarle, evidentemente un porcentaje de inflación.

Costo de Inversión

Cuesta dinero el poseer maquinaria, independientemente de la cantidad de horas que ésta se use. Estos costos, que con frecuencia se clasifican como costos de inversión, incluyen el interés del dinero invertido, los impuestos de todos tipos que se fijan contra el equipo, los seguros, y el almacenamiento.

Existen varios métodos para determinar el costo del interés que se paga sobre dinero invertido en la maquinaria. Aunque se pague la maquinaria en efectivo, deberá cobrar un interés por la inversión, ya que el dinero invertido en la maquinaria podría invertirse en alguna otra cosa que le redituara un interés.

Una vez que se ha usado el equipo durante el período de depreciación estimado, expresado en años o en unidades de producción, el dueño o propietario habrá recobrado su costo inicial a través de la reserva para la depreciación. De cualquier manera, el interés que se cobre deberá estar basado en un valor real del equipo, en vez de estar basado en su costo original.

El costo medio anual del interés debe estar basado en el valor medio del equipo durante su vida útil. Este valor puede obtenerse estableciendo un programa de valores para el principio de cada uno de los años durante los cuales va a utilizarse el equipo. Los cálculos que se dan a continuación, ilustran el método que se sigue para determinar el valor medio del equipo:

Costo original del equipo, \$ 25'000,000

Vida útil estimada, 5 años

Costo medio de depreciación anual:

$$\$ \frac{25'000,000}{5} = \$ 5'000,000$$

PRINCIPIO DEL AÑO (1)	DEPRECIACION ACUMULATIVA (2)	VALOR DEL EQUIPO (3)
1	0	25'000,000
2	\$ 5'000,000	20'000,000
3	10'000,000	15'000,000
4	15'000,000	10'000,000
5	20'000,000	5'000,000
6	25'000,000	0

Total de valores de la columna 3 = \$ 75'000,000
 Valor medio, $\frac{\$ 75'000,000}{5}$ = 15'000,000

Valor medio como % del costo original:

$$\frac{15'000,000 \times 100}{25'000,000} = 60$$

Así el valor medio de una máquina que tenga una vida estimada de 5 años es el 60 por ciento de su costo original.

Una fórmula que dará el valor de un equipo como porcentaje del costo original es:

$$\text{Valor medio} = \frac{(1 + n) \times 100}{2n}$$

donde n = número de años en el período de depreciación.

En la tabla está el programa de los valores medios para maquinarias para varios años de vida útil.

VALOR ESTIMADO AÑOS	VALOR MEDIO COMO % DEL COSTO ORIGINAL
2	75.00
3	66.67
4	62.50
5	60.00
6	58.33
7	57.14
8	26.25
9	55.55
10	55.00
11	54.54
12	54.17

Los seguros y los impuestos usualmente se pagan sobre el valor - depreciado de la maquinaria.

Comunmente se acostumbra combinar los costos de Interés sobre el - capital, seguros, impuestos y almacenamiento; y estimarlos como - un porcentaje fijo de la inversión media en el equipo.

Costos de Operación

Los salarios pagados a los trabajadores que manejen la máquina, - así como el combustible, energía eléctrica, aceites consumidos - por la maquinaria debe de considerarse como un costo de operación. La persona que sea responsable de la selección de la maquinaria - deberá estimar las condiciones bajo las cuales tenga que operar - el equipo. Existen cuando menos 2 condiciones que le serán aplica**bles** en la mayoría de los casos, la cantidad de tiempo durante el cual la máquina esté operando a toda su potencia todo el tiempo, y el tiempo actual que trabajará la unidad en una hora o en un día.

Costo de Reparación

El costo de las reparaciones variará considerablemente con cada - tipo de máquina, con el servicio al que esté asignada, y con el - cuidado que resiva.

El costo anual de las reparaciones puede expresarse como un porcen**taje** del costo de depreciación anual, (10 - 20 %) o puede expresar**se** independientemente de la depreciación. En cualquier caso, de**berá** ser lo suficientemente grande para cubrir el costo necesario para reparar el equipo y mantenerlo en operación.

Costo de Mantenimiento

Este dependerá del número de servicios que se le estén dando a la máquina, además de incluir a ésto el pago al personal asignado pa**ra** mantenimiento. Estos costos generalmente se calculan entre un 60 y 70% del costo de inversión.

Costo de Interrupción

Este costo se calcula como la suma del costo de reparación de la máquina, más el que ocasiona mantener inactivas las máquinas y - equipo que dependen de su funcionamiento para realizar su trabajo.

Costo de Obsolescencia

Es el costo por la tenencia de maquinaria que llega a ser inútil, - en virtud de los adelantos técnico-científicos, del cambio de las condiciones económicas que dá por resultado final el retiro de la propiedad, o su utilización para algún otro objeto.

RENTABILIDAD DE LA MAQUINA O EQUIPO

Definición

Los factores principales que determinan el rendimiento económico de las máquinas son: el grado de eficiencia, la confiabilidad, el costo de la mano de obra, el consumo de energía, el consumo de materiales, el costo de las reparaciones y los costos de fabricación.

La rentabilidad q de la máquina se determina por la relación entre la eficiencia E_f de la máquina correspondiente a un determinado período de tiempo expresado en pesos y la suma de los gastos G en la explotación durante el mismo período:

$$q = \frac{E_f}{G}$$

Se entiende por eficiencia el monto (costo) de la producción que realiza la máquina, ya sean productos terminados, productos semi-acabados y operaciones intermedias; por lo tanto es el trabajo útil que realiza la máquina.

La suma de las inversiones G , en general, está constituida por: la energía consumida, E_c ; materiales consumidos, M_c ; mantenimiento, M_m ; mano de obra, M_o ; gastos accesorios, G_{ac} ; de reparación, Rep ; los montos de amortización de la máquina, A_m ; la incidencia de amortización de edificios A_f , resulta:

$$G = E_c + M_c + M_m + M_o + G_{ac} + Ref + A_m + A_f$$

El valor de q , tiene que ser mayor que la unidad, de lo contrario la máquina trabajo "a pérdidas" y no tiene sentido su existencia.

Coefficiente de utilización de la máquina o equipo

El coeficiente de utilización de la máquina, caracteriza la intensidad de su aprovechamiento durante el servicio:

siendo: $UT = \frac{h}{H}$

h - la duración de funcionamiento real de la máquina (en años) en todo el período de su servicio.

H - el plazo de funcionamiento, es decir la duración total, en años de servicio de la máquina.

Cuando la máquina o equipo trabaja hasta el agotamiento total de su recurso físico, h representa la longevidad de la máquina; que es el tiempo total posible de su funcionamiento (sin fallas) durante todo el período de servicio.

RENDIMIENTO OPERATIVO

El rendimiento operativo (Rop) de una máquina es el cociente entre las horas de funcionamiento (Hf) (según el programa de producción) y las horas de funcionamiento más las horas de detención por defectos propios (Hdp) de la máquina.

$$R_{op} = \frac{H_f}{H_f + H_{dp}}$$

Entendiéndose por horas de detención por defectos propios de la máquina a detenciones imputables al estado y la atención de la misma; por lo tanto, son las correspondientes a las horas de reparación que se superpusieron con las horas de producción programada.

Criterios de Selección y Reemplazo de Maquinaria

La compra de maquinaria, ya sea para reemplazar a otra usada o que se trate de una nueva instalación, interesa a varios departamentos de la fábrica entre los cuales podemos citar:

- 1.- Mantenimiento
- 2.- Producción
- 3.- Ingeniería

4.- Compras

5.- Finanzas.

los cuales deberán ser consultados antes de tomar cualquier decisión.

Factores básicos para el reemplazo de maquinaria.

Tanto si las máquinas se reemplazan de acuerdo con un programa, - como si sólo se hace cuando surge algún problema relacionado con la fabricación (calidad, cantidad, nuevos productos, etc) es necesario realizar algún plan e investigación. Este plan consistirá en hacer una lista de puntos que sirvan para evaluar la maquinaria existente y la propuesta desde el punto de vista de la conveniencia técnica y el costo.

A.- Factores Técnicos

1. ¿Está desgastada o es obsoleta?
2. ¿Es inadecuada por velocidad, calidad, resistencia?
3. ¿Carece de los controles, accesorios especiales y dispositivos de seguridad de las máquinas más modernas?
4. ¿La máquina propuesta hará además de los trabajos de la actual, algunas extras?
5. ¿Se aumentará la automatización?
6. ¿La máquina nueva tendrá ventajas desde el punto de vista de facilidad de preparación del trabajo, comodidad, seguridad y mantenimiento?

