

8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

INSTRUMENTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO
P R E S E N T A :
LUIS ENRIQUE GUERRERO ESPINOSA

DIRECTOR: ING. JESUS AVILA ESPINOSA



MEXICO, D. F.

2000

278501



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mis papás con todo mi agradecimiento por su apoyo y amor incondicionales.

Agradezco a mi hermano, a mis abuelos, tíos, primos y a toda mi familia por el cariño y ayuda que me han brindado.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme una formación profesional, por haber salido adelante a pesar de las situaciones difíciles por las que ha atravesado y por seguir siendo aún la mejor universidad del país, con sus excelentes profesores e instalaciones.

INDICE.

		Pag.
INTRODUCCIÓN	1/1	
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO.	1/18	1
1.1 Tipos de mantenimiento	3/18	3
1.1.1 Mantenimiento Correctivo	3/18	3
1.1.2 Mantenimiento Preventivo	4/18	4
1.1.3 Mantenimiento Rutinario	6/18	6
1.2 Incorporación	7/18	7
1.3 Actividades de mantenimiento	7/18	7
1.3.1 Servicio	7/18	7
1.3.2 Cambio	9/18	9
1.3.3 Reparación	9/18	9
1.3.4 Inspección	11/18	11
1.3.5 Modificación	13/18	13
1.4 Características y funciones	13/18	13
1.5 Asignación de vida útil	15/18	15
1.5.1 Frecuencia de mantenimiento	15/18	15
1.5.2 Ajuste de periodicidad	17/18	17
2. PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO.	1/20	19
2.1 Clasificación de los bienes físicos	1/20	19
2.2 Conceptualización del mantenimiento	3/20	21
2.2.1 Criterios básicos	3/20	21
2.3 Estructuración del mantenimiento.	6/20	24
2.3.1 Extensión	7/20	25
2.3.2 Area	7/20	25
2.3.3 Apoyo	8/20	26
2.3.4 Mantenimiento interno vs. Mantenimiento externo	9/20	27

		Pag.
2.4 Recursos informáticos	11/20	29
2.4.1 Manual de operación	11/20	29
2.4.2 Manual de partes	13/20	31
2.5 Características del manual de mantenimiento	13/20	31
2.5.1 Equipo completo	15/20	33
2.5.2 Sistemas	15/20	33
2.5.3 Componentes y subensambles	15/20	33
2.5.4 Partes	17/20	35
2.6 Operación de la planta	17/20	35
2.6.1 Secuencia del proceso	17/20	35
2.6.2 Recursos requeridos	19/20	37
3. ADMINISTRACIÓN	1/33	39
3.1 Recursos materiales	3/33	41
3.1.1 Recopilación de la información de la empresa	3/33	41
3.1.2 Recopilación de la información de los equipos	5/33	43
3.1.3 Bitácora	7/33	45
3.1.4 Biblioteca	15/33	53
3.2 Recursos económicos y financieros	16/33	54
3.2.1 Análisis de costos de mantenimiento	16/33	54
3.2.2 Contabilidad de costos	17/33	55
3.2.3 Nivel de mantenimiento	17/33	55
3.2.4 Análisis de resultados	19/33	57
3.2.5 Remuneración	20/33	59
3.2.6 Análisis de costos del bif	22/33	61
3.2.7 Investigación del mercado	23/33	62
3.3 Recursos humanos	23/33	62
3.3.1 Relaciones humanas	23/33	62
3.3.2 Necesidades del trabajador	25/33	64
3.3.3 Liderazgo	27/33	66
3.3.4 Liderazgo en mantenimiento	31/33	70
3.4 Control de actividades	31/33	70
3.4.1 Sistema computarizado	31/33	70
3.4.2 Sistema manual	32/33	71

4. MANUAL	1/28	73
4.1 Despiece	3/28	75
4.2 Planes de mantenimiento	3/28	75
4.3 Responsabilidad del mantenimiento	5/28	77
4.3.1 Actividades previas	5/28	77
4.3.2 Actividades del contratista	6/28	78
4.3.3 Actividades del mantenimiento	7/28	79
4.4 Manual maestro	9/28	81
4.4.1 Ambito	9/28	81
4.4.2 Metodología	9/28	81
4.4.3 Flujo de información	13/28	85
4.4.4 Rendimientos	16/28	88
4.4.5 Inventario	17/28	89
4.4.6 Criterios de selección de proveedores	18/28	90
4.4.7 Programación y su ajuste	19/28	91
4.5 Recursos humanos	20/28	92
4.6 Organización	20/28	92
4.7 Control	21/28	93
4.7.1 Control de los bienes físicos	21/28	93
4.7.2 Control del trabajo	23/28	95
4.7.3 Control del trabajador	25/28	97
4.7.4 Control de materiales	27/28	99
4.7.5 Control de costos	27/28	99
4.7.6 Ordenes de trabajo	28/28	100
5. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA	1/4	101
5.1 Programación de mantenimiento	1/4	101
5.1.1 Inicialización	1/4	101
5.1.2 Actualización de calendarios	2/4	102
5.1.3 Programación operativa	2/4	102
5.2 Prueba y validación	3/4	103
5.3 Capacitación	4/4	104
CONCLUSIONES	1/2	
BIBLIOGRAFIA	1/2	

INTRODUCCIÓN.

Objetivo:

La finalidad de este trabajo es mostrar el camino a seguir para lograr un Sistema de Mantenimiento adecuado, para cualquier tipo de empresa, nueva o que ya se encuentre en operación.

En este documento se presentan tanto los elementos *básicos de referencia, consulta y apoyo* para la Instrumentación del Sistema de Mantenimiento, como los fundamentos para que el personal de mantenimiento comprenda y preserve su aplicación en la empresa.

Este trabajo comprende el establecimiento de los procesos básicos generales para el desarrollo del mantenimiento, indicando los recursos competentes para su desempeño.

El establecimiento de un sistema de Mantenimiento tiene como objetivo aprovechar mejor los recursos de la empresa, con una máxima disponibilidad y menor costo, darle mayor seguridad al personal que en ella labora y reducir los riesgos para el equipo y la inversión en general.

El Mantenimiento en toda empresa debe ser dinámico, contar con un sólido *fundamento y un sistema adecuado*, el cual se asienta en este documento.

Determinado el Sistema de Mantenimiento, se genera el Manual en el cual se establecen los conceptos y fundamentos por aplicar en esta actividad.

Este trabajo es una compilación de libros publicados por la Sociedad Mexicana de Mantenimiento (SOMMAC), del Manual de Mantenimiento de la planta de selección y recuperación de residuos sólidos del DDF en Bordo Poniente, de revistas y direcciones electrónicas que se presentan en *la bibliografía y de cursos sobre administración y software para mantenimiento*.

Capítulo 1

CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento es el conjunto de actividades que se llevan a cabo con objeto de que los bienes físicos de una empresa (bif) conserven sus condiciones de funcionamiento económico. El mantenimiento constituye la base para aprovechar mejor la inversión efectuada en la empresa.

Los objetivos básicos del mantenimiento son:

- Preservar el valor de los bif.
- Maximizar la disponibilidad de los bif.
- Incrementar la eficiencia, eficacia y fiabilidad de los bif.
- Minimizar los costos de operación.
- Reducir los costos totales a lo largo de la vida del bif, así como los gastos (inversiones) relacionados y secundarios a las tareas y actividades desarrolladas sobre el bif, incluyendo los conceptos de riesgo.

Es importante estar consciente de que un buen mantenimiento cuesta, pero un pobre mantenimiento cuesta más.

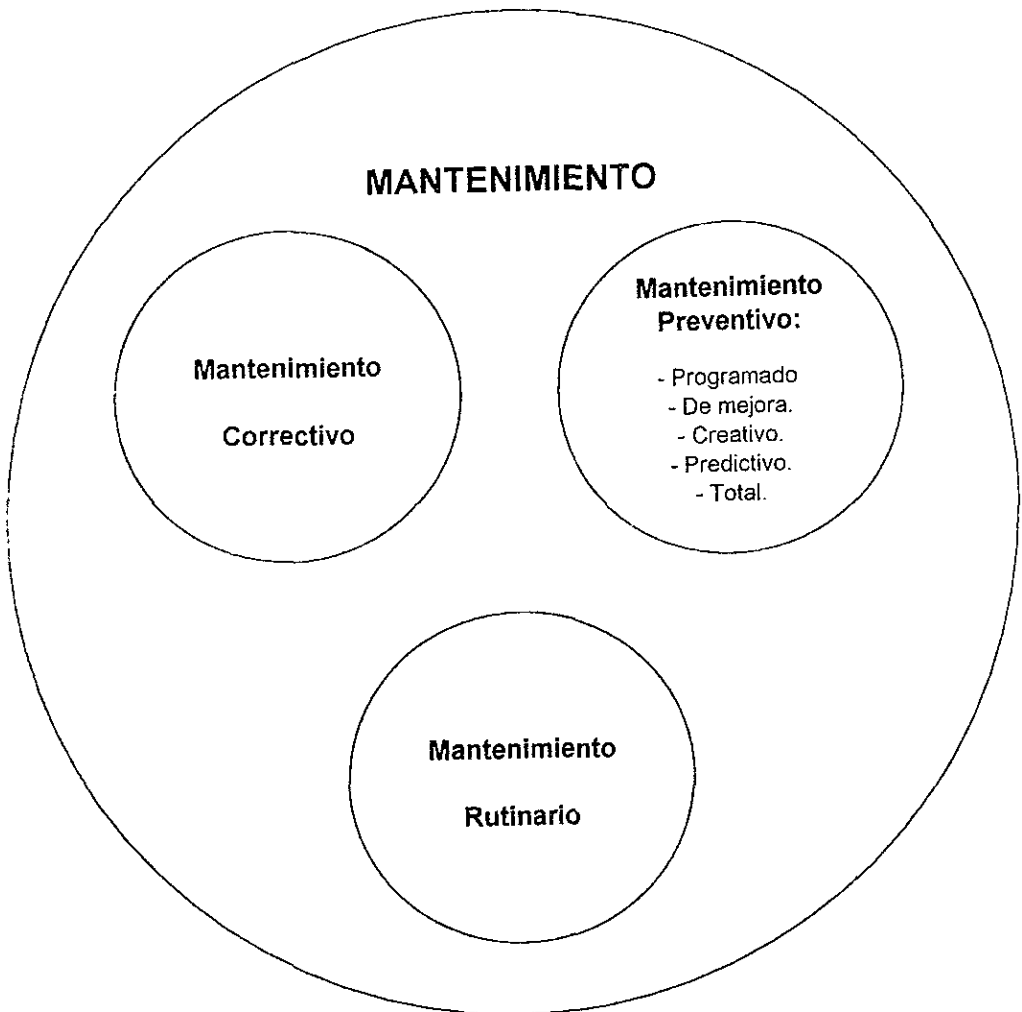
TIPOS DE MANTENIMIENTO

Fig. 1.1

1.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

La Sociedad Mexicana de Mantenimiento A.C. (SOMMAC) clasifica de manera sencilla los tipos de mantenimiento, con base en su política de aplicación (fig 1.1):

1.1.1 Mantenimiento Correctivo (MC).

Mantenimiento Correctivo (MC) es la eliminación de las fallas a medida que se presentan o se hacen inminentes.

Las tareas que se desarrollan en este tipo de Mantenimiento son fundamentalmente la Reparación (R) y el Cambio (C) o Remplazo.

Su implantación es fácil y muy barata, ya que no requiere análisis, estudios ni trabajos previos. Es decir, se actúa solo cuando se presenta la falla.

Su desventaja es que no ofrece respaldo en cuanto a la aplicación de respuestas oportunas, eficientes y económicas (baja fiabilidad).

El Mantenimiento Correctivo implica horas fuera de Programa para su aplicación, que pueden fijarse fuera de las horas de Operación (MC1) o en ocasiones afectar la Planeación de Operación de la Planta (MC2), o bien una combinación de ambas y evidentemente estas acciones provocan cargo (contable) al propio departamento de Mantenimiento.

$$\begin{aligned} MC1 + MC2 &= MC \\ \text{planeación} - MC2 &= \text{operación real} \end{aligned}$$

MC1 Mantenimiento Correctivo efectuado fuera de las horas de Operación.

MC2 Mantenimiento Correctivo efectuado fuera de las horas para Mantenimiento Preventivo.

1.1.2 Mantenimiento Preventivo (MP).

Mantenimiento Preventivo (MP) consiste en detectar posibles fallas y corregirlas antes de que se presenten, o bien reparar la falla en su fase inicial.

La detección de las fallas se logra a partir de la tarea de inspección y/o estadística ingenieril (análisis y estudio de la información). El reemplazo oportuno puede practicarse como medida preventiva.

Mantenimiento Preventivo significa hacer todo lo necesario para que no se presente la falla.

Mantenimiento Correctivo = Falla -> reparación

De donde se debe plantear:

Mantenimiento Preventivo = Reducción de fallas + mayor fiabilidad

El Mantenimiento Preventivo (MP), debe conocerlo primero el personal del área de Mantenimiento y posteriormente el de Operación.

El mantenimiento total (MT) depende de que el personal considere suyo el sistema, esté convencido y consciente de que funcionará y sepa que su participación activa resulta fundamental para el éxito.

Entre otros tipos de Mantenimiento Preventivo se cuentan:

– Mantenimiento programado (Sistemático) (MS)

En el Mantenimiento Preventivo las tareas deben ser efectuadas con base en la planeación de la empresa, su organización, un programa preestablecido y un adecuado control de su desarrollo. Es decir, de administración del Mantenimiento.

Con el advenimiento de la computación se revitalizó al Mantenimiento y se estableció un Mantenimiento programado, estático al inicio y muy dinámico posteriormente. También se le denomina sistemático por el procedimiento establecido de sus actividades.

– **Mantenimiento de Mejora (MM)**

En éste se desarrolla la ingeniería necesaria para reducir el mantenimiento requerido, modificando el diseño original.

Frecuentemente se emplea la ingeniería inversa para realizar el Mantenimiento de Mejora. Esto es, a partir del estudio y análisis del elemento (operación, material, dimensiones, fabricación) se deduce su ingeniería básica.

– **Mantenimiento Creativo (MI) (invento)**

En este Mantenimiento se determinan las bases para la inventiva, creatividad e investigación. Se trasciende más allá de la modificación del diseño original.

– **Mantenimiento Predictivo (MF).**

Es la determinación del desarrollo de las diferentes tareas del Mantenimiento, previas a la falla, con base en:

- Diagnóstico del estado del bñf.
- Tiempo de servicio
- Condiciones de operación, mediante:
 - Análisis de ingeniería.
 - Información estadística.
 - Resultados de la inspección.

En este tipo de Mantenimiento es imprescindible, para apoyo a la inspección, del uso de equipo de control supervisorio.

Para poder aplicar este tipo de Mantenimiento, la planta debe contar con los siguientes recursos:

- Capacitación del personal.
- Instrumentación eléctrica y mecánica
- Informática
Se requiere equipo de medición para efectuar el mantenimiento predictivo dentro de una empresa. Se debe tomar una lectura periódica de estos aparatos. La frecuencia de la toma de lecturas depende de cada máquina, y la determinará el encargado de mantenimiento.

- **Mantenimiento Total (MT).**

Es el desarrollo del Mantenimiento en el que participa TODO el personal de la Planta y resulta en mejoras de los bif.

En la aplicación de este Mantenimiento el trabajo se distribuye básicamente entre:

- **Operador.**
Encargado de dos tareas:
 1. Inspección
 - Fundamental: detección de fallas.
 - Sensitiva: Valiéndose de sus sentidos con base en el conocimiento del equipo.
 2. Servicio
Mantenimiento Rutinario.
- **Mantenente**
 - Responsable del bif.
 - Supervisión y asesoría al operador de la aplicación del MT.

Estos tipos de Mantenimiento son los que más se aplican en las empresas por las ventajas que representan.

1.1.3 Mantenimiento rutinario (MR).

Es el conjunto de tareas repetitivas fundamentalmente de Servicio realizadas a un bif.

El MR debe crear hábito, efectuarse por costumbre. En general este Mantenimiento lo lleva a cabo el personal de operación y/o producción (concepto del MT).

Para que lo realice el personal de Operación se requiere de capacitación al operador sobre el mantenimiento del bif y de la inspección del área de mantenimiento.

1.2 INCORPORACION.

Fundamentalmente, se debe aplicar el principio de Pareto para integrar los bif y sus elementos principales al Plan de Mantenimiento.

En general, se considera que dentro del Plan de Mantenimiento de un bif deben incluirse por lo menos componentes y/o elementos con las siguientes características:

- . Construcción compleja
- . Función importante y bajo precio
- . Función importante y difícil acceso
- . Mal funcionamiento peligroso
- . Mal funcionamiento previo a fallas mayores.

1.3 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO.

Las actividades del Mantenimiento suelen dividirse en : sustantivas y de apoyo (tabla 1.1).

Las actividades sustantivas atañen al desarrollo físico y se denominan "tareas", entre ellas se consideran básicas las siguientes:

1.3.1 Servicio (s).

Servicio es mantener en los bif:

- Apariencia buena (a)
- Funcionamiento adecuado (f)
- Seguridad de la Planta (s)

Por sus características de desarrollo, periodicidad y costumbre (buen hábito), a esta tarea se le considera Mantenimiento Rutinario, y se presenta tanto en el mantenimiento preventivo como en el correctivo.

Dentro de las tareas de servicio se consideran, entre otras, las indicadas en la tabla 1.2.

Tabla 1.1

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

FUNCIONES	SUSTANTIVAS (físicas)	DE APOYO	
		Ingeniería	Administración
Rutinario (MR)	Servicio (s)		Dirección (D) Organización (O)
Correctivo (MC)	Cambio (c) Reparación (r)		Planeación (P)
Preventivo (MP)	¹ Inspección (i) ² Modificación (m)	Ingeniería Diseño	Programación (S) Control (C)
Ingeniería de la planta	Proyecto	Construcción	Mantenimiento

Tabla 1.2

TAREAS DE SERVICIO

TAREAS	IDENTIFICACIÓN	OBJETIVO
Ajuste	A	f, s
Apriete	B	f, s
Calibración	C	f
Carga de fluidos	F	f
Control de plagas y roedores	H	h, s
Desinfección	D	h
Jardinería	J	a
Limpieza	L	a, f, h, s
Lubricación	G	f
Pintura	P	a, f, s
Protección contra la corrosión	O	f, s
Recubrimiento	R	a, f, h, s
Secado	S	a, f, s

a = Apariencia

f = Funcionamiento

h = Higiene

s = Seguridad

¹ Mantenimiento predictivo.² Mantenimiento de mejora o mantenimiento creativo.

1.3.2 Cambio (c).

Cambio o remplazo es restablecer el funcionamiento adecuado de los bif al remplazar las partes o componentes que han fallado, presentado defectos o cuando su vida útil y/o su vida económica ha concluido.

Eventualmente se requerirá del Cambio a consecuencia de un Mantenimiento inadecuado. Estos casos deberán analizarse en detalle para identificar el origen del problema y establecer las medidas para que se elimine su incidencia.

En casos de cambio hay que tener presentes las razones indicadas en la tabla 1.3, para justificar esta tarea.

Evidentemente esto cobra mayor importancia en función del costo y jerarquía del bif en estudio.

1.3.3 Reparación (r).

Reparación es restablecer el adecuado funcionamiento de los bif mediante la corrección de las fallas que se presenten a causa de:

- Mantenimiento incorrecto.
Esta condición no debería existir, constituye una deficiencia que debe erradicarse a la brevedad.
- Término de la vida útil de un bif (parte).

Reparación es componer o habilitar un bif, o alguna pieza para utilizarlo nuevamente.

En la fase inicial de operación de la empresa es posible que se requiera esta tarea, ya que pueden presentarse fallas por diseño inadecuado, instalación o montaje incorrecto, "muerte infantil" del bif o sus elementos.

Por lo tanto, habrá que realizar reparaciones:

- Programadas para efectuar los trabajos mayores de mantenimiento, agrupados en un período predeterminado, que se ejecutan en:
 - . Períodos vacacionales
 - . Fines de semana
 - . Paros programados.
- De Mantenimiento Correctivo.
Que más bien tienden a evitarse.

Tabla 1.3

RAZONES PARA EFECTUAR UN CAMBIO

- **Operación y mantenimiento:**
 - Condiciones inadecuadas del bif.
 - Falta de garantías en el funcionamiento.
 - Incremento en costo por:
 - Consumo de energía.
 - Mantenimiento (*intensidad y/o frecuencia*).
 - Refacciones.
 - Peligrosidad en la operación.
 - Reducción en el respaldo en refacciones y servicio.
 - Reparación incosteable.

- **Producción:**
 - Falta de flexibilidad.
 - Falta de versatilidad.
 - Saturación de la línea.
 - Rendimientos (u/h) no afines.

1.3.4 Inspección (i).

La inspección tiene por objeto detectar fallas potenciales en cualquier etapa.

El procedimiento de Inspección en las empresas normalmente es manual, es decir, sin instrumentos especiales.

Dentro de esta tarea se cuenta la verificación. La inspección en un sentido más amplio tiene la función de vigilancia, básicamente en:

- **Uso:**
El área de mantenimiento debe vigilar el uso adecuado de los bif, en cuanto a sus funciones, capacidades y procedimientos.
- **Desarrollo del proceso:**
A través de la Inspección se vigila y asesora que se apliquen los procesos correctos en las actividades físicas del Mantenimiento. Esto cobra mayor importancia cuando se tiene Mantenimiento Externo.
- **Análisis de fallas:**
El jefe de mantenimiento tiene la obligación de conocer el origen de la falla. Se deben captar los datos de falla a través del estudio de los elementos fallados para su retroalimentación a diseño, selección, operación y el propio mantenimiento. Este análisis representa "capitalizar" la experiencia, principio en el cual se basa el MT.
- **Control de calidad en:**
 - . Materiales
 - . Reparaciones
 - . Trabajos

Para facilitar esta tarea se establecen las siguientes actividades tipificadas de diagnóstico:

- General
- Medición
- Operativo
- Ruidos
- Temperatura
- Vibraciones
- Visual

El personal de Mantenimiento encargado de la Inspección deberá tener los conocimientos enlistados en la tabla 1.4

Tabla 1.4

CONOCIMIENTOS BÁSICOS PARA LA INSPECCIÓN

- **Pruebas.**
- **Arranque inicial.**
- **Rearranque.**
- **Paros imprevistos.**
En esta condición, inspección debe desarrollar las siguientes funciones básicas de ingeniería:
 - Clasificación de la falla.
 - Criterio de solución.
 - Establecimiento de prioridades.
 - Inspección casual (detección del origen).
- **Calibración y ajuste:**
- **Soporte**
Representa la revisión regular de la operación de los bif.
- **Especial.**
En algunos bif por su importancia, complejidad o alto costo, se les presenta atención particular.
- **Control supervisorio (IS).**
En este tipo de controles se debe desarrollar:
 - . Revisión del comportamiento del IS en sí.
 - . Operación manual de las funciones que desempeña el IS.
 - . Eliminación de bloqueos no autorizados en el IS.

La tabla 1.5 presenta un ejemplo del reporte de inspección que debe realizar el operador del Equipo o el inspector de Mantenimiento.

1.3.5 Modificación (m).

Modificación es reducir o eliminar las fallas repetitivas mediante alteraciones del diseño original

A través de la Modificación se capitaliza la experiencia del personal de aplicación (operación y mantenimiento) de los bif.

Es muy importante propiciar, e incluso premiar, esta tarea que es en esencia el TPM (Total Productive Maintenance).

1.4 CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES

En todo mantenimiento adecuado es necesario conocer el bif. Esto implica identificar sus "características", que generalmente son las enlistadas en la tabla 1.6, para conocer la trascendencia que tiene cada equipo dentro de la empresa y poder determinar su nivel de mantenimiento.

Para operar un bif se deben determinar claramente las funciones que va a cumplir, de modo que su mantenimiento se proyecte conforme a dichas funciones. Así se podrán evaluar correctamente el bif y su mantenimiento.

La operación de un bif con funciones ajenas a su diseño, generará fallas y mantenimiento excesivo.

Por lo que la responsabilidad de Mantenimiento será vigilar que el área de operación utilice adecuadamente los bif, dentro de sus funciones, rangos de ejecución, etc.

La tabla 1.7 muestra las funciones de los elementos de un bien físico a los que se les dará mantenimiento. Existen ciertos componentes cuyo diseño les permite realizar varias funciones.

Una vez analizadas la características y las funciones del bif, debe estudiarse los siguientes parámetros:

Tabla 1.5

Reporte de operaciones # _____.

Equipo _____, Num. _____.

Fecha: _____

Características: _____.

Operador: _____.

Firma: _____.

Aprobó: _____.

Firma: _____.

Lectura cuenta horas

Inicial: _____.

Final: _____.

Dif: _____.

REVISIÓN VISUAL.

01 () Limpieza

02 () Nivel de aceite

03 () Nivel de combustible

04 () Nivel de agua

05 () Nivel en batería

06 () Estado general

07 () Luces delanteras

08 () Luces traseras

09 () Claxon

10 () Presión de llantas

REVISIÓN EN OPERACIÓN

11 () Marcha

12 () Indicador de aceite

13 () Indicador carga eléctrica

14 () Acelerador

15 () Freno estacionar

16 () Frenos

17 () Embrague

18 () Fugas de aceite

19 () Fugas de gasolina

20 () Fugas de fluidos

21 () Fugas de agua

22 () Dirección

23 () Transmisión

24 () Ruidos

OBSERVACIONES:

_____.

1.5 ASIGNACIÓN DE VIDA ÚTIL.

El mantenimiento nace en el diseño mismo del bif, es decir, que se planea desde el diseño su capacidad de mantenimiento, misma que es parte constitutiva de la calidad.

Para determinar el Plan de Mantenimiento de la empresa debe definirse:

- "Planeación" y en función de ésta debe establecerse
- "Vida" a asignar a sus principales bif y
- Tipo de "vida" a considerar en su operación.

A partir de la vida útil de los bif, se establece un Plan de Mantenimiento en función de los elementos o componentes que se sujetarán a operaciones específicas de mantenimiento, a los cuales se les asigna también una vida útil.

Es muy importante destacar que la "vida" de un bif se determina por un valor "probable", para un nivel de fiabilidad estimado y que, por lo tanto, no debe considerarse como un número preciso que obliga a su mantenimiento en fechas inamovibles. De esta forma:

- La vida de un bif debe adecuarse a la Programación económica del Mantenimiento.
- Los Planes de Mantenimiento son ajustables.

1.5.1 Frecuencia del mantenimiento.

La periodicidad o frecuencia para realizar el mantenimiento de un bif, sus componentes y/o sus partes, debe establecerse para las diferentes tareas.

La periodicidad o frecuencia es determinada por la vida útil técnica, la cual se calcula conforme a:

- Tiempo de operación.
Se calcula en horas de operación (h), sin embargo en ocasiones son traducidas las horas en otra dimensión.

Tabla 1.6

CARACTERÍSTICAS DE UN BIEN FISICO

1. Economía.

En este concepto se incluyen todos los costos, incluyendo la inversión inicial del bien físico.

2. Operación.

Este concepto considera los costos de funcionamiento (variables), así como la simplicidad y facilidad en la operación.

3. Eficiencia.

Determina el nivel de aprovechamiento de los insumos, materiales y consumos de energía.

4. Fiabilidad.

Representa la mayor probabilidad de proporcionar un servicio continuo y en cualquier momento.

5. Capacidad de mantenimiento.

Permite un fácil acceso y ejecución de las tareas del mantenimiento.

6. Respaldo.

Representa la seriedad de la garantía con la cual fue adquirido el bif y/o la seriedad de la empresa proveedora.

A la adquisición del bif es necesario contar con un buen respaldo que permita la fácil adquisición de refacciones, apoyo en el mantenimiento e incluso su reemplazo.

7. Peligrosidad.

Reduce los riesgos para el personal .

8. Salvaguarda.

Mayor seguridad a los bienes.

9. Flexibilidad.

Posibilidad de un bif de cumplir varias funciones.

Facilidad con la cual se pueden alterar las condiciones normales de funcionamiento para proporcionar un servicio no contemplado en su diseño original.

10. Adaptabilidad.

Permite contemplar fácilmente ampliaciones, modificaciones y/o reemplazos, para continuar proporcionando el servicio con el menor riesgo y tiempo de suspensión del funcionamiento.

En ocasiones es conveniente manejar los equivalentes en quincenas para su fácil calendarización (determinación de fechas de ejecución del mantenimiento).

– Tiempo calendario.

Esta forma de cálculo es frecuente cuando intervienen materiales orgánicos y elementos químicos en general; por ejemplo el electrolito de las baterías.

– Operaciones especiales.

Se aplica este tipo de medición para el mantenimiento de aquellos bif, componentes y/o partes que funcionan en forma esporádica, como es el caso de un equipo de bombeo de protección contra incendio o una la planta generadora de emergencia.

– Mixto.

Existen bif, elementos, componentes y partes que se rigen por dos o más condiciones que determinan la vida útil, gobernando la que primero alcance su límite. Por lo tanto, es necesario definir el criterio de aplicación que rige para la determinación de la vida útil y así establecer la periodicidad del mantenimiento.

1.5.2 Ajuste de la periodicidad.

Los períodos de servicio, inspección y vida útil deben ser "ajusados" a múltiplos del menor periodo que se determine (mínimo común múltiplo) y de la frecuencia con que se efectúen las tareas mayores del mantenimiento, en función de la vida útil asignada (en orden de importancia) al bif, sus componentes, las partes y la relevancia de la tarea a realizar.

Es decir, una tarea importante (por su costo, peligrosidad de la falla, baja fiabilidad en la operación) a efectuar en una fecha preestablecida, ajustará la frecuencia de las otras tareas de menor importancia.

Las características de operación y programas de producción y/o eventos obligarán a ajustes tanto en la programación teórica inicial, como en la programación aprobada. Es decir, que un evento en la empresa podrá obligar a modificar el programa de mantenimiento.

Debe considerarse que los ajustes menores no representan riesgos adicionales en la operación de los bif, dado que la periodicidad del programa de mantenimiento tiene como base un valor estimado y holgado de vida, en la que el fabricante define un porcentaje de elementos que cumplirán satisfactoriamente esa duración, con una probabilidad de falla muy baja.

Adicionalmente, debe considerarse que el llegar al valor estimado de vida, no representa generalmente un deterioro muy acelerado que incremente considerablemente la probabilidad de falla.