B.- Factores de Costo

1. Costo actual de mantenimiento relacionado con el costo de mantenimiento de la maquinaria propuesta.
2. Costo de modificación de la maquinaria vieja.
3. Posibilidad de disminuir el desperdicio. (Productividad de los materiales).
4. Calidad de la mano de obra requerida.

5. ¿Podrá reducirse el número de operaciones para igual producción?
6. Vida útil estimada.
7. Período de recuperación del capital invertido = $\frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}}$
8. En caso de cambios de diseño ¿la maquinaria servirá?
9. ¿Ahorrará espacios?
10. ¿Se dispone de fondos? ¿Puede financiarse?

Otras consideraciones sobre el reemplazo de maquinaria.

MAQUINA ACTUAL

- Valor de reventa, depreciación valor en libros.
- Vida esperada:
 - con nulo o poco mantenimiento
 - con mantenimiento estandar
- Costo de operación:
 - por unidad de tiempo
 - por unidad de producto
- Ciclo de vida de los productos elaborados en la máquina
- Utilidades estimadas durante el resto de la vida de la máquina
- Usos alternativos
- Costos de reparación mayor
- Probabilidad de reconversión

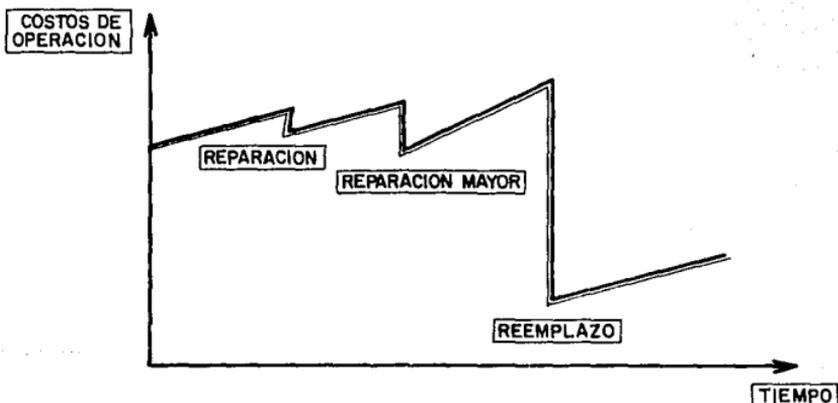
MAQUINA PROPUESTA

- Objetivo
- Costo y facilidad de instalación
- Precio y condiciones de pago, valor de reventa, período de depreciación
- Vida de la máquina, póliza de mantenimiento y de garantía
- Costos de operación
- Ciclo de vida de los productos elaborados en la máquina propuesta, tanto los actuales como nuevos
- Utilidades esperadas de la nueva máquina
- Otras implicaciones: efectos en:
 - métodos
 - balance de producción
 - otras máquinas
 - instalaciones adicionales
 - capacidad requerida.

El logro de una confiabilidad requiere en ocasiones un mantenimiento más drástico, como es:

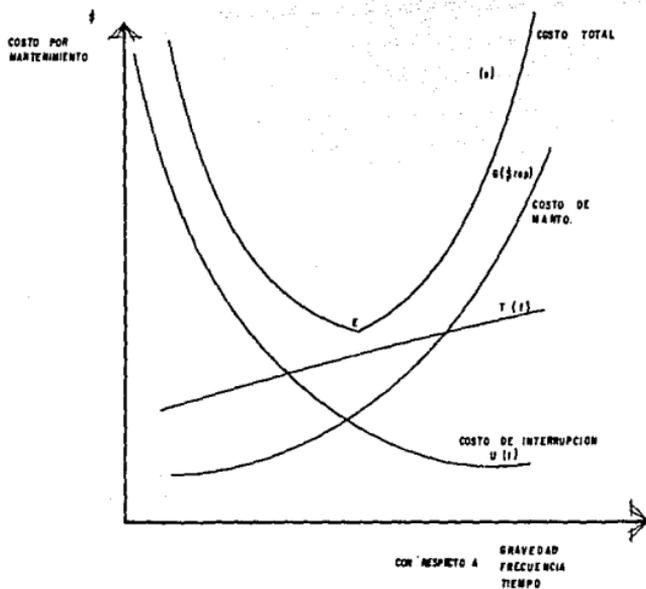
- renovación de maquinaria
- reconversión de maquinaria
- reposición de maquinaria (modernidad).

La elección dependerá de los costos de capital y de los costos de operación (incluyendo mantenimiento) del equipo.



Para formular el criterio de cómo dar de baja una máquina o equipo, la siguiente gráfica nos muestra el comportamiento de los costos de mantenimiento de dicha unidad. (Ver gráfica 7A).

- . La curva costo (\$) Vs. Urgencia (t) nos indica que entre más rápido se requiera una reparación, más alto es su costo.
- . La curva costo (\$) Vs. Gravedad (\$/rep.) nos indica que entre más grave sea la reparación, más costosa será.



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	TESIS	
	ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
AUTOR: OCTAVIO MIRO M.	TITULO: RELACION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	FOLIO: 7A

. La curva costo (\$) Vs. Tendencia (f)

nos indica que entre más frecuente sea la descompostura más alto es el costo de la reparación.

Al sumar estas 3 curvas, encontramos la curva (e), donde el punto mínimo, punto (e), nos indica el punto de equilibrio entre la gravedad, tendencia y urgencia. Lo anterior se interpreta de la siguiente manera: Si los costos de la unidad no están cercanos a este punto es preferible cambiarla.

Criterios de reemplazo, reparación mayor, reconstrucción, modernización.

El lucro cesante L_c es la diferencia entre ganancias: la ganancia anual G_a de la máquina en uso funcionando en condiciones óptimas y la misma afectada por el rendimiento operativo R_{op} .

$$L_c = G_a - R_{op} = G_a \left(1 - \frac{H_f}{H_f - H_{dp}} \right)$$

Cuando el lucro cesante L_{ca} debido a las horas de detención por defectos propios de la máquina (H_{dp}) más el costo anual de las reparaciones (C_{ra}) es igual o mayor que el costo de reposición, reparación, reconstrucción, modernización, etc.; A_n será:

$$L_{ca} + C_{ra} = A_n (A_1, A_2, A_3, A_4, A_5)$$

A_1 = Costo de reposición neto anual de la máquina nueva.

A_2 = Costo de reposición neto anual de la máquina moderna.

A_3 = Costo de reparación mayor.

A_4 = Costo de modernización.

A_5 = Costo de reconstrucción.

divididos por el período de amortización contable.

Será necesario adoptar alguna de las siguientes medidas según -

circunstancias:

1. Reemplazar la máquina o equipo en uso por otra nueva cuando:

$$A_n = A_1$$

2. Reemplazar la máquina o equipo en uso por otra más moderna - cuando:

$$A_n = A_2$$

3. Efectuar reparación mayor cuando:

$$A_n = A_3$$

4. Modernización cuando:

$$A_n = A_4$$

5. Reconstruir cuando:

$$A_n = A_5$$

Puede convenir reemplazar cuando:

$$A_5 \text{ ó } A_3 \rightarrow A_1 \quad \text{y/o} \quad A_5 \text{ ó } A_3 \rightarrow A_2$$

Puede convenir efectuar reparaciones mayores cuando:

$$A_3 < A_1, A_3 < A_2, A_3 < A_4, A_3 < A_5$$

Puede convenir modernizar cuando:

$$A_4 = A_3 \text{ ó } A_5 \quad \text{y} \quad A_4 < A_1; A_4 < A_2$$

Puede convenir reconstruir cuando:

$$A_5 < A_1, A_5 < A_2$$

Como regla general, el efecto económico depende en mayor grado de la magnitud de la eficiencia y longevidad.

Estos factores tienen importancia predominante. Además tiene gran importancia la confiabilidad que determina junto con la longevidad el monto de las reparaciones que se realizan durante la explotación.

En la práctica los gastos en la reparación y mantenimiento pueden alcanzar un valor muy grande, sobrepasando en algunos casos, varias

veces el costo de las máquinas y aún, los gastos de reparación y mantenimiento, pueden absorber una gran parte de los beneficios producidos y pueden tornar no rentable la explotación del equipo.

También puede ocurrir que los costos de reparación excedan el precio de compra del equipo, evidentemente en tal caso conviene renovarlo.

**B. INDICES DE EFICIENCIA .
E
INDICADORES DE CONTROL**

INDICES DE EFICIENCIA E INDICADORES DE CONTROL

Generalidades.

El concepto de eficiencia de mantenimiento sin definir los criterios según los cuales se medirá esa eficiencia, carece de sentido. Desde el punto de vista de las operaciones, el mantenimiento es eficiente si impide averías o, en el caso de que existieran, si vuelve a poner en servicio el equipo defectuoso en el menor tiempo posible. Desde el punto de vista de control de mano de obra, el mantenimiento es eficaz si todo el personal trabaja en todo momento sobre el nivel standar de esfuerzo, sin excederse en cuanto al tiempo desocupado razonable y necesario para reparar el cansancio y satisfacer los requisitos personales. Desde el punto de vista del control de costos, la eficacia del mantenimiento podrá medirse en función de la capacidad del departamento de mantenimiento a fin de no sobrepasar su presupuesto de materiales y mano de obra. El jefe de seguridad considera eficaz el mantenimiento cuando no se producen accidentes atribuibles a máquinas o equipos. Cada uno de estos criterios es real y razonable, con ciertas reservas. Una limitación consiste en que ninguno de los criterios puede considerarse en forma correcta como independiente de los demás.

Con el firme propósito de normalizar las actividades para la medición de la Productividad en el Departamento de Mantenimiento de nuestra Planta de Procesamiento Industrial en estudio, se definen en éste capítulo los principales índices e indicadores de productividad que pueden utilizarse para medir en las áreas específicas su comportamiento productivo.

Se debe tomar en cuenta que para la elaboración de estos indicadores, es indispensable contar con una infraestructura de información, que cubra todos los factores que la integran (material, recursos humanos, instalaciones, costos, tiempos, etc.)

Por otro lado, los indicadores no dicen el porqué la actividad o actividades arrojan resultados desfavorables, sino que sólo señalan la anomalía, y cuando ésta se presenta; los responsables deberán pedir mayor información o hacer personalmente una investigación minuciosa para determinar las causas de la irregularidad que en consecuencia están ocasionando una baja productividad, de tal manera, que posteriormente se generen las alternativas de solución más viables para lograr el incremento de la productividad en las unidades productivas de mantenimiento.

De manera global, la evaluación que se hará de la operación del mantenimiento de una planta será por medio de los siguientes indicadores:

DISPONIBILIDAD DE EQUIPO (D.E.)

Es el porcentaje del tiempo del mes, que el equipo se mantiene trabajando productivamente.

$$D.E. = \frac{H. PROGRAMADAS - H. MANTENIMIENTO}{H. PROGRAMADAS} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

COSTO REAL DE MANTENIMIENTO.

Es la suma de los costos o gastos de refacciones, materiales, mano de obra, gastos indirectos, gastos por contratistas, etc.

$$\$M = \$ M.O. + \$ REFAC. + \$ CONTRAT. + etc.$$

COSTOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN RELACION AL PRESUPUESTO

$$CPM = \frac{\text{COSTO DE MANTTO. (PREVENTIVO + CORRECTIVO + EMERGEN. + CONTRATISTAS)}}{\text{COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO (PRESUPUESTADO)}}$$

MANO DE OBRA (DIRECTA).**Horas Hombre Aplicadas.**

Son las Horas Hombre que fueron utilizadas para la realización de las órdenes de trabajo que fueron ejecutadas (incluyendo horas extras aplicadas).

Horas Hombre Disponibles.

Son las Horas Hombre requeridas teóricamente en condiciones normales, para ejecutar las órdenes de trabajo en el período establecido.

Cuando el índice es menor que la unidad (ó el 100%), esto puede deberse a que el operador es muy eficiente o también a que el tiempo estimado para las Hr-H disponibles está mal fijado (pues se necesita menos tiempo para la ejecución de órdenes de trabajo).

Cuando es mayor que la unidad (ó el 100%), una de las posibles causas puede ser debida a la ineficiencia del operador que está utilizando más tiempo del disponible para realizar su trabajo, o por el traspaso del personal a otra área.

APROVECHAMIENTO MANO DE OBRA DISPONIBLE (A.M.O.D.)

$$A.M.O.D. = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS/MES}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES EN MANTTO.}} \times 100 =$$

COBERTURA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (C_{M.P.})

Es el porcentaje de H H aplicadas a inspecciones y programación de actividades de M.P. con respecto al total de la fuerza de trabajo disponible en H.H. de mantenimiento.

$$C_{MP} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS EN M.P.}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES EN MANTTO.}} \times 100 =$$

COBERTURA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (C_{M.C.})

Es el porcentaje de las H H aplicadas a reparaciones y actividades de M.C. con respecto al total de la fuerza de trabajo disponible en H.H. de mantenimiento.

$$C_{MC} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS EN M.C.}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES EN MANTTO}} \times 100 = \underline{\quad}$$

EFICIENCIA DE PLANEACION (N_p)

Es la relación de las H.H. estimadas en las O. de T's contra H.H. reales invertidas en las mismas órdenes.

$$N_p = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE ESTIMADAS* EN O.de T's}}{\text{HORAS HOMBRE REALES EN O.de T's}} \times 100 = \underline{\quad}$$

EMERGENCIAS (E)

Es el porcentaje de la fuerza de trabajo en H.H. que se aplican en reparaciones de equipo no programadas, con respecto a la fuerza de trabajo disponible en H.H. de mantenimiento.

$$E = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS EN EMERGENCIAS}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES EN MANTTO.}} \times 100 = \underline{\quad}$$

TIEMPO EXTRA (T_{EX}).

Es el porcentaje en H.H. de la fuerza de trabajo que se utiliza adicionalmente a la jornada normal, con respecto a la fuerza de trabajo disponible en mantenimiento en H.H.

$$T_{EX} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS EXTRAS/MES}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES EN MANTTO/MES}} \times 100 = \underline{\quad}$$

* = Teóricas, en base a standares de mano de obra.

NUEVAS INSTALACIONES Y/O MODIFICACIONES (I.M.)

$$I.M. = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS/MES}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES/MES}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

CONTRATOS (C).

Es el porcentaje de las H.H. de personal contratistas con respecto a la fuerza de trabajo en H.H. disponible en mantenimiento.

$$C = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS POR CONTRATISTAS}}{\text{HORAS HOMBRE DISPONIBLES EN MANTTO.}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

EFICIENCIA MANTENIMIENTO PREVENTIVO (E.M.P.)

$$E.M.P. = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE ESTIMADAS/MES}}{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS/MES}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

EFICIENCIA MANTENIMIENTO CORRECTIVO (E.M.C.)

$$E.M.C. = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE ESTIMADAS/MES}}{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS/MES}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

EFICIENCIA TOTAL (E.T.)

$$E.T. = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\text{HORAS HOMBRE ESTIMADAS/MES}}{\text{HORAS HOMBRE APLICADAS/MES}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\therefore ET = E.M.P. + E.M.C.$$

Estos 13 índices se considera, que es necesario el llevarlos, porque dan una idea de cómo está trabajando el mantenimiento en -



PROGRAMA SOCIAL
CD. DE MEDICO SP RUC
OPTO. DE NITTO. A PLANTA.

INDICES DE MANTENIMIENTO

180

1988.

DEPARTAMENTO

MANTTO. A PLANTA.

SECTOR.

C.M.

INDICE
(MANTTO)

11.
10.
9.
8.
7.
6.
5.
4.
3.
2.
1.

SIMBOLOGIA		
.....	TOTAL M.A.	
.....	TOTAL M.M. APLICADAS	
.....	M.M. APLICADAS MANTTO. CORRECTIVO	
.....	M.M. APLICADAS MANTTO. PREVENTIVO	

diferentes puntos y consecuentemente se sabe en que aspectos se - debe mejorar.

Otra razón por la cual es conveniente calcular los índices es que con el tiempo se pueden determinar los estándares, por ejemplo:

Del total de Hrs. Hombre asignadas a M.P. se considera como bueno un 30 ó 40% del total de Hrs. Hombre disponibles de mantenimiento.

Evaluación de la función de mantenimiento.