Tabla 1.7

FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS DE UN BIEN FÍSICO

1. **Suministro.**
Representa la alimentación de un servicio a un bien físico. Por ejemplo, las acometidas en la infraestructura.
2. **Seccionamiento.**
Representa acciones de corte o suspensión del servicio.
3. **Control.**
Reúne las acciones de vigilar y conservar la operación del bien físico dentro de las condiciones preestablecidas.
4. **Protección.**
Restricciones para conservar el bif en operación segura, eficiente y/o confiable mediante la suspensión y/o corrección de las condiciones inadecuadas que se presenten.
5. **Inspección.**
Acciones integrales que permiten la vigilancia y/o verificación de la correcta operación del bien físico.
6. **Almacenamiento.**
Es retener los elementos en condiciones adecuadas en espera de ser demandado para su aplicación.
7. **Regulación.**
Es conservar las condiciones de operación dentro de un ámbito preestablecido.
8. **Distribución.**
Es repartir los servicios conforme a una disposición previa.
9. **Conducción.**
Es transportar o permitir el paso por el bif.
10. **Conexión.**
Es la interfase entre dos bienes físicos.
11. **Apariencia.**
Son los elementos que tienen únicamente como función dar una mejor presentación al bif.
12. **Confort.**
Son los elementos y/o instalaciones que proporcionan comodidad y condiciones propicias a las personas que utilizan un bien físico.

Capítulo 2

PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Sistema es un conjunto de reglas o principios que forman un todo homogéneo, es decir, son las “reglas del juego”. Por ejemplo, en el caso de un país, su forma de gobierno es el sistema. En la casa, el sistema lo establecen los padres para que lo sigan los hijos.

En el sistema de mantenimiento se establece la metodología y los procedimientos que se llevarán a cabo y se sintetiza la conceptualización del mantenimiento.

Mantenimiento es el responsable de los bif de la Planta y por lo tanto su primer compromiso es el conocerlos, identificarlos y jerarquizarlos, para determinar así su universo de trabajo (campo de aplicación).

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS BIENES FÍSICOS.







Para el desarrollo del Mantenimiento es indispensable conocer los bif, y en seguida clasificarlos de manera básica según su:

– Identificación.

Este aspecto se codifica con letras, adicionando un número para su subclasificación por línea y/o equipos iguales adicionales (ej.: PLA1, transportador de tablillas de la línea 1). La identificación de los bif toma en cuenta lo siguiente:

. Función:

Representa la aplicación objetiva del Equipo. La Clasificación Básica de los Bif y su codificación pueden marcarse adicionalmente con símbolos gráficos. Por ejemplo:

Proceso	
Servicios	
Instalaciones	
Mecánica	
Estructuras	
Arquitectura	

El elemento básico de referencia para esta identificación lo constituye el plano de arreglo de conjunto de la empresa.

• **Especialidad:**

Es conveniente identificar cada bif en una cierta especialidad. Por ejemplo:

• Eléctrica	E
• Control y electrónica	K
• Mecánica	M
• Mecánica Automotriz	V
• General (polivalente o usos múltiples)	G

La clasificación de los bif por especialidad permite saber fácilmente qué división del área de mantenimiento es la encargada de ese equipo para que actúe rápidamente, sobre todo en caso de mantenimiento correctivo.

– **Importancia relativa.**

Luego de analizar los bif, se deben "ordenar" por importancia relativa, para establecer la asignación de recursos y llevar a cabo su mantenimiento. Es decir, se deben jerarquizar dentro de la Planta con base en los conceptos que aparecen en la tabla 2.1.

La jerarquía de los bif se asigna conforme a su participación en el desarrollo del proceso; se definen los equipos críticos, equipos cuyas fallas generarán la inactividad parcial o total de la operación y del proceso, a fin de evitar el paro e incrementar la eficiencia de la planta de modo que disminuyan los costos de producción.

2.2 CONCEPTUALIZACION DEL MANTENIMIENTO.

Es la definición del Concepto según el área responsable del propio Mantenimiento y su desarrollo. El personal de la empresa debe conocer y comprender la *conceptualización*, para proseguir con la aplicación y mejora del Sistema de Mantenimiento.

2.2.1 Criterios básicos.

Para la adecuada Operación de la Planta, se establecen fundamentalmente los siguientes criterios:

- **Aplicación del mantenimiento total (MT).**

Implica la participación de todo el personal de la Planta.

Esto deberá reflejarse en el concepto contractual del total del personal y sobre todo en los departamentos de Operación y Mantenimiento. El contrato definirá mínimamente:

- Responsabilidad.
El personal de Operación será responsable de mantener y conservar la limpieza, el orden y las condiciones adecuadas de operación y funcionamiento de los bienes (bif) con los que la empresa desarrolle sus actividades.
- Capacitación.
Se deberá considerar un programa de capacitación para el personal de mantenimiento de la empresa, encaminado al conocimiento de los aspectos más importantes, tanto de los equipos como de las tareas a realizar.

La empresa deberá capacitar al personal en:

- Conocimiento de la correcta operación de los bienes que se le encomiendan.
- Instrucción en las precauciones, cuidados, limitantes y criterios de los bif.
- Procedimiento para avisar de una inadecuada operación del bif con que trabaja. (Hasta este punto se marca la capacitación básica del *Mantenimiento del bif.*)
- Mantenimiento Rutinario.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

Tabla 2.1

IMPORTANCIA RELATIVA

- Función principal (principio de la identificación básica). Se clasifica en:
 - . Proceso.
 - . Servicios.
 - . Instalaciones.
 - . Arquitectura (obra civil).
 - . Mecánica.
 - . Estructuras.
 - . Otras.

- Participación en el proceso en:
 - . Costo.
 - . Valor agregado y/o utilidad al servicio o producto.
 - . Trascendencia en el proceso.
 - . Tiempo.

- Gravedad de las consecuencias que acarrearía su falla.
De esta forma se define la prioridad u oportunidad de aplicación del mantenimiento a los bif en función de su jerarquización como:

. Emergencia	hacer de inmediato	E 1
. Disponibilidad	programar para hacer después	P 2
. Diferimiento	Programar para cuando haya baja carga de trabajo y/o recursos	D 3
. Cancelación	Ocasionalmente	C 4

– **Tiempo para mantenimiento.**

Es necesario determinar el tiempo de operación de la empresa (h/año), de forma que se pueda elaborar su Planeación, Programación y Organización, estableciendo así el calendario de actividades y tareas a efectuar. Mantenimiento deberá planear y programar sus actividades de forma que cumpla su objetivo, descontando el tiempo mínimo necesario para efectuar sus tareas.

Para realizar el Mantenimiento de la empresa se definen los siguientes criterios:

- El tiempo fuera de Operación de la empresa se podrá usar para efectuar el Mantenimiento.
- Alternancia en los horarios de inicio y conclusión de los turnos de operación, con intervalo para poder efectuar las inspecciones mínimas necesarias para el personal de Mantenimiento.
- Para efectuar las tareas del Mantenimiento se pueden destinar:
 - En una operación de 20 h/día, las 4 horas restantes.
 - Los diferenciales entre líneas (*defasamiento entre horas de operación*), si los hubiera.
- Los domingos y días festivos serán destinados para realizar las actividades del Mantenimiento.
- Todos los tiempos aprovechados por Mantenimiento fuera de operación de la empresa no representan el máximo absoluto, es decir que se considera que Mantenimiento podrá requerir de tiempos adicionales para actividades de:
 - Mantenimiento Correctivo.
 - Reparaciones mayores
 - Mantenimiento Preventivo.

Aunque este Mantenimiento está programado puede presentarse el caso de requerir suspensión temporal de la operación de la empresa para complementar alguna tarea en particular.
- **Operación y mantenimiento.**

- Trabajo simultáneo en paralelo.
Mantenimiento efectuará algunas de sus tareas, básicamente Mantenimiento Rutinario e Inspección, con los bifs en funcionamiento.

En general en estas actividades no entorpecerán el funcionamiento de la empresa en su operación normal.

- Suspensión temporal de la operación para Mantenimiento. Mantenimiento efectuará "paros" por condiciones tales como:
 - . Mantenimiento Correctivo.
 - . Riesgos en el funcionamiento para el personal.
 - . Peligro de la falla potencial.

- Respaldo para mantenimiento.

La forma de trabajo planteada representa la definición contractual para el personal de Mantenimiento de las condiciones de trabajo, conforme a los criterios indicados a continuación:

- . Flexibilidad y apoyo a la autoridad de Mantenimiento para obtener máxima disponibilidad de su personal cuando se presenten condiciones fuera de los límites estrictamente contractuales.
- . Aceptación de que Mantenimiento es el responsable de los bienes físicos y la seguridad del personal que ahí trabaja, por lo cual se le otorga la decisión de suspensión de la operación por causas de fuerza mayor que pongan en riesgo los bienes y a los operadores.

Estos criterios, una vez determinados legalmente y aceptados por la empresa, deberán incorporarse a los contratos de los trabajadores, al Manual de Procedimientos, al de Operación y al propio Manual de Mantenimiento.

Mientras esto no se lleve a cabo, Mantenimiento se verá limitado en forma "tradicional", es decir no se asumirá responsabilidad sobre los bifs y, por lo tanto, no se podrá aspirar al paradigma de "Cero defectos" o "máxima disponibilidad".

2.3 ESTRUCTURACION DEL MANTENIMIENTO.

Para determinar la forma y las funciones del trabajo de Mantenimiento, es necesario estructurarlo, definiendo su posición dentro de la empresa, sus recursos y su relación con otras áreas.

A partir de esta estructuración se acotan las funciones del Mantenimiento conforme a su extensión, apoyo y área. A continuación se plantean dichas dimensiones:

2.3.1 Extensión.

El ámbito de acción de Mantenimiento se determina de la siguiente manera:

– Central

Si una empresa cuenta con varias plantas en diferentes lugares, es posible establecer una Jefatura de Mantenimiento Central, que coordine al departamento de mantenimiento de cada una de las plantas.

En el caso de que la empresa sólo cuente con una planta, la Jefatura de Mantenimiento será centralizada a nivel planta.

– Distribuida.

La extensión distribuida se recomienda para empresas que cuentan con varias plantas, pero cada una con máquinas y/o procesos diferentes. En este caso, cada planta tendrá su propia Jefatura de Mantenimiento sin necesidad de reportar a una Jefatura Central.

– Brigadas.

Las brigadas se conformarán por especialidades y para reparaciones mayores cuando se tengan en operación diferentes plantas de la misma empresa.

Los conceptos de estructuración distribuida y por brigadas podrán ser acatados por la empresa, considerando la Planta como elemento sujeto de Mantenimiento en su totalidad.

2.3.2 Area.

Para determinar el área de cobertura del Mantenimiento hay que definir:

– Operación

Mantenimiento procurará el correcto funcionamiento de la empresa con máxima disponibilidad y mayor aprovechamiento de los bifs, conforme a los márgenes establecidos para el desarrollo del Mantenimiento.

– Talleres

Es posible contar en la empresa con un taller dependiente de Mantenimiento, cuya función sea básicamente de respaldo para las tareas y Mantenimiento Correctivo.

– Almacenes.

Mantenimiento deberá contar con su Almacén para las refacciones y materiales necesarios para el desempeño de las tareas en la empresa.

Estos recursos deben inventariarse.

– Intendencia.

En algunas dependencias no actualizadas en Mantenimiento esta área depende de servicios generales o Administración para el desarrollo del mantenimiento rutinario de las oficinas y áreas generales.

Es recomendable que estas funciones dependan de Mantenimiento, por las ventajas que representa contar con:

- . Flexibilidad de personal adicional y
- . Facilidad de aplicación del Mantenimiento Total.

2.3.3 Apoyo.

– Mantenimiento Interno

En el Manual de Mantenimiento debe considerarse como punto de partida la opción de llevar a cabo el mantenimiento totalmente con recursos propios internos, base para cuantificar la plantilla requerida de personal.

Esta plantilla deberá conformarse con personal adicional para cubrir los mantenimientos correctivos, variaciones de carga de trabajo e imprevistos.

La combinación de personal propio y contratación externa debe ser el resultado de un análisis que determine la conveniencia de la participación de ambos recursos.

– Mantenimiento Externo:

Algunas veces no se cuantifica el mantenimiento para ciertos equipos que no participan directamente en la producción, como pueden ser:

– Servicios externos en:

– Vehículos alquilados:

- . Traxcavo

– Vehículos:

- . Camiones
- . Camionetas

– Equipos de:

- . Montacargas
- . Empujador frontal

– Especialidades en:

- . Mecánica de suelos
- . Electrónica y Control.

2.3.4 Mantenimiento interno vs. mantenimiento externo.

El análisis para determinar la conveniencia de efectuar un Mantenimiento en forma externa se realiza conforme a la secuencia de la fig. 2.1, que considera:

1. Inventario de Equipo.
Identificación de los bifs.
2. Estudio.
Determinación del Equipo y condiciones reales en las que se encuentra, para estimar el nivel de Mantenimiento requerido.
3. Taller y herramental.
Relación de los elementos integrantes.
4. Capacidad del taller.
Estimación de la disponibilidad en recursos materiales.
5. Personal.
Relación del personal interno.
- 6 Evaluación de Personal.
Calificación del personal de la Planta para definir su capacidad y disponibilidad reales.
7. Mantenimiento Interno "D".
Capacidad disponible "D", por Especialidad y tipo de bif.
8. Requerimientos de Mantenimiento "R".
Como resultado del análisis de la Operación de la Planta se determina la demanda de Mantenimiento.
9. Análisis comparativo de los requerimientos y capacidad.
10. Sobrecapacidad instalada debido a que $R < D$.
11. Incremento de la capacidad del Mantenimiento, debido a que $R > D$.
12. Análisis de la relación Beneficio Costo.
13. Incremento de la capacidad de Mantenimiento, justificado cuando Beneficio $>$ Costo.
14. Mantenimiento Externo, justificado porque el Costo de incrementar la capacidad excede al beneficio que representa.

CONVENIENCIA DE MANTENIMIENTO INTERNO O EXTERNO.

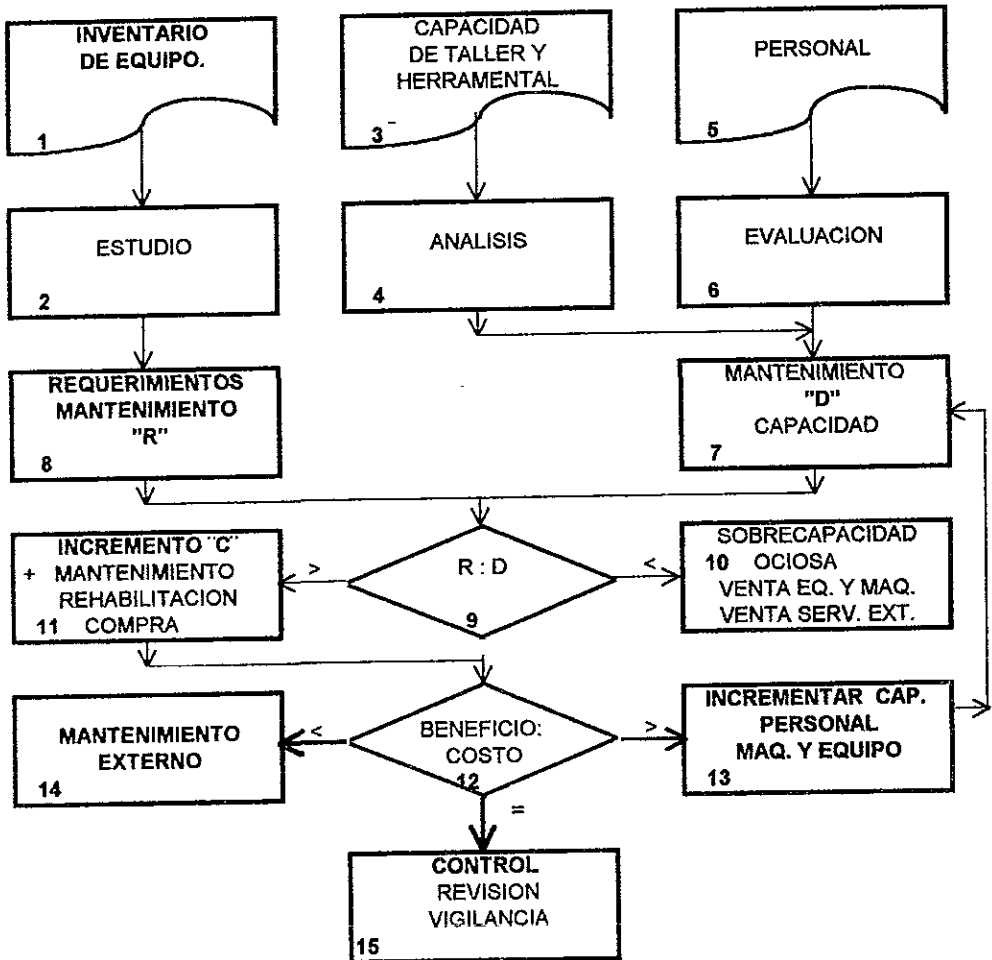


Fig. 2.1

Deben tenerse presentes otras ventajas del trabajo externo, como: menores problemas laborales, mayor grado de especialización, menores inventarios y facilidad para obtener una carga uniforme de trabajo para Mantenimiento Interno.

15. Control. Si el nivel de Mantenimiento es razonable, se continúa trabajando con la capacidad disponible.

2.4 RECURSOS INFORMATICOS.

Para el Mantenimiento hay que tener presentes los siguientes recursos informáticos para un desempeño adecuado:

– Manual de Procedimientos, con las siguientes características:

- . Ser normativo.
- . Establecer la forma general de presentación, de modo:
 - . Claro.
 - . Concreto
 - . Ordenado.
- . Apoyar cada una de las áreas en que se formulan los manuales particulares.

Dentro de los recursos básicos de información requeridos para Mantenimiento se tienen:

2.4.1 Manual de operación.

En la empresa se debe contar con los procedimientos necesarios para el adecuado funcionamiento de los principales bienes, asentados debidamente en el Manual de Operación.

En general este Manual debe contemplar al menos los conceptos indicados en la tabla 2.2.

Tabla 2.2

MANUAL DE OPERACION.

- Presentación del bien físico:
 - . Breve explicación del bif.
 - . Dimensiones y peso.
 - . Insumos.
- Integración:
 - . Se explican los principales elementos que integran el bif.
- Funcionamiento (características de operación):
 - . Arranque.
 - . Operación normal.
 - . Condiciones de operación:
 - . Parámetros de funcionamiento a controlar.
 - . Condicionantes para máximo rendimiento.
 - . Tolerancias.
 - . Límites de operación.
 - . Paro normal.
 - . Casos de emergencia.
 - . Características de los insumos.
 - . Rendimientos.
- Recomendaciones:
 - . Precauciones.
 - . Cuidados básicos.
 - . Fuera de servicio.
 - . Medidas de seguridad.
- Especificaciones:
 - . Funciones de los principales elementos.
 - . Características técnicas.
 - . Desviaciones de proyecto.
- Programa básico de Mantenimiento.
 - . Servicio.
 - . Inspección.
 - . Cambio.
 - . Reparación.

2.4.2 Manual de partes.

Este Manual constituye una ayuda fundamental para el desarrollo de las tareas del Mantenimiento, pues presenta las partes que integran el bif e incluye por lo general la información indicada en la tabla 2.3.

Adicionalmente, conviene que el personal de Mantenimiento de la empresa complemente esta información con datos que faciliten la operación del bif y que permitan planear el Mantenimiento en cuanto a la adquisición de las partes requeridas (tabla 2.4).

En estos manuales se presenta el orden de montaje de las partes para integrar un componente o sistema. Mantenimiento, a través de su experiencia en la aplicación, deberá revisar, complementar y en caso necesario modificar los procedimientos para optimizarlos. Esta es una de las características de aplicación del TPM.

En la tabla 2.5 se indican las ventajas del Manual de Partes.

2.5 CARACTERISTICAS DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El Manual de Mantenimiento es el documento fundamental, en el cual se establecen las bases generales para el desarrollo del mantenimiento del bif (tabla 2.6).

Como complemento a este Manual de Mantenimiento se debe contar, como mínimo, con los correspondientes a:

- Operación.
- Partes.
- Condiciones de funcionamiento.
Los fabricantes abastecen el de su producto para:
 - . Aplicación de un programa de mantenimiento conservador.
 - . Condiciones estándar de operación.
En algunos casos especiales se deberán establecer las afectaciones, precauciones y ajustes necesarios en condiciones diferentes ya identificadas.
En condiciones fuera de las consideradas por el fabricante, se establece la pérdida de la garantía del bif.
- Personal calificado.
- Alcances.
El Manual de Mantenimiento se complementa con las áreas de:
 - . Instalaciones,
 - . Obra Civil y
 - . Arquitectura.

Tabla 2.3

MANUAL DE PARTES

INFORMACION BASICA

- Nombre.
- Número de identificación.
 - . Localización
 - . Explicación de código.
- Cantidad requerida en el bien.
- Posición relativa:
 - . Componentes y subensambles.
 - . Sistemas
- Presentación:
 - . Gráfica
 - . Coordinada.
 - . Descriptiva.
- Características constructivas:
 - . Materiales
 - . Dimensiones y peso.
- Precauciones de:
 - . Almacenaje, empaque y transportación.
 - . Montaje
 - . Tolerancias y ajustes.
- Mantenimiento.
 - . Vida útil
 - . Condiciones de operación:
 - . Cargas
 - . Temperaturas
 - . Otras
 - . Frecuencia de tareas:
 - . Servicio
 - . Inspección.
 - . Fiabilidad.

El manual debe ser dinámico, por lo cual se debe complementar, ajustar y modificar con base en los resultados prácticos obtenidos.

En el Manual de Mantenimiento se consideran básicamente:

2.5.1 Equipo completo.

Es importante apuntar que el Manual de un bien no es la recopilación de los Manuales de los componentes, subensambles y/o sistemas, sino la coordinación de componentes operados integralmente.

El Manual representa el requerimiento de mantenimiento del bien físico integrado y su operación.

Debe determinarse la fiabilidad, disponibilidad y efecto de falla del bif, referido a los elementos que lo determinan, así como a los parámetros que lo afectan.

En la realización del Plan de Mantenimiento correspondiente al equipo completo se consideran los parámetros de:

- Frecuencia: En función del tiempo de operación se determina el programa de mantenimiento.
- Condiciones de uso: Definen la conveniencia de ajustar la frecuencia. Ejemplo: Para las tolvas de selección que manejan vidrio deberá de modificarse la frecuencia por su mayor desgaste comparado con las que manejan papel.

2.5.2 Sistemas.

Cuando el bien se divide en conjuntos que cumplen una función específica del bif o tienen una especialidad común, se integran los manuales por sistemas.

En caso de no tener información del fabricante para el mantenimiento por sistema, deberá generarse.

2.5.3 Componentes y subensambles.

En el Manual se define el mantenimiento para el bien a partir de sus componentes y/o subensambles, independientemente de la operación del bif, pero en grupos de partes que integran un conjunto operativo mayor (componente) o de montaje (subensamble), que facilita las tareas de mantenimiento, adquisición y/o almacenamiento.

El fabricante no siempre determina esta división del bien y por lo tanto la información no siempre está disponible, en cuyo caso se sugiere generarla.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

Tabla 2.4

MANUAL DE PARTES

INFORMACION COMPLEMENTARIA

- Vida esperada
- Equivalencias
- Proveedores
- Precio
- Tiempo de entrega
- Nivel recomendable de inventario
- Observaciones:
 - . Cuidados
 - . Estrategia de compra
 - . Modificaciones identificadas
- Integración del bif por:
 - . Partes
 - . Componentes / subensambles
 - . Sistemas

Tabla 2.5

MANUAL DE PARTES

VENTAJAS

- Facilita la identificación de las partes.
- Simplifica la solicitud y adquisición de partes.
- Ayuda valiosa en reparación y montaje.
- Apoya la substitución (partes equivalentes).
- Sustenta la estandarización.
- Reduce los efectos de la falta de respaldo.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

2.5.4 Partes.

En el manual de Mantenimiento se determinan los requerimientos de las partes en forma independiente y aislada del bif. Frecuentemente esta información se integra en el Manual de Partes o bien, cuando es muy importante por si misma, la proporciona en forma independiente del bien el fabricante particular de la parte.

Se recomienda que en el Manual de Partes se incluya el correspondiente a su Mantenimiento.

Es importante determinar los tiempos requeridos para el desarrollo del mantenimiento, desde las tareas previas, su ejecución y prueba, para establecer el tiempo total del bif fuera de funcionamiento. Así se conocerá la disponibilidad real esperada del bif.

Cuando el bif se relaciona con otros bienes de la empresa que se afecten directamente por su mantenimiento, los Manuales deberán realizarlos los "proyectistas", que conceptualizaron y definieron en forma coordinada las interacciones de los elementos que componen el bien y su relación con otros bienes de la empresa.

Hay que destacar que los constructores e instaladores no conocen los *parámetros* base del proyecto, por lo cual no aportarán información adicional, excepto la trascendente como consecuencia de desviaciones en su ejercicio (por ej.: desajustes, límites, etc.).

2.6 OPERACION DE LA PLANTA.

En general, para el desarrollo de todas las tareas del Mantenimiento, (actividades físicas) se requiere del conocimiento del proceso, identificando:

2.6.1 Secuencia del proceso.

En la función del Mantenimiento de la empresa habrán de considerarse tanto las actividades realizadas en forma paralela como las efectuadas en serie.

Las actividades de mantenimiento rutinario o correctivo (imprevistos) en serie afectan a todos y cada uno de los elementos (Equipos) integrantes de la línea.

Tabla 2.6.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

INTEGRACION

- Identificación de los bienes físicos.
- Características del bien:
 - . Parámetros básicos.
- Integración.
 - . Sistemas.
 - . Componentes y/o subensambles.
 - . Partes.
- Programa de actividades.
 - . Tareas.
 - . Materiales.
 - . Partes de repuesto.
 - . Herramienta.
- Procedimientos para el mantenimiento.
 - . Secuencia.
 - . Rendimientos (tiempo estándar).
 - . Herramental.
 - . Ajustes y tolerancias.
- Materiales y partes requeridas para el desarrollo de las tareas.
- Especificaciones de los insumos.
- Personal necesario para su ejecución.
 - . Cantidad.
 - . Categorías.
- Fallas
 - . Análisis.
 - . Pruebas.
 - . Casos de emergencia.
- Controles.
 - . Bitácora.
 - . Historial.
 - . Probabilidad de falla.
 - . Riesgos.
 - . Avisos en caso de falla.
- Normas y reglamentos reguladores.

El proceso en paralelo permite la realización simultánea de actividades de Operación y de Mantenimiento, y afecta solo parcialmente el flujo del proceso, de modo que la capacidad de operación se conserva en un alto porcentaje.

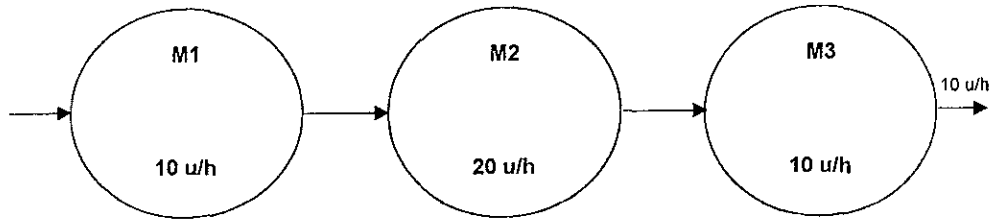
En la figura 2.2 podemos ver tres arreglos diferentes. Si funcionan todas las máquinas en cada uno de ellos, la producción será de 10 unidades por hora. Pero:

- En el caso (1), si una de las tres máquinas se encuentra fuera de servicio, no se producirá nada.
- En el caso (2), la producción será nula si no funcionan las máquinas 1 ó 3, pero este arreglo es más flexible que el (1) porque permite producir las mismas unidades por hora aunque no funcionen cualquiera de las máquinas M2.1 o M2.2.
- El arreglo (3) es el más flexible pues aunque se estén reparando 3 máquinas diferentes, por ejemplo: M1.1, M2.2 y M3.1, la línea sigue produciendo (aunque sea 5 unidades por hora). La desventaja de este arreglo es que es el más costoso de los tres.

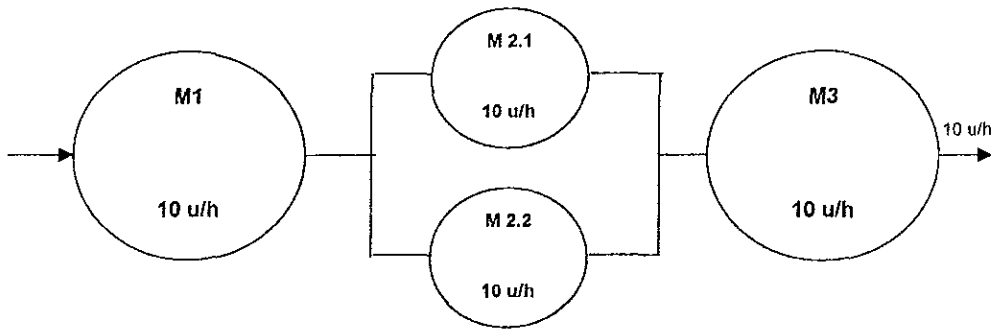
Al área de mantenimiento le conviene que existan respaldos para efectuar los trabajos necesarios sin parar totalmente la línea de producción. Es necesario analizar dónde es conveniente tener los respaldos, pues mientras más flexibilidad se requiera, más dinero habrá que invertir.

2.6.2 Recursos requeridos

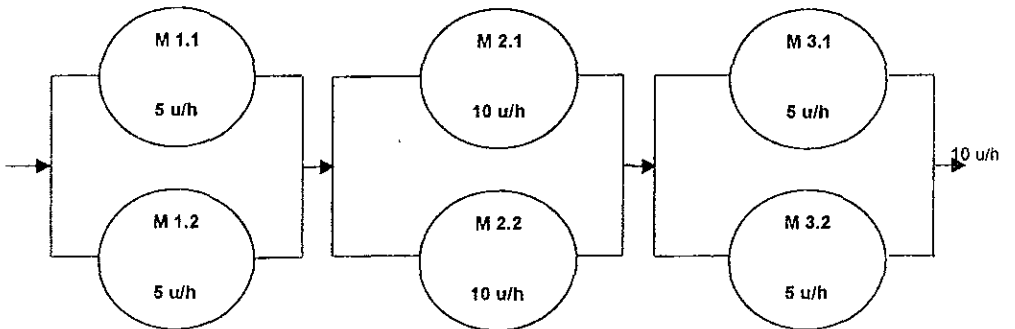
- Manual de Operación. Es indispensable el estudio de Operación de la empresa, la revisión de su Manual y el establecimiento de las bases de su interacción con Mantenimiento, para definir la necesidad de consideraciones especiales que demanden a su vez recursos adicionales en materiales y/o mano de obra.
- Inventario. Determina los requerimientos de materiales que se emplean, en él se deben establecer los niveles mínimo y máximo, la cantidad del pedido, su tiempo de suministro y costo.
- Mano de obra, determinada por especialidad y categoría.



arreglo 1



arreglo 2



arreglo 3

Fig. 2.2

Capítulo 3

ADMINISTRACIÓN

Administración es toda actividad, pública o privada que requiere una organización especial, representada por un elemento directivo que asume la suprema responsabilidad y da impulso a elementos subalternos que deben cumplir las instrucciones. Es decir, es un cerebro que concibe y un brazo que ejecuta.