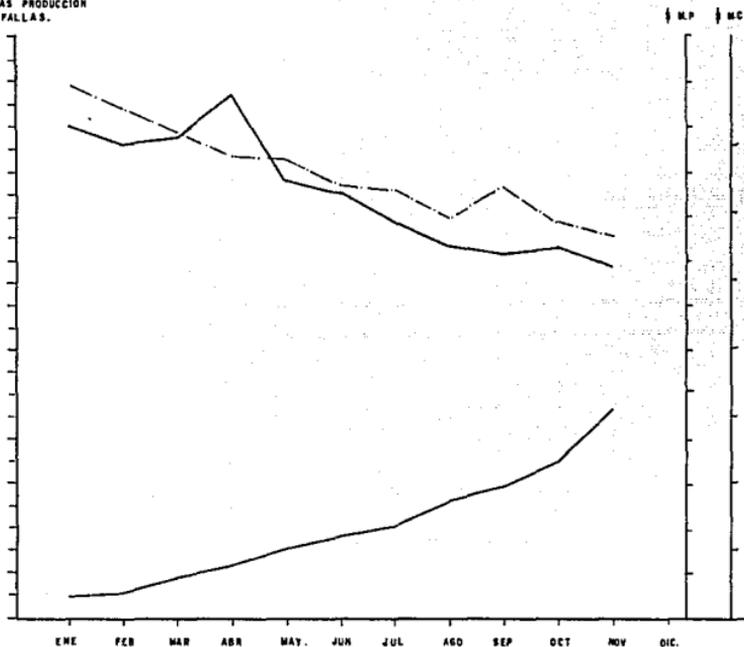
El jefe de mantenimiento, al constituirse en el centro de información, es la persona que junto con su personal son responsables de evaluar la función de mantenimiento y elaborar toda clase de reportes que sobre mantenimiento se consideran necesarios, tanto - por el mismo departamento como para las demás áreas, inclusive la Gerencia. Por lo tanto, se considera que con los implementos que se tienen se pueden hacer los siguientes reportes y evaluaciones.

La gráfica siguiente nos dará una idea global del comportamiento de los costos de M.P. y M.C. comparadas con las pérdidas de producción por fallas imputables a mantenimiento.

En la gráfica, es necesario establecer el costo de las horas de - producción de las diversas áreas para poder diseñar la escala a - la que serán referidas las pérdidas de producción.

Asimismo, deben conocerse los costos promedios mensuales que se - hagan por mantenimiento para poder diseñar las escalas respectivas. La gráfica nos da una idea de las tendencias de los costos en cuanto se inicie la implantación de un sistema de M.P. y servirá para determinar el nivel de mantenimiento.

PERDIDAS PRODUCCION
POR FALLAS.



— COSTO DE PERDIDAS DE PRODUCCION POR FALLAS DE EQUIPO IMPUTABLES A MANTENIMIENTO.

- - - COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)

- · - · - COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (M.C.)

FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	TECIS ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
CEN/70. OCTAVIO MIRO M.	TITULO	FE.

Reportes de Mantenimiento.

Los reportes que el Departamento de Mantenimiento puede emitir, - son entre otros los siguientes:

- a) Demanda mensual de los servicios de mantenimiento por áreas.
- b) Distribución mensual de los recursos de mantenimiento por áreas.
- c) Costo mensual de M.P. y M.C. por áreas.
- d) Elaborar la gráfica anterior.
- e) Calcular los índices de eficiencia.

Determinación de Índices de Productividad, Calidad y Servicio.

Para examinar un posible problema de elevar la productividad del Departamento de Mantenimiento Industrial resulta indispensable - contar además con otros indicadores que nos ayuden a evaluar los resultados obtenidos. Estos indicadores deberán estar referidos a la calidad, productividad, eficacia, eficiencia y servicio. Sin estos indicadores no se pueden justificar los recursos proporcionales al taller de mantenimiento, y la manera en la que son empleados.

EFICACIA.

Este índice, nos indicará la cantidad de Ordenes de Trabajo (O.T.) que se están ejecutando realmente en el Taller o en el área de - trabajo.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{O.T. EJECUTADAS}}{\text{O.T. RECIBIDAS} + \text{TOTAL RECLAMACIONES}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Para una eficacia "X", se da la siguiente interpretación:

0 < X < 1 Se está trabajando ineficazmente (por debajo de la efi cacia límite).

X = 1 eficacia límite

X > 1 implicará eficacia correcta.

EFFECTIVIDAD.

La manera de obtener este indicador, se basa en los costos de mano de obra (M.O.) total que se tenga durante un período de tiempo. Siendo más efectivo si para un mismo período se reducen o se mantienen los costos del período anterior.

Efectividad = Costo M.O. Directa empleada por reclamaciones +
Costo de Refacciones desperdiciadas por mala instalación + Costo de Reparaciones.

También existirá una íntima relación entre efectividad y eficacia. Esta puede definirse como una medida del rendimiento del personal de mantenimiento en comparación con un standard de producción. La medida más satisfactoria para el rendimiento del trabajo es la hora standard.

Si establecemos un tiempo standard para la tarea, podemos medir el rendimiento en comparación con el standard que es una medida de eficacia, por ejemplo:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{PRODUCTO}}{\text{INSUMO}} = \frac{\text{HORAS STANDARD COBRADAS}}{\text{HORAS TRABAJADAS EN COMPARACION CON STD}} = \text{RENDIMIENTO}$$

Esto significa que, si disponemos horas standard para tareas de mantenimiento y luego llevamos registros del tiempo real empleado o ejecutado en la tarea por cada individuo, grupo o función, podemos obtener una medida de la eficacia, comparando el tiempo real de ejecución (ocupado) con el tiempo standard permitido. Obsérvese que se considera únicamente el tiempo para tareas asignadas, no el tiempo de desocupación (ocioso).

PRODUCTIVIDAD.

Debido a la importancia que el concepto de productividad tiene, se determinó se establecieran las siguientes tres maneras de obtenerlo:

$$\text{Productividad del Trabajo} = \frac{\# \text{ O.T. EJECUTADAS}}{\text{HORAS HOMBRES APLICADAS}}$$

Este índice determinará si en el tiempo empleado se tiene aumento o disminución de la producción. Interpretando los resultados de la siguiente manera:

Para $X < 1$ disminución de la productividad.
 $X \rightarrow 1$ aumento de la productividad.

Considerando los datos que se necesitan para la obtención de este índice y poderlo implantar, se estableció un sistema de asignación de mano de obra, en el cual se conoce cuantas reparaciones realizó un mecánico al día. Una O.T. se considera como una reparación terminada, pudiendo existir en una misma unidad o equipo varias reparaciones de diferente especialidad.

De esta manera se tiene un índice de productividad por mecánico, tomando también en cuenta el tiempo estándar por cada reparación.

Si se quiere determinar el índice de productividad de todo el taller, se deben sumar todas las O.T. ejecutadas y dividir las en las H.H. aplicadas, en las cuales se incluyen las horas de mano de obra indirecta (personal administrativo).

El índice de productividad deberá ser determinado por los supervisores de área de mantto. Por ser él quien lleva el control de asignación de mano de obra y programación.

Otros índices de productividad que podemos utilizar serán:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{COSTO TOTAL (REPARACIONES EFECTUADAS)}}{\text{COSTO MANO DE OBRA (APLICADA)}}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\# \text{ O.T. EJECUTADAS}}{\text{COSTO DE MATERIALES}}$$

Cuando se desee el índice de productividad de todo el taller se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{EFICACIA}}{\text{EFECTIVIDAD}}$$

Se es más productivo mientras más grande sea el resultado, lo cual se logra siendo más eficaz con igual o menor efectividad.

EFICIENCIA

Este índice se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\# \text{ DE O.T. EJECUTADAS PROGRAMADAS}}{\# \text{ DE O.T. EJECUTADAS REAL}}$$

Nos proporciona la forma en que se está trabajando, de acuerdo con un programa de O.T. ejecutadas. Los resultados se interpretan de la siguiente manera:

X < 1 implica que se está trabajando ineficientemente, es aceptable hasta un 0.85, debido a la probable necesidad de capacitación de la mayoría de los mecánicos.

X > 1 implica una eficiencia correcta y por lo tanto que se está trabajando de manera adecuada.

Al igual que el índice de productividad, éste puede ser cuantifica

do con ayuda del sistema de asignación de mano de obra (O.T.), - ya que en éste cuadro se manejan los tiempos programados o estimados de las O.T. ejecutadas y los tiempos reales de ejecución - que nos proporcionan las O.T. ejecutadas reales. El control de éste índice, también queda en manos del supervisor debido a que requiere de información del trabajo de los mecánicos.

CALIDAD.

El índice de calidad se obtiene por medio de la formula siguiente:

$$\text{Calidad} = 1 - \frac{\# \text{ TOTAL DE RECLAMACIONES}}{\# \text{ O.T. RECIVIDAS} + \text{TOTAL RECLAMACIONES}}$$

El cual nos indica si el trabajo realizado en el taller, se está haciendo con o sin calidad. Este índice, debe estar apoyado por la opinión proporcionada por el solicitante del servicio. Los resultados se interpretan de la manera siguiente:

X \rightarrow 0 nuestra calidad es buena

X \leq 0 nuestra calidad es mala, ya que se tiene aumento de reclamaciones.

SERVICIO

Para calcular el índice de servicio se utilizan las siguientes formulas:

$$\text{Servicio} = \frac{\text{TIEMPO PROGRAMADO DE O.T. EJECUTADAS}}{\text{TIEMPO REAL DE O.T. EJECUTADAS}}$$

Nos indica, que a menor tiempo de terminación de un trabajo, comparado con un tiempo programado o un STD, se tiene un mejor servicio y a un mayor tiempo de terminación implica un mal servicio.

$$\text{Servicio} = \frac{\# \text{ DE RETORNOS DEL USUARIO (ENTRADAS NORMALES)}}{\text{UN PERIDO DE TIEMPO}}$$

Este índice, nos indica una satisfacción del cliente al regresar al taller en un período de tiempo determinado, siendo su regreso considerado como una entrada normal. A éste índice también le llamaremos. Índice de Retorno

**9. FACTIBILIDAD EN LA
CONTRATACION EXTERNA
DEL MANTENIMIENTO.**

FACTIVILIDAD EN LA CONTRATACION DE SERVICIO
EXTERNO DE MANTENIMIENTO

La función Mantenimiento debe estar cubierta por personal que entienda la misma. Para determinar el número y capacidad técnica del personal que cubra la función, se toman en cuenta factores tales como la cantidad, tipo y nivel de calidad de la labor desarrollada, así como el estado, continuidad, diseño, etc. del equipo, piezas, edificios, instalaciones, etc.

Otras consideraciones serán: el producto o servicio producido, responsabilidades y garantías, usuarios finales del bien, posición en el mercado, etc.

Son muy diversas las tareas del mantenimiento que las empresas de cualquier tamaño tienen que llevar a cabo. Ahora bien, estas tareas y/o desarrollos de mantenimiento se pueden llevar a cabo por personal desarrollado dentro de la empresa, o personal contratado de una fuente externa.

Para empresas grandes hay una gama de posibilidades, tales como:

- Personal propio de la misma planta.
- Personal de un departamento staff de la corporación.
- Personal de una empresa filial.
- Personal de planta, pero contratado a otra fuente, etc.

Es muy común que en un mismo equipo o instalación, ciertas labores por ejemplo, rutinas, se hagan con personal propio y las tareas mayores o especializados para el mismo equipo, se contraten, tales como las rehabilitaciones, modernizaciones.

En este trabajo se enfocan sólo dos opciones, que son:

HACER - CONTRATAR.

La decisión de proveer el personal o los medios necesarios para el

mantenimiento en la misma organización o utilizar servicio externo es ante todo de índole económico.

Esta disyuntiva es clave en la dirección de una empresa. El correcto balance es el camino conducente al sano desarrollo de la misma.

En breves palabras el mantenimiento se puede:

- . HACER (con recursos propios).
- . CONTRATAR (recursos rentados temporalmente).

Surge aquí la importante cuestión a la que se enfrenta la autoridad máxima del Mantenimiento de la empresa, que es el decidir o sugerir a la Dirección de la empresa, cuáles, cómo, cuánto y por qué, el contratar servicios externos o el no hacerlo.

El camino aparentemente sencillo para decidir, es llevar a cabo un "Análisis de Costos".

Para resolver esta situación nuestras mejores herramientas son:

- Experiencia propia.
- Mesas redondas con especialistas de diversas áreas (administradores, asesores de productividad, psicólogos, líderes sindicales, etc.)
- Sentido común.
- Tormenta de ideas con personal de Mantenimiento, Producción, Manufactura, Control de Calidad, etc.

A manera de guía se presentan una serie de consideraciones que deben tenerse en cuenta para evaluar las alternativas:

Servicio de Mantenimiento (Alternativas Básicas)

A.- Con Recursos Propios

Ventajas

- Disponibilidad oportuna del servicio *
- Corto tiempo de reacción *
- Autodesarrollo tecnológico
- Desarrollo de simplificación y sustitución de importaciones
- Probable mejor control en la calidad del trabajo

* Las primeras veces estos - tiempos son más largos que si se contrata el servicio.

Desventajas

- Costos indirectos de personal adicional
 - . Capacitación
 - . Uniformes
 - . Casilleros
 - . Administración de sueldos
- Costos muy indirectos de personal adicional
 - . Espacio de trabajo
 - . Espacio recreativo
 - . Baños
 - . Comedor
 - . Transporte
 - . Servicio médico
 - . Energía eléctrica
- Sindicato (problemas)
 - . Accidentes (al personal y a las instalaciones)
 - . Sabotaje

B.- Contratar Servicios Externos

- Garantía
- Personal capacitado
- Posibilidad de cambiar de proveedor *
- Costo solo por servicio ejecutado
- Simplificación administrativa
- Liberación de tensión.

* Cuando hay varios proveedores de servicio en el área

MANTENIMIENTO INTERNO VS. EXTERNO

1. COSTOS COMPARABLES

HACER

- Directo
- Sueldo personal
- Prestaciones
- Indirectos
 - . Equipo para mantenimiento
 - . Refacciones (*)
 - . Material gastable (*)
 - . Edificio de taller
 - . Instalación del taller
 - . Terreno del taller
 - . Energía del taller

CONTRATAR

- Servicio
- Facturación
incluyendo impuestos
- Transporte del equipo
(en dado caso)
- Indirectos
 - . Facturación
 - . Impuestos (dudosa o tar-
día recuperación del -
IVA)
 - . Seguros de transporte

2. TIEMPO DE RESPUESTA

3. DISPONIBILIDAD EN EL MERCADO

4. CALIDAD DEL TRABAJO

- (*) En el mercado cambiante nacional, es probable que la compra de refacciones, y sobre todo de materiales sea una inversión redituable, o sea que el precio de ellas crezca más que la - tasa de interés bancaria.

IO NUEVAS Y EFICIENTES

TECNICAS DE MANTENIMIENTO

NUEVAS Y MAS EFICIENTES TECNICAS DE MANTENIMIENTO

La aparición de maquinaria de producción costosa y muy avanzada, como son computadoras, controladores, robótica y sistemas de fabricación flexible, todo lo cual trabaja en un medio ambiente altamente competitivo, subraya la necesidad de mantener el funcionamiento de estos ventajosos medios a niveles óptimos.

Aunque esten bien proyectados los sistemas de producción no pueden funcionar durante largos períodos sin atención y sin mantenimiento. El costo de la pérdida de producción por imprevistos, paros de funcionamiento pueden ser considerables. En otras palabras, el adecuado mantenimiento de los equipos permite extender su duración y aumentar su confiabilidad, así como también asegurar mayor productividad y mejorar los niveles de ganancias.

A la luz de la tecnología y las técnicas de fabricación actuales, los métodos de mantenimiento tradicionales son muy inadecuados. Esto no sugiere que aconsejemos eliminar el mantenimiento preventivo. Por el contrario deberíamos enfocar al mantenimiento como técnica de detección que monitorea la condición y el funcionamiento de maquinarias y a continuación efectuar la adecuada magnitud de mantenimiento.

Por otra parte, los nuevos instrumentos, las nuevas tecnologías y aplicaciones, nos permiten establecer un mantenimiento tradicional que pueda expandirse y usarse en otras nuevas y mejores formas.