Especialmente cuando en una actividad cualquiera participa un personal numeroso, la administración supone el principio de distribución del trabajo, la unidad de responsabilidad, el conocimiento de la capacidad individual, la importancia de la función que se realiza y los medios y recursos de que se dispone para ello.

Para el buen éxito es decisivo contar con una administración eficiente. El individuo que está al frente de ella se llama gerente, director o administrador, a quien corresponde seguir cuidadosamente todos los detalles de la entidad, analizar los resultados obtenidos, estudiar y recomendar las innovaciones que sea oportuno introducir y obtener los resultados máximos con el costo mínimo.

La administración de cualquier empresa necesita ciertas regulaciones de orden interno que se adapten a las modalidades de la industria o empresa que se trata de administrar. Entre las diversas formas de administración se practican:

- La organización lineal o militar, en la cual la autoridad va de la cabeza al fondo. El campo de acción individual queda limitado en área, pero ilimitado en responsabilidad dentro de la misma área. El capitán responde solo de su compañía. La disciplina es el eje de este sistema de organización. Si falta el capitán debe remplazarlo el que le sigue en jerarquía.
- La organización funcional, que consiste en dividir la administración de la empresa de acuerdo con las funciones que debe ejecutar. El campo de acción individual es ilimitado en área, pero limitado a una función determinada. La organización funcional permite la especialización y el mejor aprovechamiento del elemento humano.
- La organización divisional, que divide la administración de una empresa en secciones diferentes y coloca al frente de cada una de ellas a un jefe que depende de un administrador o gerente general.

- La organización departamental, que es la indicada para pequeñas empresas donde cada jefe realiza una labor determinada.

La *administración cumple con la finalidad del servicio a las otras actividades para que se realicen los objetivos que demandada el área de mantenimiento dentro de la empresa, estableciendo para esto sus funciones de:*

- **Planeación.**

La planeación de la operación es el resultado de la planeación de la empresa. Por lo tanto, el manteniendo, en su carácter de administrador del mantenimiento, debe conocer la planeación de la empresa como punto de partida para la elaboración de su propia planeación y el *compromiso* es empatarla con la correspondiente a la operación.

Planeación es contestar a la pregunta "¿qué es lo que quieres hacer?"

- **Organización.**

La organización de la operación (producción) consiste en determinar cómo se efectuarán las tareas de mantenimiento, en función de los recursos. Se debe revisar periódicamente la organización propuesta en el Manual y definir, de acuerdo con los directivos de la empresa, su *conservación o modificación*.

- **Programación.**

Determina las tareas de mantenimiento en forma calendarizada, definiendo los recursos humanos y materiales necesarios para el desarrollo de las mismas.

- **Control.**

Establece los procedimientos de monitoreo y *seguimiento de las tareas del Mantenimiento, su evaluación y generación de reportes*. Determina qué tan bien se está haciendo el trabajo. Es decir, la retroalimentación del ejercicio del mantenimiento. Si no se efectúa el control no es posible establecer el grado de efectividad del mantenimiento.

- **Dirección.**

Es la toma de decisiones. Establece el punto fino de mantenimiento. Determina las funciones de máxima jerarquía, los reportes generados y los lineamientos a establecer.

Administración del mantenimiento es la función a nivel ejecutivo responsable de conservar en condiciones adecuadas los bienes físicos de una empresa.

Para cumplir con sus objetivos, la administración del mantenimiento debe:

- Establecer la posición del mantenimiento dentro de la empresa.
- Determinar con claridad y precisión las responsabilidades del mantenimiento (estructura)
- Definir sus funciones.
- Gobernar y/o dirigir adecuadamente el mantenimiento de los bif a través de su control.

La administración tiene como finalidad el servicio a las otras actividades del mantenimiento para que se cumplan los objetivos demandados al área de mantenimiento dentro de la empresa.

Para el desarrollo del mantenimiento se cuenta con los siguientes recursos básicos, que habrá que administrar (fig. 3.1):

- . Materiales: empresa (construcción) y bifs (máquinas)
- . Económicos y financieros: Dinero
- . Humanos: Personal

Es importante contar con la información que se presenta a continuación para conocer cada uno de estos recursos y poder administrarlos correctamente.

3.1 RECURSOS MATERIALES

3.1.1 Recopilación de la información de la empresa.

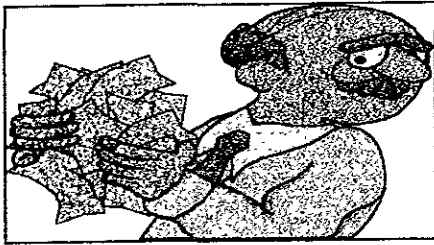
Esta actividad se efectúa con el apoyo del personal de la empresa, recopilando la siguiente información:

- Proyecto de la empresa.

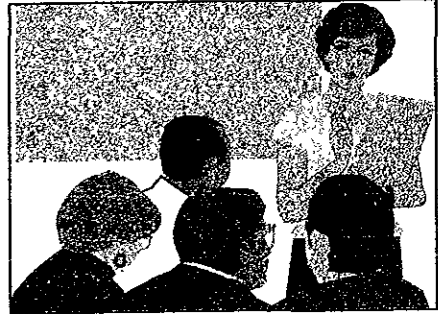
El proyecto de la empresa considera:

- | | |
|-----------------------|----|
| . Memoria de Cálculo | C |
| . Memoria Descriptiva | D |
| . Especificaciones | E |
| . Planos | F |
| . Cantidades de Obra | # |
| . Presupuesto | \$ |

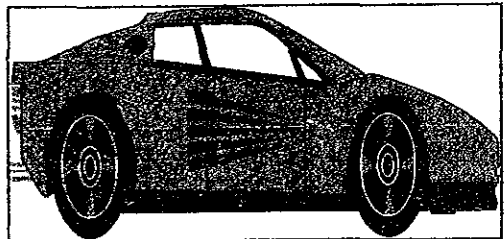
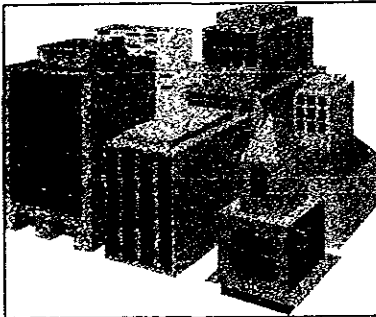
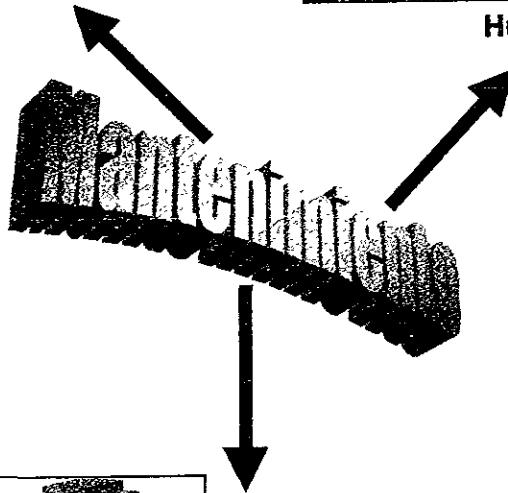
RECURSOS POR ADMINISTRAR



Económicos



Humanos



Materiales

fig. 3.1

Esta información es necesaria para que el departamento de mantenimiento conozca la empresa en la cual va a trabajar. Hay que recordar que no solo las máquinas necesitan mantenimiento, sino también la construcción que las alberga.

– **Manual de operación de la empresa.**

Es indispensable conocer perfectamente la operación de la empresa para entender la importancia, aplicación y funcionamiento de cada una de las máquinas que intervienen en el proceso, así como la relación que hay entre cada una de ellas.

El departamento de mantenimiento debe incrementar este acervo con información adicional que solicite a los proveedores, así como la documentación de propuestas en su Bitácora.

3.1.2 Recopilación de información de los equipos

Es necesario recopilar la mayor información posible sobre los equipos con los que se va a trabajar. Esta información la proporcionan los fabricantes, es valiosa ya que contiene especificaciones sobre el cuidado del equipo y en algunas ocasiones incluye el plan de mantenimiento. Sin embargo, es importante asentar que la información proporcionada por los proveedores para el mantenimiento de los equipos resulta en general pobre y muy subjetiva.

Los documentos recopilados deben formar parte de la Biblioteca de Mantenimiento, registrados con la clave de identificación asignada a los propios Equipos en el Manual de Mantenimiento.

Esta relación debe actualizarse regularmente con la información captada.

Mantenimiento, por lo tanto, deberá enriquecer y objetivizar la Información Técnica, para que sea suficiente, comprensible y referenciada a los Equipos.

El personal de Mantenimiento deberá tener presente la importancia de conocer la información y actualizarla conforme a las siguientes recomendaciones:

- La información técnica de los proveedores y fabricantes de Equipo debe analizarse y complementarse, para optimizar el Sistema de Mantenimiento, mediante:
 - **Análisis.**
Básicamente para objetivizar las actividades (tareas) de Mantenimiento, es decir, cuantificar (establecer numéricamente los datos fundamentales).

- Procedimientos.

Se deberán identificar y resumir aquellos que se estime conveniente tener presentes para el desarrollo del mantenimiento.

Se debe solicitar a los Proveedores detalles y/o fotografías de instalación y montaje.

- Ordenamiento de la información.

Debe ser consistente con la codificación de los Equipos establecida en el Manual de Mantenimiento.

- Validación.

Mediante el estudio de la información proporcionada, analizándola en forma comparativa con los planes de Mantenimiento de otras empresas y entidades (actualmente esto se le denomina benchmarking).

- Jerarquización.

Determina la importancia relativa de los Equipos en el Proceso y Servicios, para enfatizar su "mantenibilidad", por lo cual es indispensable que los mantenedores conozcan esta jerarquización y la actualicen en función de la operatividad de la empresa.

- Referencia.

En el Manual de Mantenimiento se deberán ir enlistando algunas referencias que se consideren necesarias para consulta, incluso del propio Manual de Operación de la empresa, que deberán ampliarse conforme se conozca con mayor detalle el Equipo.

- Complementación de la información técnica.

Deberá tenerse presente la conveniencia de ampliarla en cantidad y/o calidad.

- Faltante de Información.

Cuando se detecten faltantes, deberán ser solicitados a los proveedores y/o fabricantes, para que una vez captados puedan ser revisados los datos, planes de mantenimiento y cualquier otra información a fin de mejorar el propio Manual de Mantenimiento.

3.1.3 Bitácora.

La Bitácora es el documento básico de Mantenimiento, donde deben asentarse los acontecimientos o incidentes anormales dentro de las actividades del proceso de la empresa. Es importante destacar que al generar esta información se pueden obtener resultados comparativos en la repetición de eventos, estableciéndose así, por ejemplo, tanto el tipo de falla como de su solución más viable.

La Bitácora es el libro en el cual se consignan todos los:

. Avisos	A
. Eventos	E
. Instrucciones.	I
. Resumen de Ordenes de trabajo	OT
. Reportes de falla	RF
. Solicitudes de trabajo para Mantenimiento	ST
. Reporte de Tiempo de Operación	TO

No debe considerarse obligatorio escribir información todos los días, pues este libro sólo debe cubrir los aspectos relevantes del desempeño del Mantenimiento y las afectaciones al mismo.

Todo el personal de Mantenimiento debe tener acceso a la Bitácora, cada anotación incluirá invariablemente nombre, firma y fecha.

La Bitácora se debe localizar y guardar en la oficina de Mantenimiento de la Planta, bajo la responsabilidad del Jefe de Mantenimiento y los Supervisores de turno.

En la figura 3.2 se presenta el esquema de las funciones de la Bitácora, su relación con el Sistema Computarizado, el archivo y el Sistema de Mantenimiento Manual. La Bitácora deberá contar con numeración, de preferencia impresa hoja por hoja.

La "apertura" de la Bitácora la realizará el Jefe de Mantenimiento, firmará, indicará fecha y número de la Bitácora que le antecede, relacionando los pendientes por resolver. En forma similar se efectuará el "Cierre".

– Avisos (A)

Frecuentemente es necesario avisar de alguna medida, recordar alguna acción, enfatizar una actividad o comunicación que deba conservarse. Para este caso se debe recurrir a la Bitácora.

Estos avisos deberán tener una numeración progresiva mensual, así el primer aviso en el mes de diciembre sería A1201.

Los avisos resueltos deberán marcarse sobre el número con una paloma y rubricar anotando la fecha de su atención, por ejemplo: A1202

Luis Enrique Guerrero Espinosa

FUNCIONES DE LA BITACORA.

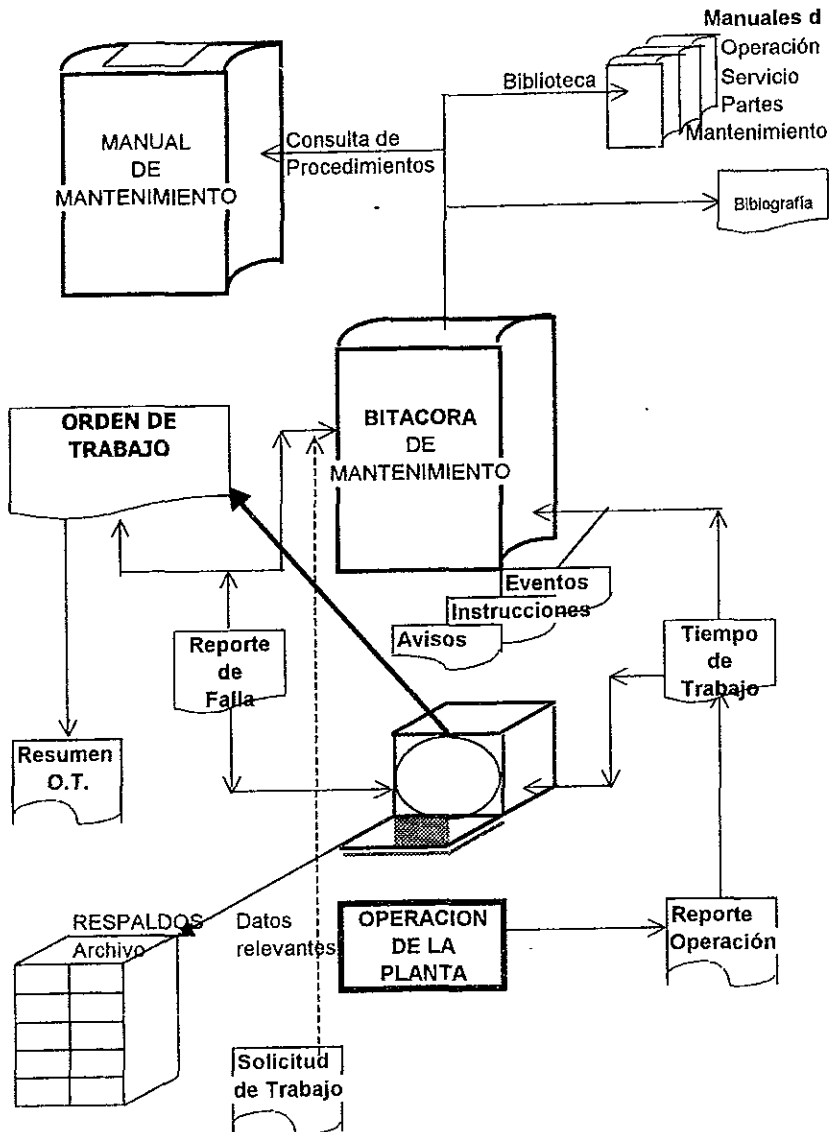


Fig. 3.2

- Eventos (E)

Son aquellos hechos que le representan a la empresa y/o a sus equipos una variación en la Operación normal, identificada por:

- . Operador
- . Mantenedor
- . Cualquier otra persona.