El primer paso es tener programas para sistemas de administra

ción de mantenimiento computarizados. Esto permite a los Gerentes de Mantenimiento tramitar rápido y exactamente una enorme cantidad de material escrito y así disponer de más tiempo para supervisar y dirigir. El aspecto más importante de estos sistemas de computación es el de que posibilitan planear los trabajos de mantenimiento. Esto es la fase en que pueden producirse innovaciones y mejoras reales en los programas de mantenimiento y su administración.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - COMPUTARIZADO.

Dado que existen diferentes formas en que la información en un sistema es clasificada, almacenada y usada, resulta necesario seleccionar un sistema de administración de base de datos eficiente para el logro de nuestros propósitos.

Entre los más destacados sistemas en relación a su uso, se encuentran el administrador de base de datos DBASE III PLUS, el cual fué diseñado para obtener un pleno rendimiento de las microcomputadoras, puede manejar hasta 1000 millones de registros y hasta 128 campos a la vez por registro. Hasta 4000 caracteres, puede contener un sólo registro. Puede ordenar varios campos a la vez y puede trabajar hasta con 10 ficheros.

Las limitaciones de DBASE III PLUS son pocas, pero existen. La mayor de ellas es que a menudo necesita información que esté contenida en disco para poder operar. Esto puede disminuir la velocidad de los programas mientras está obteniendo información de las unidades de disco. Los retrasos son más evidentes en un sistema basado en disquetes (flexibles) que

en un sistema con disco rígido (duro).

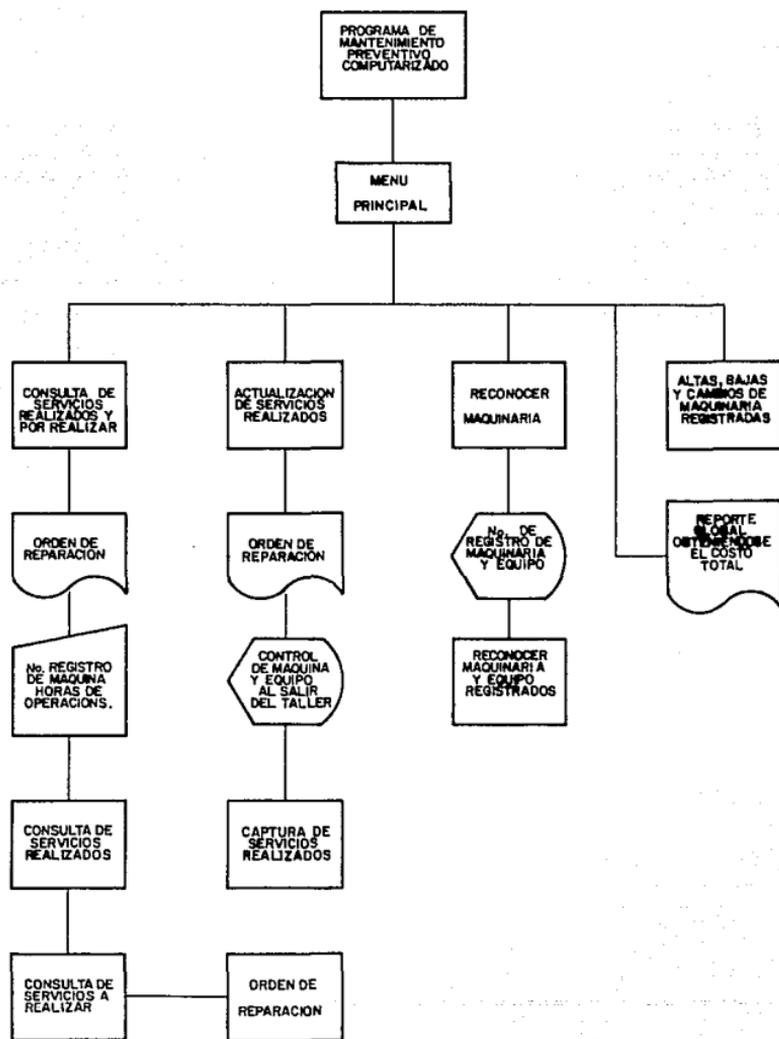
Una segunda limitación es que el DBASE III PLUS no está diseñado para sistemas multiusuarios o sistemas que están conectados por una red local.

Para usar el DBASE III PLUS, se necesitará una computadora PC que corra el MSDOS, o el PCDOS, como la IBM PC.

La computadora debe tener como mínimo 256 K de memoria y debe de usar el MSDOS o PCDOS en versión 2 ó posterior. Se puede usar una impresora cualquiera que imprima como mínimo 80 columnas de texto.

A continuación se presenta el diagrama de flujo general del sistema propuesto.

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO 199
PREVENTIVO COMPUTARIZADO**



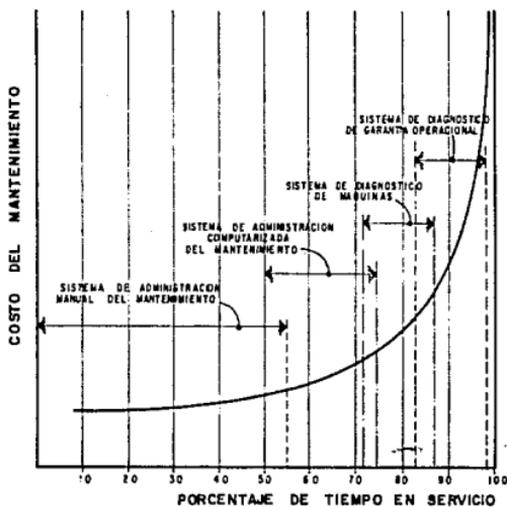
DIAGNOSTICO DE TIEMPO REAL.

Hay ahora un método todavía más avanzado que permite monitorear los componentes en tiempo real y observar su grado de funcionamiento dentro de límites aceptables. En base a él se identifica, investiga y monitorea toda desviación importante con relación a la gama aceptable, se analiza si continúa produciéndose, efectuando su diagnóstico y su pronóstico, y a continuación se pronostica el momento y la condición de la avería.

Lo importante es que en la primera situación el diagnóstico permite identificar y reemplazar rápidamente, después de la falla, los componentes averiados. En el segundo caso, el monitoreo y el diagnóstico en tiempo real posibilitan identificar y reemplazar componentes antes de la falla.

La capacidad para actuar en este último modo se base en dos Premisas: la de que sólo fallan los componentes y no las máquinas, y la de que nada falla sin primero dar una señal de aviso. La primer Premisa significa que tenemos que dirigir nuestra atención a los componentes críticos, observando aquellos de precio económico cuya falla ocasionará una serie de averías más grande. En lo que respecta a la segunda Premisa ella significa que tenemos que poder leer, aprender, entender e interpretar el significado de las señales de aviso y a continuación actuar en base a esos conocimientos.

El gráfico de la página siguiente ilustra una correlación entre el costo del mantenimiento y el porcentaje de tiempo necesario para varios tipos de mantenimiento y de técnicas de administración de éste. La limitación de los sistemas manuales se centra fundamentalmente en su incapacidad para administrar eficientemente los trabajos y manejar el papeleo.



FI UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
	TEMA: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	
CONJTO. OCTAVIO MIRO M.	TITULO.	PA.

12. BIBLIOGRAFIA.

B I B L I O G R A F I A

1. APUNTES DE DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

ING. JUAN JOSE DIMATTEO C.
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM 1980

2. LA ADMINISTRACION EN EL MANTENIMIENTO

ENRIQUE DOUNCE VILLANUEVA
EDITORIAL C.E.C.S.A. 1976

3. ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
PALACIO DE MINERIA
UNAM

4. TECNICAS DE DIAGNOSTICO PARA MANTENIMIENTO

INDUSTRIAL WORLD
JUNIO 1986

II. CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES

De la información que se obtenga con la implantación del sistema de mantenimiento propuesto en este trabajo, de los reportes y evaluaciones que se hagan; se podrá marcar la pauta a seguir tanto por el Jefe de Mantenimiento como por la Gerencia de Planta y Areas involucradas en la determinación de los planes y objetivos de mantenimiento, así como los puntos susceptibles de ser mejorados en todos los aspectos del mantenimiento y Areas de Producción.

El sistema propuesto es muy flexible, puede por consiguiente, estar sujeto a -- cambios; sin embargo el poder obtener un cúmulo de información oportuna y real, harán que las decisiones tomadas en la administración y ejecución, sean lo más acertadas, dejando así de estar totalmente sujetas a la intuición y experiencia del personal a cargo del mantenimiento de la Planta.