Básicamente se identifican hechos tales como suspensión de la operación de la empresa, equipos o servicios por causas ajenas a Mantenimiento.

En este caso se deberá asentar la causa y/o quien giró la instrucción de suspensión.

El objetivo de esto es delimitar cuales suspensiones son *originadas por causas de mantenimiento*.

Es muy importante asentar estas acciones, que afectan al Mantenimiento ya que modifican la planeación del mismo y alteran el tiempo planeado de operación de los bif, y por lo tanto, la programación de su Mantenimiento.

El memorandum girado para suministros y peticiones de apoyo a los directivos, así como solicitudes en general de importancia se consignarán en la Bitácora.

Se procede para su numeración en forma similar a los Avisos.

- Instrucciones (I)

La bitácora también se empleará cuando se requiera enfatizar, variar o simplemente avisar de alguna instrucción u orden del Jefe a sus subordinados como:

- . Alterar la programación normal de Mantenimiento
- . Modificar prioridades de las tareas.
- . Variar los procedimientos.

Se procede para su numeración en forma similar a los Avisos.

– Resumen de ordenes de trabajo (OR).

En la Bitácora debe vaciarse el resumen por turno del estado de las Ordenes de Trabajo, empleando el formato de la tabla 3.1, con papel carbón (copia) sobre la Bitácora. A continuación se describe el proceso de llenado del formato:

- Número de Identificación (NID): Aplicar codificación.
- Fecha de elaboración del Plan: conforme a normas ISO, es decir año, mes y día; dos dígitos por período.
- Turno. Indicar el turno: 1, 2 ó 3.
- Encargado: Anotar el nombre del Supervisor
- Firma del Supervisor.
- Identificación de las Ordenes de Trabajo abiertas durante el turno.
- Proceso (P): Ordenes de Trabajo que se encuentran en proceso al término del turno.
 - Ordenes de Trabajo en proceso que se reciben del turno anterior al inicio del nuevo turno.
 - Ordenes de Trabajo en proceso que se entregan al turno siguiente al inicio del turno.
- Espera (E): Ordenes de trabajo que se encuentran en "Espera" de recursos humanos (H) o Materiales (M), donde se indicarán sus cantidades y/o las solicitudes correspondientes para cubrir esta demanda no satisfecha.
- Rezago (R): Ordenes de trabajo que se encuentran en "Rezago" por falta de recursos humanos (H) o Materiales (M), donde se indicarán sus cantidades y/o las solicitudes correspondientes para recuperar el programa.
- Total: Suma de las OT en Proceso, Espera y Rezago (PER).
- Observaciones: Anotar si se tiene alguna observación especial que deba considerarse en la ejecución de la OT, o bien la explicación de su estado (status).
- Total: Suma resumen de los valores de la columna. Se debe totalizar por turno semanalmente.
- Observaciones: Anotar observaciones que deban considerarse en el siguiente turno, así como propuestas para recuperar la programación original.

– Fallas (RF).

Cuando se presente una falla en el Equipo, el personal de Mantenimiento deberá asentar en la Bitácora la información que se estime necesaria para su clara apreciación:

- Número de Identificación (NID): Aplicar codificación.
- Fecha de elaboración del Reporte: conforme a normas ISO, es decir año, mes y día; dos dígitos por período.
- Hora: Anotar la hora en la que se efectúa la entrega a la Supervisión de Mantenimiento del Reporte de la Falla.
- NP Número Progresivo de la RF: Indicar el número con 4 dígitos, 2 para el mes (ej.: 12 01 enero), 2 para el número progresivo.
- Especialidad: Indicar la especialidad probable del origen de la falla.
- Prioridad: Indicar la prioridad que se estima representa la falla, conforme al siguiente criterio:
 - 1 Urgente (peligro para los trabajadores y/o la Planta)
 - 2 Inmediata (afecta al BIF, pudiendo ocasionar fallas mayores)
 - 3 Crítica (afecta la producción y/u operación).
 - 4 Fuera de operación del BIF.
- Encargado: Anotar el nombre del Supervisor
- Firma del Supervisor.
- BIF: Nombre genérico del bif a cuyo Plan corresponde.
- Parte: Identificación de los elementos necesarios para el Mantenimiento del bif, conforme a:
 - Equipo completo, Sistemas, Componentes o Partes principales del bif.
- Fecha probable de terminación: Compromiso de terminación de la tarea.

		Sistema de Mantenimiento					NP	
Fecha:	TURNO	REPORTE DE ORDENES DE TRABAJO					Reporta:	
						Firma		
#	ABIERTAS	EN PROCESO	ESPERA	REZAGO	TOTAL	Observ.		
R								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
T								
E								
S								
OBSERVACIONES:								

Tabla 3.1

↑ FORMATO

EJEMPLO ↓

		Sistema de Mantenimiento					NP	
Fecha:	TURNO	REPORTE DE ORDENES DE TRABAJO					Reporta:	
						Firma		
#	ABIERTAS	EN PROCESO	ESPERA	REZAGO	TOTAL	Observ.		
R	6	7	8	9	10	11	12	13
1								
2	Ejemplo →		4	5		10	19	
3	PTR2					No se trabajó	1	
4	RE3						1	
5	RH41					No se trabajó	1	
6	PVM1						1	Faltante de
7	PVW11				m		1	material
8	PLT3							Faltante de:
9	PSM2				o		1	obra
10	RB4							
T	-8	+2	+2		+2		-2	
E	-2	-1	-4		-3		-10	
S	14	5	3		9		17	
OBSERVACIONES:								15
R = Recibidas				Se realizaron 10				
E = Entregadas en el turno				Se trabajaron 3 de 10 en Rezago				
T = Generadas para el turno				Se terminaron 4 de 5 en Espera				
S = Subtotal				Se concluyó 1 en Proceso				

- . Descripción de la falla. Acciones por ejecutarse, indicando en forma estimada:
 - Tareas
 - Recursos humanos
 - Recursos materiales
 - Observaciones de:
 - Procedimientos.
 - Secuencias
 - Precauciones
 - Riesgos
 - Servicio postreparación.
- . Origen probable de la falla: Indicar la causa probable que dio origen a la falla.
- . Responsable: Marcar el posible responsable de la falla.
- . Propuesta de solución de la falla.
 - Desarrollo durante la ejecución del trabajo.
 - Indicar las variaciones particulares respecto a los recursos empleados, procedimientos y/o secuencias.
- . Tareas (actividades físicas) estimadas por realizarse. Se clasifican en:
 - S - Servicio
 - I - Inspección
 - C - Cambio
 - R - Reparación
- . Recursos humanos: Estimar la mano de obra requerida.
- . Recursos materiales: Plantear los posibles recursos a emplear.
- . Recomendaciones: Como consecuencia de la reparación de la falla se espera que Mantenimiento pueda efectuar:
 - Modificaciones, si las hubiera, a la Operación normal del Equipo.
 - Comentarios de mejora (Mantenimiento de Mejora) al bíf, para evitar se repita la falla.

– Solicitud para trabajos de mantenimiento (ST).

Las solicitudes de trabajo para Mantenimiento (ST) deben registrarse en la Bitácora, mediante papel carbón, con los datos que escribirá en el reverso de la solicitud el personal de Mantenimiento al recibirla.

Normalmente estas solicitudes se generan en otras áreas (Operación básicamente).

Estos formatos deben estar disponibles en Mantenimiento cuando sean solicitados.

Aquellos trabajos que Mantenimiento considere no proceden por fallas imputables a su desarrollo deberán ser autorizados por los directivos del área solicitante, ya que en esos casos los cargos correspondientes al trabajo serán contra sus partidas.

Las anotaciones hechas por Mantenimiento deberán asentarse con papel carbón (copia) directamente sobre la Bitácora.

– Reporte de tiempo de operación (TO).

En la tabla 3.2 se presenta el formato del Reporte de Tiempo de Operación (TO) en el cual se indica el tiempo real de funcionamiento de los Equipos y la Planta en general.

Este Reporte es fundamental para el Control del Mantenimiento.

3.1.4 Biblioteca.

El personal de Mantenimiento debe contar con una Biblioteca, en la cual básicamente se tenga la información de arranque, descrita anteriormente, el Manual de Mantenimiento de la empresa y los manuales de Mantenimiento de los bifs.

La nomenclatura para los documentos en Biblioteca será la misma empleada en las codificaciones de los propios bifs.

3.2 RECURSOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

3.2.1 Análisis de costos de mantenimiento.

El análisis y el control de los costos en mantenimiento es de importancia fundamental para el conocimiento del comportamiento de los bif.

Es importante recordar que el elemento de mayor sensibilización y convencimiento para los directivos de la empresa es el dinero.

Una retroalimentación básica de la forma de operar un bien físico es la información del costo que representa el mantenimiento aplicado (CRM). El costo real de mantenimiento (CRM) debe compararse con el costo esperado de mantenimiento (CEM).

El personal de mantenimiento determina el CEM para el nivel de servicio (NS) deseado, en función de la operación (OP) del bien físico y la cantidad de mantenimiento asignado (#M). Es decir:

$$NS = f(OP, \#M)$$

El análisis de los CEM y CRM permite definir:

- Calidad del bien físico
- Forma de operar el bien.
- Efectividad del mantenimiento.
 - Calificación del personal (categoría, capacidad, número)
 - Sistema de mantenimiento (oportunidad)
 - Respaldo del fabricante (servicio, refacciones)
 - Recursos aplicados (equipos, herramientas, procedimientos)

De esta forma se califican, a través de los costos, a las áreas de:

- Adquisiciones.
- Operación.
- Mantenimiento.

Adicionalmente, el análisis de los costos permite determinar el presupuesto del mantenimiento en forma precisa.

3.2.2 Contabilidad de costos.

Para conocer los costos en que se incurre en el desarrollo de una actividad, se requiere de un sistema contable que permita obtener esta información de manera veraz y oportuna.

Esto se logra mediante un sistema de contabilidad de costos, que los clasifica conforme a un catálogo de cuentas previamente determinado.

Mantenimiento deberá catalogar los costos por partidas identificadas por él mismo y así obtendrá directamente la información de los costos de mantenimiento ya clasificados. De esta forma Mantenimiento podrá conocer, conforme a sus necesidades, los costos que le han representado los bif, las tareas efectuadas, los recursos empleados u otra información que se estime relevante.

Debe buscarse una identificación clara y precisa entre las áreas de mantenimiento y contabilidad para este Sistema de Costos. De no ser posible una clasificación común, habrá que establecer una adecuada relación que satisfaga ambas necesidades, contables y de mantenimiento.

Para obtener el máximo provecho del conocimiento de los costos y su fácil análisis es indispensable:

- Codificar los costos (catálogo de cuentas).
Esta codificación permitirá que se identifiquen los costos de mantenimiento para todos los parámetros enlistados en la tabla 3.3.
- Establecer los procedimientos de captura.

3.2.3 Nivel de mantenimiento

En cada empresa deberá efectuarse un análisis de sensibilidad, que parta de los valores actuales y los esperados, para conocer las expectativas.

Es importante reconocer que las diferencias de costos entre un mantenimiento utópico y uno ideal, o entre uno superior y uno normal, no son substanciales, por lo cual debe justificarse la inversión adicional que representa subir el nivel de mantenimiento para obtener este diferencial de costos y estar conscientes del riesgo que representa la inversión según:

Tabla 3.3.

ANÁLISIS DE COSTOS.

BASES DE CODIFICACIÓN.

- Tipos de mantenimiento:	
. Correctivo	MC
. Preventivo	MP
- Aplicación de los costos	
. Mano de obra	MO
. Materiales	MA
. Equipo	EQ
Tiempo de desarrollo:	
. Normal	N
. Extra	X
- Ejecución:	
. Interna	I
. Externa	E
- Tipo de costo:	
. Directo	D
. Indirecto	Y
- Tipo de bien:	
. Producción	P
. General	G
- Tareas:	
. Cambio	C
. Reparación	R
. Servicio	S
. Inspección	I
. Modificación	M

- Tiempo de desarrollo.

Se obtendrán resultados después de cierto tiempo, que variarán de empresa a empresa, según su personal directivo y la inversión que se realice en su implantación. Implantar un sistema requiere de un mínimo de 6 meses y su comprensión probablemente hasta un año.

Se requiere:

- Inversión para conocer e implantar el sistema.
- Consistencia para conservar el sistema, a través de las medidas de ajuste que lo conformaron.

Es preferible manejar bien un sistema regular, que el mal manejo de un sistema excelente.

- Mantenimiento del sistema, base de su resultado

Es necesario que la empresa y los directivos revisen la implantación, conservación y mantenimiento del sistema, pues por malos hábitos, decidia, incompetencia e ignorancia puede deformarse o aplicarse mal. Por otra parte, la revisión del sistema permite ajustarlo y mejorarlo.

- Participación del personal respetando el sistema como una ayuda e involucramiento.

La empresa debe saber que el personal puede alterar la información de entrada al sistema para obtener beneficios particulares. Se pueden establecer datos cruzados y candados, pero es preferible eliminar al personal fraudulento.

3.2.4 Análisis de resultados

Una vez determinado el nivel de mantenimiento por aplicar en la empresa, su cobertura y la problemática de aplicación, es necesario efectuar un análisis de los resultados esperados y establecer el procedimiento de control y ajustes al respecto.

3.2.5 Remuneración.

El desarrollo del mantenimiento se realiza con participación de mano de obra directa, del personal administrativo y del directivo correspondiente, que deberán recibir una remuneración justa con base en:

- Remuneraciones iguales a trabajos iguales.
- Correspondencia jerárquica con otras actividades de trabajo.
- Relación con las escalas de remuneración en la localidad.

Para definir la remuneración justa es necesario establecer los componentes de ésta, determinados por acuerdos oficiales, empresariales, sindicales y/o personales.

La remuneración del trabajo puede estar integrada por:

- Pago en dinero.
 - . Mensual y efectivo (incluye pagos distribuidos en el mes).
 - . Anual (gratificaciones, aguinaldos, bonificaciones, cajas de ahorro).
- Pago en bienes de consumo.
 - . Despensas.
 - Directas
 - Bonos
 - . Material escolar
 - . Ropa y vestido.
- Prestaciones.
 - . Uso de automóvil.
 - . Viajes
 - . Estudios.
 - . Seguro de viaje y de vida.

El pago en efectivo es de gran importancia en los niveles inferiores de sueldos, donde difícilmente se aprecian las percepciones por pagos indirectos y prestaciones, por lo cual su valor resulta elemento básico de comparación y definición de categorías y niveles de sueldos. En los niveles superiores se prefieren normalmente las percepciones indirectas por reducir el alto impacto de los impuestos en los sueldos elevados.

El personal de mantenimiento suele trabajar en circunstancias adversas, condiciones ambientales inconvenientes, presión de tiempo y recursos escasos.

La Ley Federal del trabajo no prevé estas condiciones y supuestamente protege al trabajador para no incurrir en los excesos de la empresa para satisfacer un requerimiento imperioso de mantenimiento. Ante esta situación, el personal de mantenimiento debería percibir salarios muy por arriba de los tabuladores¹ normales, sin control de tiempo y gastos libres, acordes con una alta responsabilidad. Estas condiciones no están acorde actualmente con las características del personal de mantenimiento en México y el entendimiento de los empresarios de la importancia del mantenimiento.