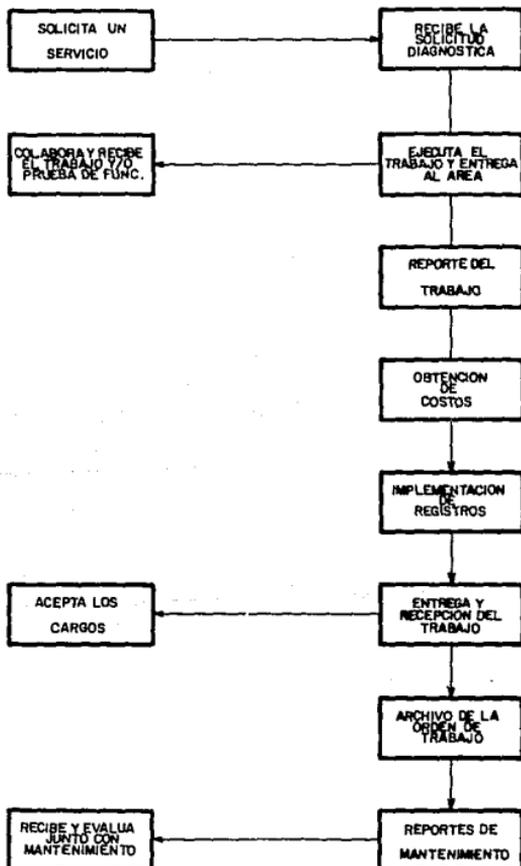
Finalmente se hace mención, que un adecuado programa de mantenimiento propuesto generará ventajas económicas y funcionales sobre un mantenimiento netamente correctivo o sobre un preventivo mal estructurado.

ANEXO I

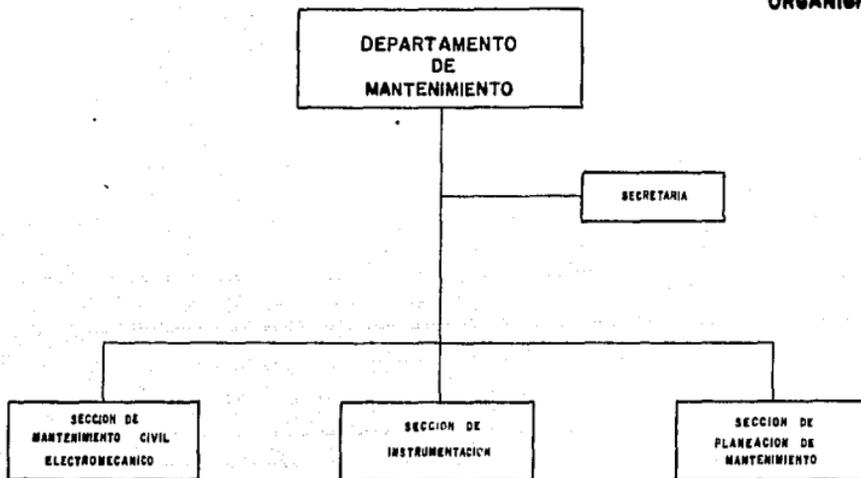
SISTEMATIZACION DE MANTENIMIENTO .