Otra alternativa para resolver esta problemática, es contar con un responsable de mantenimiento en la empresa, con un alto nivel ético, profesional y de liderazgo, dispuesto a luchar para obtener prestaciones especiales para su personal y defenderlas ante los embates legalistas de los administradores ajenos al departamento de mantenimiento.

Como conclusión de lo presentado se recomienda para el personal de mantenimiento:

- Revisión de la remuneración básica, incrementándola.
- Selección adecuada del personal, limitándose a personal de alta calidad moral, ética y liderazgo probado, para obtener:
 - Disponibilidad.
 - Inteligencia.
 - Responsabilidad.
 - Respaldo incondicional de la empresa.
- Incentivos por resultados.

Con base en lo anterior es necesario ubicar al personal de mantenimiento dentro de la estructura organizacional de la empresa, determinando sus categorías referidas a la organización general de la empresa.

¹ Para el empresario el tabulador es la estratificación y medida de su personal que permite un ordenamiento simple.

Frecuentemente es requisito para las empresas, por parte del sindicato, integrar un tabulador de sueldos que identifique las categorías, puestos y salarios.

3.2.6 Análisis de costos de los bif.

El análisis de costos del bif, necesario para mantenimiento, se enfoca en conocer su precio real, las utilidades del fabricante y comerciante, así como los sobrepuestos que se pudieran presentar por la situación particular del mercado (especulación).

Resulta fundamental realizar un análisis de costos para la elaboración de los presupuestos, los programas de inversión y el desarrollo del mantenimiento de la empresa. El resultado de este análisis permite conocer:

- Estructuración del precio y posibles cambios con base en las variaciones del mercado (matriz insumo – producto).
- Confiabilidad del proveedor o contratista, al ofertar a precios justos que no afecten su estabilidad.
- Utilidad del productor en función de la competencia (mercado) y la forma de compra.

Este análisis tiene mayor importancia cuando se trata de una empresa industrial, en la que su producción en grandes volúmenes requiere un análisis de costos más preciso y confiable, que evite incremento en los pagos; también en la industria el retraso en la entrega puede representar sobrecostos muy importantes por tiempos muertos.

En los análisis de costos de mano de obra (tabla 3.4) se deberán tomar en cuenta parámetros base como:

- Especificaciones:
Cumplimiento de las especificaciones, básicamente de construcción, en función de la capacidad real y potencial de los habitantes de la zona inmediata y próxima.
De esta forma se puede establecer la capacidad para satisfacer la calidad requerida.
- Oferta de la mano de obra (mercado).
Para llevar a cabo este estudio hay que conocer:
 - Disponibilidad de la mano de obra, tanto normal como especializada.
 - Salarios que rigen en el lugar y en las zonas de posible afluencia (salario mínimo y de las diferentes especialidades).
 - Establecimiento, tanto en los sitios de suministro como en el lugar donde se trabaja, de la mejor oferta entre los destajistas y/o contratistas de probable solvencia.
 - Determinación de los rendimientos reales, obtenidos en trabajos locales, para poder efectuar los ajustes de costo; esto es indispensable en trabajos por destajo.

- Estacionalidad: Afectación a causa de actividades locales, tales como siembra, cosecha, pesca, etc.
- Prestaciones.
Es necesario investigar las prestaciones convenientes que la empresa deberá brindar al trabajador, así como las impuestas por factores imperantes en la zona por condiciones físicas (clima, ubicación), sindicales y/o políticas.
- Situación política.

3.2.7 Investigación del mercado.

- Precios.

El personal de mantenimiento debe procurar obtener los mejores precios en el mercado, para lo cual se requiere de información.

Esta información debe mantenerse actualizada, investigando equivalentes, cambios y modificaciones disponibles; el conocer la situación del proveedor es básico, ya que un proveedor tradicionalmente confiable puede dejar de serlo por cambio de dueño, retiro del mercado, quiebra, etc.

Se recomienda para esta investigación desarrollarla en base a los pasos indicados en la tabla 3.5.

- Padrón de proveedores.

Como resultado de la investigación del mercado se debe integrar un registro de los posibles proveedores de los bienes requeridos por la empresa.

El padrón debe contener la información completa del proveedor, que permita definir su confiabilidad técnica y solvencia económica, para poder calificarlo y clasificarlo.

Este padrón deberá actualizarse regularmente, anotando las características de los trabajos efectuados que pudieran afectar su calificación.

3.3 RECURSOS HUMANOS.

3.3.1 Relaciones humanas.

Es importante enfatizar al trabajador que el tiempo que pasa en su trabajo representa aproximadamente el 25% de su vida, por lo cual debe procurar tener buenas relaciones, estar a gusto, trabajar contento y motivado, de otra forma está echando a perder parte importante de su vida. La empresa para la cual trabaja debe propiciar estas condiciones, ya que un trabajador contento y motivado es mucho más eficiente y productivo.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

Tabla 3.4

ANÁLISIS DE LA MANO DE OBRA

- Especificaciones constructivas (calidad).
 - . Oferta de la mano de obra (mercado)
 - . Disponibilidad.
 - . Salarios.
 - . Establecimiento de destajistas y contratistas.
 - . Rendimientos reales.
 - . Estacionalidad.
- Prestaciones.
 - . Transportación del personal.
 - . Alimentación y hospedaje.
 - . Prestaciones locales.
 - . Prestaciones sindicales.
 - . Sobresueldos en sustitución del salario nominal, por imposibilidad de otorgar alguna condición.
 - . Capacitación.
- Situación política.
 - . Sindicalismo
 - . Liderazgos
 - . Cacicazgos.

Tabla 3.5

INVESTIGACIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO.

- **Ubicación** de los comercios y fábricas, factibles de suministrar a la empresa.
- **Determinación de la mejor oferta**, en los lugares de abastecimiento y de consumo, obtenida mediante cotizaciones y/o concurso. Deben incluirse únicamente proveedores confiables con materiales de igual calidad.
- **Aranceles** publicados por las Cámaras y Colegios.
- **Análisis de precios unitarios.**
 - Publicaciones regladas de catálogos de precios unitarios de algunas dependencias oficiales y entidades, así como empresas privadas, considerando:
 - . Mano de obra y sus rendimientos, base de cálculo.
 - . Relación de suministro en forma unitaria y referidos a catálogos, listas de precios y descuentos, de acuerdo con los volúmenes de adquisición.

Las buenas relaciones humanas producen a su vez efectos y resultados, proporcionando un eficiente logro de los objetivos y la integración y desarrollo de los individuos en sociedad.

Deben conocerse las relaciones humanas con los diferentes niveles de contacto (colaboradores, superiores, supervisores, compañeros del mismo nivel y personal de otras áreas), ya que es diferente el trato con un subordinado que con un supervisor. Sin embargo, todos estos contactos tienen un común denominador, son relaciones entre personas (seres humanos) con similitudes y diferencias.

Los principios generales (orientaciones) que ayudan al logro de buenas relaciones humanas en el trabajo se indican en la tabla 3.6. Su aplicación exige criterio y el uso de una mentalidad abierta y flexible que se adapte a circunstancias cambiantes y complejas.

3.3.2 Necesidades del trabajador.

Entre los factores más importantes que determinan la conducta del trabajador son los listados en la tabla 3.7.

El comportamiento humano en cualquier situación, tiene un ciclo que se puede explicar así:

La persona recibe un **estímulo** (causa) que le provoca una necesidad. Esta **necesidad** origina un estado de desequilibrio al individuo, que da como resultado una **conducta** o comportamiento dirigido hacia la obtención de la meta (**satisfactor**).

Si se logra o no la meta deseada, el estímulo (causa) será afectado y éste inicia nuevamente el proceso con las mismas o diferentes necesidades.

La conducta humana se efectúa en función de necesidades y de satisfactores.

Por lo tanto, el trabajador trata de satisfacer ciertas necesidades en su vida dentro de la empresa. En la medida en que logre sus metas, el trabajador estará satisfecho o insatisfecho (frustrado) y de esta satisfacción o insatisfacción dependerá, en gran parte, su integración a la empresa, eficiencia, colaboración, desarrollo personal y su entrega.

El individuo que colabora en una empresa, busca satisfacer sus necesidades a través de diferentes medios (tabla 3.8), entre los que destacan:

- Dinero
- Herramientas.
- Conocimientos.

Cuando el personal de la empresa satisface sus necesidades, se adapta positivamente a su ambiente de trabajo y:

- Produce con mayor eficiencia.
- Colabora con mayor entusiasmo e interés.
- Logra un constante desarrollo individual y profesional.

Cuando el personal no satisface sus necesidades en la empresa, sobreviene la frustración (resultado de la insatisfacción), que produce inadaptabilidad y agresividad, que origina las situaciones enlistadas en la tabla 3.9.

Cuando las relaciones humanas son satisfactorias se obtienen beneficios, entre los cuales se tienen los indicados en la tabla 3.10.

3.3.3 Liderazgo.

El líder es el representante del trabajador ante la empresa a través del cual identifican sus necesidades y solicitan los satisfactores correspondientes. Se pierde el liderazgo si no son satisfechas las necesidades.

Un líder verdadero es aquel que logra conciliar los intereses de ambos, empresa y trabajador, incrementando la productividad. La presencia de líderes en toda la estructura a diferentes niveles permite una mejor comprensión de ellos.

Conforme el nivel de madurez de los subordinados continúe aumentando en términos de realizar eficazmente una tarea específica, el líder empieza a reducir el comportamiento hacia una tarea y aumentar el comportamiento en la relación. La madurez puede ser definida como la capacidad de establecer metas altas alcanzables (motivación de logro), la buena voluntad y habilidad para adquirir responsabilidades y educación y/o experiencia individual o en grupo.

Esta variable sobre madurez debe tomarse en cuenta solamente ante una tarea específica a realizar, ya que no se puede decir que un individuo es maduro o inmaduro en un sentido absoluto.

Cuando los subordinados pueden establecer sus propias metas y reforzamientos, no se necesita por parte del líder un gran apoyo socio – emocional. La gente en este nivel de madurez ve una reducción en la supervisión y un aumento en la delegación de responsabilidades por parte del líder.

Tabla 3.7

FACTORES DE LA CONDUCTA DEL TRABAJADOR.

- Personalidad del individuo.
- Diferencias individuales (sexo, edad, escolaridad, etc.)
- Factores familiares.

- Antecedentes laborales.
- Experiencias previas.
- Tipo de trabajo que desempeña.
- Tipo de supervisión.
- Fuerza del grupo de trabajo.
- Políticas de la empresa.
- Condiciones físicas del lugar de trabajo.

Tabla 3.8.

MEDIOS PARA SATISFACER LAS NECESIDADES.

- Salario y prestaciones (fisiológicas y de seguridad).
- Prestigio y ser miembro de los grupos de trabajo (afiliación).
- Aprecio y reconocimiento de sus superiores y compañeros (estima).
- *Auto realización al desempeñar su trabajo.*
 Esto siempre y cuando el individuo esté bien ubicado en su puesto, de acuerdo con su personalidad, intereses, conocimientos y habilidades.

Tabla 3.9

RESULTADOS DE LA FRUSTRACIÓN

- Apatía en el personal.
- Accidentes de trabajo.
- Alto índice de:
 - Ausentismo.
 - Rotación
- Baja productividad.
- Conflictos.
- Quejas.
- Tortuguismo.

Los diferentes tipos de liderazgo se pueden definir como:

- Alta tarea / baja relación, comportamiento de líder.
Se define como "mandar u ordenar" porque este estilo se caracteriza por informar exclusivamente (comunicación en un solo sentido) en donde el líder define el rol de subordinación y les dice qué, cómo, cuándo y dónde desempeñar sus tareas.
- Alta tarea / alta relación en el comportamiento.
Se define como "vender" el trabajo, debido a que en este estilo la mayoría de las instrucciones son dadas por el líder, el cual intenta a través de una comunicación (en dos sentidos) y con un apoyo socio – emocional, apoderarse psicológicamente de los subordinados para que compren decisiones que deben tomarse.
- Alta relación / baja tarea en el comportamiento.
Se le define como "participando", porque en este estilo el líder y los participantes comparten la toma de decisiones a través de una comunicación en dos sentidos y el líder facilita mucho el comportamiento, ya que el subordinado tiene la habilidad y conocimiento para hacer la tarea.
- Baja relación / baja tarea en el comportamiento.
Se define como "delegando", porque en este estilo de liderazgo se deja a los subordinados manejar su propio trabajo. El líder delega responsabilidad, ya que el subordinado tiene una alta madurez, teniendo la capacidad de tomar responsabilidades en el manejo de su propio comportamiento.

La Teoría Situacional de Liderazgo muestra que:

- El trabajar con gente que tiene una baja madurez en términos de realizar una tarea específica, alta tarea / baja relación tiene la más alta probabilidad de éxito.
- En aquellas personas que tienen una madurez de baja a moderada, una estructura moderado y un estilo socio – emocional aparecen como las más apropiadas.
- Trabajando con gente que va de una madurez moderada a una alta madurez, un estilo de alta relación y baja tarea tiene las más altas probabilidades de éxito.
- Una baja relación y baja tarea tiene altas probabilidades de éxito trabajando con gente con una alta tarea y madurez relevante.

Tabla 3.10

BENEFICIOS DE RELACIONES SATISFACTORIAS.

- Mayor eficiencia en el trabajo.
- Reducción de desperdicios.
- Ahorro de tiempo.
- Mayor satisfacción del personal.
- Mayor integración del personal.
- Mejor ambiente de trabajo.
- Mayor grado de desarrollo personal.
- Reducción de problemas humanos.

Para obtener el comportamiento deseado, el líder debe recompensar lo más rápido posible la muestra del comportamiento apropiado y continuar este proceso conforme el comportamiento del individuo se acerca más y más a las expectativas del líder. Este es un concepto de modificación del comportamiento.

El líder tendrá que comportarse diferente con cada subordinado, ya que está en diferentes niveles de madurez.

3.3.4 Liderazgo en mantenimiento.

El responsable de mantenimiento debe contar con su personal para realizar el trabajo que se requiera a cualquier hora, bajo cualquier condición y con los elementos disponibles. Para poder cumplir con estos trabajos debe ser un verdadero líder.

Un líder es el medio en el cual los subordinados ven sus expectativas de satisfacer sus necesidades y que si éste no las satisface perderá su liderazgo. De aquí que el líder debe conocer sus capacidades, apoyos de la empresa (formales e informales), recursos disponibles y dosificarlos a sus subordinados a través de los medios formales de la empresa y en ocasiones por vía informal.

Por ejemplo, el pago de trabajos extras debería ser remunerado como horas extras de manera formal. Cuando hay restricciones para este tipo de pagos, pero hubo necesidad de efectuar trabajos extraordinarios, el líder deberá pagarlos informalmente a través de concesiones (préstamo de herramientas, alteraciones en el horario de trabajo u otros).

3.4 CONTROL DE ACTIVIDADES.

Una vez que el administrador del mantenimiento conoce los equipos y los recursos con que cuenta para realizar su trabajo, necesita diseñar un método para programar las actividades y emitir las órdenes de trabajo rápidamente cuando sea necesario. Puede optar por cualquiera de las dos opciones que se presentan a continuación:

3.4.1 Sistema computarizado.

Mantenimiento ha mostrado tradicionalmente una escasa evolución dentro de las empresas y la mayor parte de los planes de modernización y sistematización han buscado la integración a procesos de información "administrativa" o de costos exclusivamente.