DIAGRAMA DE FLUJO

AREA SOLICITANTE



ANEXO 2

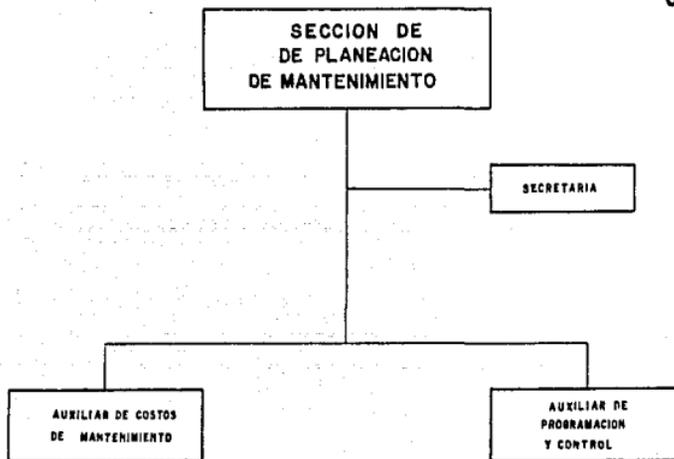


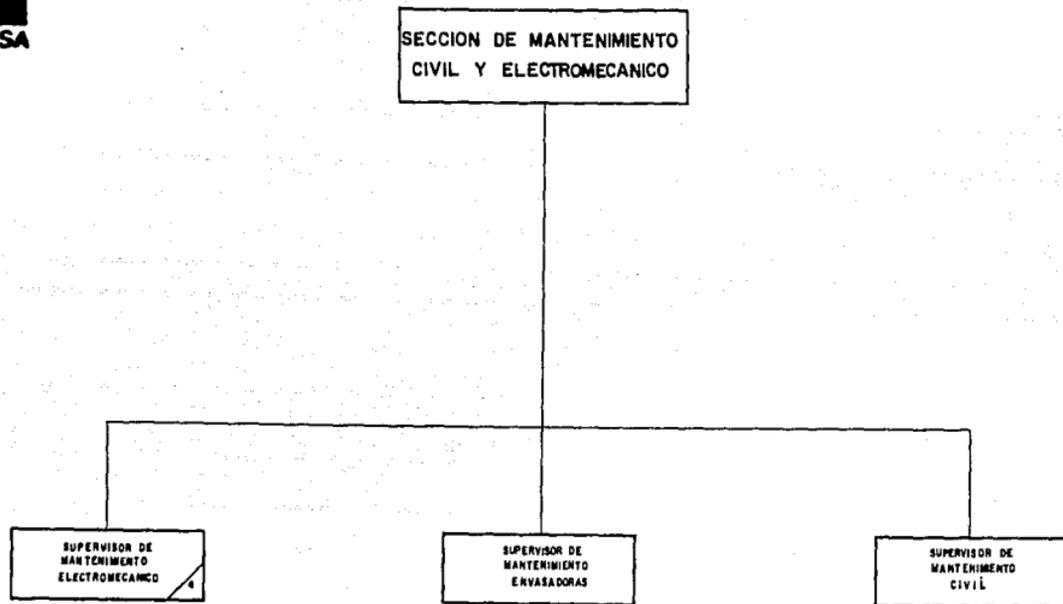
GERENCIA DE CENTRO
DE TRABAJO

GERENCIA DIVISIONAL
O GERENCIA DE AREA

GERENCIA DE ADMINISTRACION
Y FINANZAS

GERENCIA GENERAL



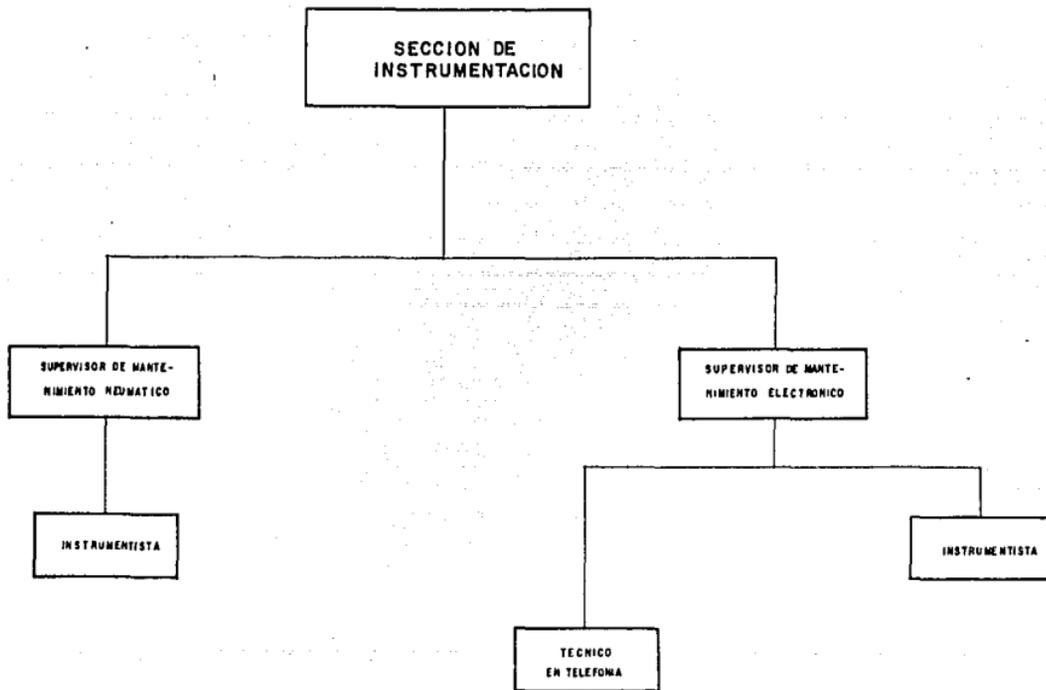


GERENCIA DE CENTRO DE TRABAJO

GERENCIA DIVISIONAL O GERENCIA DE AREA

GERENCIA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS

GERENCIA GENERAL

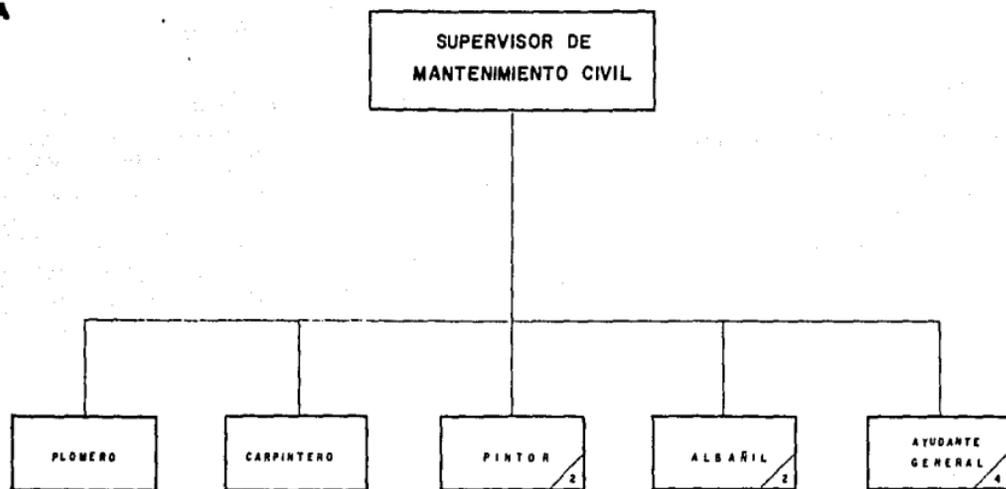


GERENCIA DE CENTRO DE TRABAJO

GERENCIA DIVISIONAL
GERENCIA DE AREA

GERENCIA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS

GERENCIA GENERAL



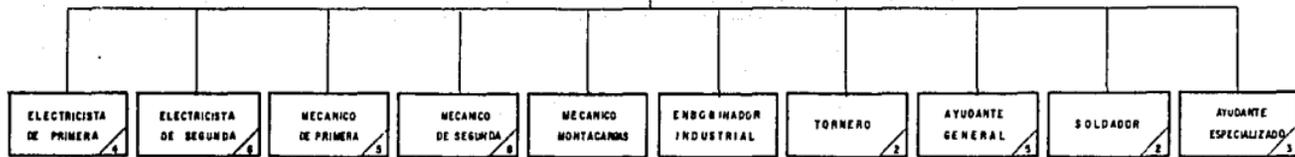
GERENCIA DE CENTRO DE TRABAJO

GERENCIA DIVISIONAL O GERENCIA DE AREA

GERENCIA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS

GERENCIA GENERAL

SUPERVISOR DE
MANTENIMIENTO
ELECTROMECANICO

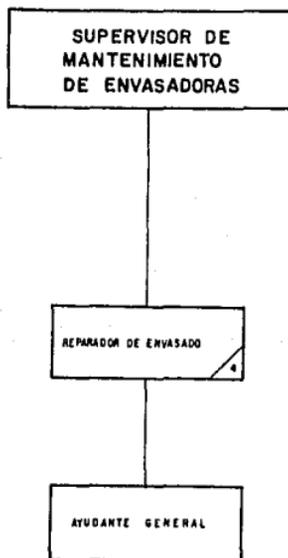


GERENCIA DE CENTRO
DE TRABAJO

GERENCIA DIVISIONAL
O GERENCIA DE AREA

GERENCIA DE ADMINISTRACION
Y FINANZAS

GERENCIA GENERAL



GERENCIA DE CENTRO DE TRABAJO

GERENCIA DIVISIONAL O GERENCIA DE AREA

GERENCIA DE ADMINISTRACION Y FINANZAS

GERENCIA GENERAL

SECCION MANTENIMIENTO

PAQUETE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PAQUETE DE M.P. No. 3 PAQUETE DE M.R. No. _____ FRECUENCIA SEMESTRAL ARCHIVO TECNICO No. 90/01/02
 DESCRIPCION DE EQUIPO BOMBA CENTRIFUGA TIPO Z MA. No. 2 CODIFICACION 90-5801-02

ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	EJECUTOR	TIEMPO ESTIMADO
1	DESARMAR BOMBA Y VERIFICAR DESGASTE ENTRE TAPA E IMPULSOR Y ENTRE IMPULSOR Y FONDO DE VOLUTA.	MECANICO	30 MIN.
2	CAMBIAR BALEROS DE MOTOR	ELECTRICISTA	
3	CAMBIAR SELLO MECANICO DE LA BOMBA	MECANICO	30 MIN.

**MATERIALES Y/O REFACCIONES
 NECESARIAS EN LA REVISION**

PLANO No _____
 CODIFICACION EQUIPO
 80-5201-02

CANTIDAD	DESCRIPCION	No. PARTES
1	IMPULSOR 4 3/4" Ø	BS-5420
1	TAPA DE BOMBA	BA-5422
1	JUEGO DE SELLO MECANICO	A-22043
1	BALERO AXIAL MCA. SKF	BF-2203
1	BALERO AXIAL MCA. SKF	BO-2201

MEMORIA PARA EL CALCULO DE INVENTARIOS 224

ARTICULO: _____ CLAVE: _____

GRUPO O MAQUINA _____ NUMERO SECUENCIAL _____

DESCRIPCION: _____

LOCALIZACION EN ALMACEN: _____

ESTANTE _____ SECCION _____ NIVEL _____

PROVEEDOR: _____

DATOS PARA CALCULO

COSTO DE MANTENER (Cm): _____
 COSTO DE PEDIR (Cp): _____
 DEMANDA ANUAL (D): _____
 DEMANDA MAXIMA (d_{máx}): _____
 DEMANDA MEDIA (d̄): _____
 TIEMPO PROMEDIO DE ENTREGA (t_e): _____
 PEDIDOS PENDIENTES (Pp): _____
 COSTO UNITARIO (Cr): _____

INFORMACION PROPORCIONADA POR:

CONTRALORIA
 COMPRAS
 MANTENIMIENTO Y ALMACEN
 MANTENIMIENTO Y ALMACEN
 MANTENIMIENTO Y ALMACEN
 COMPRAS Y ALMACEN
 COMPRAS Y ALMACEN
 COMPRAS

MEMORIA DE CALCULO

OPERACIONES

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 C_p \cdot D}{C_m}} = \sqrt{\frac{2 (\quad) (\quad)}{(\quad)}}$$

$$I_c = (d_{máx} - \bar{d}) \cdot t_e = (\quad) (\quad)$$

$$Q_r = (\bar{d} \cdot t_e) + I_c = (\quad) + (\quad)$$

$$CTI_o = \sqrt{2 C_m C_p \bar{D}} = \sqrt{2 (\quad) (\quad) (\quad)}$$

$$M = Q_o + I_c = (\quad) + (\quad)$$

$$m = I_c$$

$$T_o = \frac{Q_o}{D}$$

$$N_o = \frac{D}{Q_o}$$

RESULTADOS

Q_o = _____
 I_c = _____
 Q_r = _____
 CTI_o = _____
 M = _____
 m = _____
 T_o = _____
 N_o = _____

NOMENCLATURA

Q_o = CANTIDAD OPTIMA

I_c = INVENTARIO DE CONTINGENCIA

Q_r = PUNTO DE REORDEN

CTI_o = COSTO TOTAL INCREMENTAL

M = MAXIMO

m = MINIMO

T_o = TIEMPO DE AGOTAMIENTO DE Q_o

N_o = NUMERO DE PEDIDOS ANUALES