Actualmente la necesidad de ser competitivos obliga a adaptarse a nuevas necesidades y exigencias; aseguramiento de calidad se integra con producción y mantenimiento debe evolucionar.

El proceso de toma de decisiones en mantenimiento hace necesario el manejo de gran cantidad de información que permita conocer el estado de los trabajos, evaluar el funcionamiento de los equipos y costear los procesos; pudiendo así fijar objetivos.

Una de las principales fallas que se presenta en la gestión del mantenimiento es la manipulación de esta información por medio de métodos manuales e inefectivos, exigiendo grandes esfuerzos en su búsqueda, clasificación y almacenamiento. Por esto es conveniente usar un programa de cómputo para manipular la información. Existen gran variedad de programas en el mercado, de diferente precio y capacidad, pero en general tienen las siguientes características:

- Agilidad en la gestión de órdenes de trabajo.
- Facilidad para la ubicación de fallas repetitivas.
- Optimización del consumo de piezas y partes.
- Racionalización de almacenes.
- Análisis de la rentabilidad de la inversión en *Mantenimiento*.
- Historia técnica y económica estructurada.
- Diagnóstico de averías, síntomas y causas.
- Sistematización de los procedimientos.
- Estandarización y normalización de tareas.

3.4.2 Sistema manual

Manejar un programa de cómputo para la administración del mantenimiento idealmente representa muchas ventajas, pero en realidad es muy difícil implementar completamente un sistema de este tipo en una empresa. Esto es debido a que muchas veces el personal se resiste al cambio y si ha manejado un sistema manual durante toda su vida, es muy difícil convencerlo para que cambie. Además, a muchas personas, sobre todo de edad avanzada, no les gusta y no saben manejar una computadora.

Se han dado varios casos de empresas que invierten mucho dinero en la compra de un programa de cómputo y nunca llegan a implementarlo, por las razones que se mencionaron anteriormente. Por eso muchas empresas optan por llevar un sistema manual, el cual se describe a continuación:

En el caso de mantenimiento preventivo, el primer paso es hacer fichas, una para cada equipo, en las cuales aparezcan las actividades que hay que hacer para mantener en buen estado al equipo y la frecuencia (planes de mantenimiento). Estas tarjetas se colocan en ficheros, se recomienda tener un fichero por mes. Cada fichero tiene divisiones, que son los días del mes. Así, después de realizar una actividad de mantenimiento, se lee la frecuencia en la ficha y se pone ésta en el tarjetero en el día correspondiente al próximo trabajo para esa máquina.

De esta forma, al inicio de cada día, el jefe de mantenimiento revisa el fichero, sabe las actividades que hay que hacer y emite las órdenes de trabajo correspondientes. Si cuenta con el personal y el equipo necesario para todas las actividades programadas, las manda a hacer, si no retrasa los trabajos menos urgentes para otro día.

En caso de mantenimiento correctivo, al presentarse una falla, se manda inmediatamente a un grupo de trabajadores a arreglarla, no da tiempo de que la secretaria escriba una orden de trabajo.

Capítulo 4

MANUAL

El Manual de Mantenimiento es resultado objetivo del Sistema, ya que en él se asienta su esencia. Se le denomina Maestro, porque a partir de él se derivan manuales particulares para la aplicación de las tareas de mantenimiento.

En este documento se tiene:

- Metodología.
- Procedimientos principales.
- Documentación básica.
- Biblioteca.
- Criterios de selección de:
 - . Proveedores
 - . Talleres externos
 - . Contratistas
- Bases para inventarios.
- Estimación de costos del Mantenimiento.
- Implantación

Es importante enfatizar que el Manual de Mantenimiento establece los lineamientos a seguir en función del desarrollo de la Operación de la empresa, pero que es perfectible y por lo tanto deberá ser dinámico para que el Sistema siga enriqueciéndose según:

- Se cree la estadística.
- Se obtenga mayor experiencia real y particular de la empresa,
- Se trace la curva de aprendizaje del personal de Operación y de Mantenimiento.

Todo equipo que la empresa decida alquilar o determine asignar a Mantenimiento Externo no se incluye en el Manual.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

Tabla 4.1

PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO CON BANDAS

TORRE DE ENFRIAMIENTO CON BANDAS.

- Apretar tornillería (1 año)
- Limpiar e inspeccionar (3 meses)
- Suavizar y clorar el agua (1 semana): Para evitar algas o minimizarlas, agregue un poco de cloro, sulfato de cobre, permanganato de potasio u otros productos químicos al agua de circulación .
Las incrustaciones se pueden reducir o evitar si se suaviza el agua de adición con cal y sosa cáustica, zeliote o alguno de los diversos fosfatos.

Estanque receptor.

- Limpieza interior (3 meses).
- Válvula flotador.
 - Revisión y limpieza (6 meses).

Ventilador.

- Motor.
 - Limpieza y evaluación general (3 meses):
 - ⇒ Limpiar con aire comprimido y seco.
 - ⇒ Revisar que no exista humedad.
 - ⇒ Evaluar la temperatura, ruido y vibración.
 - ⇒ Medir amperaje y voltaje.
 - ⇒ Revisar anclaje y montaje.
 - ⇒ Revisar cables y conexiones en general.
 - Mantenimiento mayor (2 años):
 - ⇒ Quite el motor y haga una limpieza interior utilizando solvente dieléctrico
 - ⇒ Haga una inspección general de todos los elementos.
 - ⇒ Cambio de baleros del motor si es necesario.
 - ⇒ Revisar el estado físico de la carcasa, tapas y cables del motor.

- Bandas y poleas.
 - Revisión general (3 meses).

- Aspas y carcasa.
 - Limpiar, evaluar y reapretar (3 meses).

Sistema de distribución.

- Motobomba.
 - Bomba.
 - Filtros de succión.
 - Motor.
 - Cojinetes.
 - Acoplamiento.
- Boquillas.
- Red de tuberías.
 - Válvulas

4.1. DESPIECE.

Consiste en desglosar las partes del equipo por niveles. El primer nivel corresponde al equipo completo. Un segundo nivel presenta las partes principales del equipo. En un tercer nivel se pueden definir las subpartes de cada parte principal, y así sucesivamente los siguientes niveles. La tabla 4.1 muestra un ejemplo de lo mencionado anteriormente.

El siguiente paso es determinar las actividades de mantenimiento necesarias (planes de mantenimiento) para conservar en buen estado el bif..

4.2 PLANES DE MANTENIMIENTO

Un plan de mantenimiento es el conjunto de actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse a un equipo.

En la tabla 4.1 se muestran algunas actividades del plan de mantenimiento de una torre de enfriamiento con bandas.

Los componentes de un plan son:

- El nombre que lo identifica.
- El régimen que determina si el control se llevará por fechas o por lecturas. Por ejemplo: a un automóvil se le da mantenimiento cada x kilómetros. En cambio a una bomba cada x meses, dependiendo el uso que se le dé.
- Las partes y subpartes del equipo (despiece).
- Las actividades de mantenimiento que se le hacen a cada parte y subparte.
- La frecuencia con que se deben realizar.
- La especialidad de quien realiza la actividad.
- La prioridad de la actividad.
- Numeración:
Los bifs similares, pero con variantes en el plan, se numeran en forma progresiva. Por ejemplo, en chumaceras de diferentes tipos, aplicaciones o condiciones de trabajo.

Se puede poner el número "0" cuando no se tiene más que una sola opción de plan para el bif.

RESPONSABILIDADES DEL MANTENIMIENTO

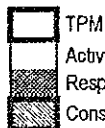
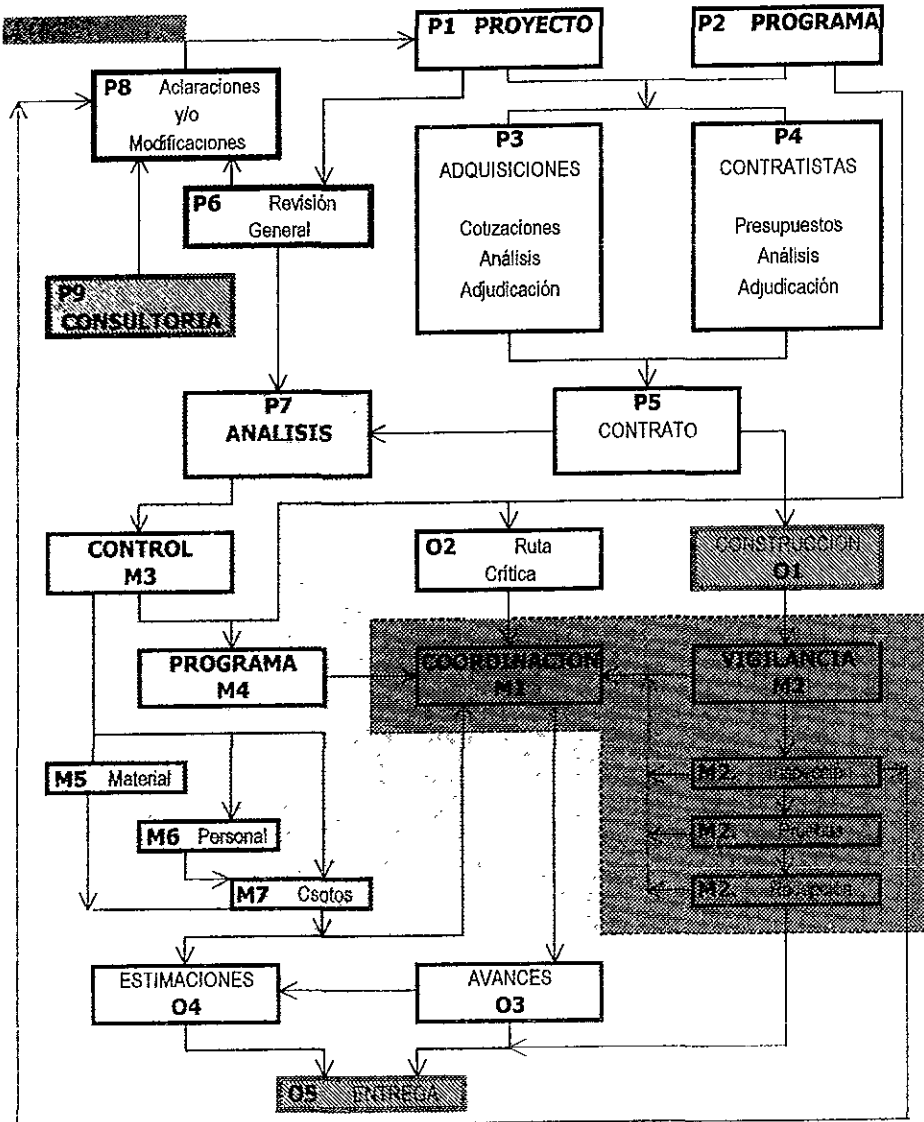


Fig. 4.1

- P actividades Previas
- O Actividades del Contratista
- M Actividades de Mantenimiento

- Fecha de elaboración del plan.
- Posición.
Ubicación particular del bif cuyo plan se especifica, cuando esta es única, es decir que los bifs se localizan en un solo sitio.
- Características principales que identifican al bif.

4.3 RESPONSABILIDAD DEL MANTENIMIENTO.

El departamento de mantenimiento es responsable de los bifs de la Planta, por lo cual deberá lograr el máximo provecho, máxima disponibilidad y menores costos. Es responsable del total de Mantenimiento de los bifs, aunque éste se haya realizado en forma externa.

En la fig. 4.1 se presenta en forma esquemática las Responsabilidades del Mantenimiento dentro del desarrollo de las obras que pudieran efectuarse en la empresa, conforme a las siguientes fases:

4.3.1 Actividades previas.

En el desarrollo de estas actividades participan diferentes departamentos, según sus responsabilidades. Sin embargo, dentro de ciertos límites (normalmente monto máximo de contratación), Mantenimiento puede ser el único responsable del total de las actividades aquí marcadas.

Aún en caso de participaciones múltiples, Mantenimiento debe estar consciente de su función dentro del esquema integral. Considerando la aplicación de Mantenimiento Total y el TPM, Mantenimiento deberá participar desde el proyecto de las obras.

- Proyecto:
En función de la Organización y del tipo de trabajo a proyectar, se deberá determinar la participación de Mantenimiento en el desarrollo del proyecto.
- Programa:
La empresa, para su funcionamiento, requerirá de un tiempo definido para llevar a efecto las obras necesarias, el cual se deberá reflejar en un Programa.
- Adquisiciones:
Las partes, materiales y/o Equipo deberán ser adquiridas, conforme a su monto, de acuerdo con los lineamientos que fijen las autoridades.

- **Contratistas:**
Los trabajos a efectuar serán contratados en forma externa, si así lo amerita, acorde con los lineamientos oficiales.
- **Contrato:**
Si el formato de contrato en la empresa está establecido, únicamente deberán revisarlo los responsables del área técnica, para ajustar los conceptos que les afecten.
- **Análisis:**
Mantenimiento, haya participado o no en el desarrollo de las actividades anteriores, deberá efectuar un análisis del trabajo a realizar.
- **Aclaraciones:**
Con objeto de reducir incertidumbres deberán efectuarse reuniones de aclaración entre los responsables de las áreas que hayan participado.
- **Consultores:**
Se considera deseable la participación de *Consultores* externos que comenten los trabajos a efectuar.

4.3.2 Actividades del contratista.

- **Construcción**
El responsable de efectuar esta actividad será quien se designe bajo los conceptos señalados anteriormente.
- **Ruta Crítica.**
Esta actividad tiene como objetivo definir el programa en forma detallada y establecer las *acciones críticas*.
- **Avances**
Durante el desarrollo del trabajo se debe determinar el porcentaje de avance y se compara contra el programado para que la Supervisión pueda emitir las acciones correctivas necesarias o bien reprogramar las actividades restantes.
- **Estimaciones:**
Como consecuencia de los Avances y el Contrato, se deberá efectuar la Estimación del monto ejercido a una fecha determinada.
- **Entrega:**
El Contratista, responsable del Trabajo, se lo entregará al área asignada, que deberá ser Mantenimiento, el cual previamente debió efectuar la Recepción Técnica.

4.3.3 Actividades del mantenimiento.

Mantenimiento es responsable prácticamente de todas las alternativas de desarrollo, en las acciones de Coordinación y Supervisión que se lleven a efecto en los bif de la empresa.

- Coordinación:
Actuará como un elemento de apoyo para coadyuvar al mejor desempeño del trabajo.
- Supervisión:
Mantenimiento es responsable de los bif, habiendo realizado los trabajos con personal propio o bien con personal externo contratado. En este último caso, Mantenimiento deberá efectuar la Supervisión correspondiente, incluyendo las siguientes actividades:
 - . Inspección
 - . Pruebas
 - . Recepción.
- Control:
Esta acción considera la retroalimentación del desarrollo del trabajo conforme a los valores previamente establecidos.
- Programa:
Establecido como elemento de Control, se deberá llevar estrecha vigilancia del Programa, para poder conocer oportunamente los posibles defasamientos y determinar la conveniencia de aplicar medidas para su ajuste a las condiciones preestablecidas, o bien aceptar la variación y fijar criterios que reduzcan la probabilidad de que continúe el retraso.
- Material
Como elemento de calidad deben inspeccionarse los materiales y verificar su suministro conforme a las especificaciones establecidas y en el volumen conveniente.
- Personal
La calificación del personal para ciertas tareas es necesaria, por lo cual deberá vigilarse el cumplimiento de las categorías convenidas.

En la contratación de servicios externos, al menos que sea por Administración, no vale la pena vigilar la cantidad de personal que participa en el trabajo.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Luis Enrique Guerrero Espinosa

DOCUMENTOS DE TRABAJO.

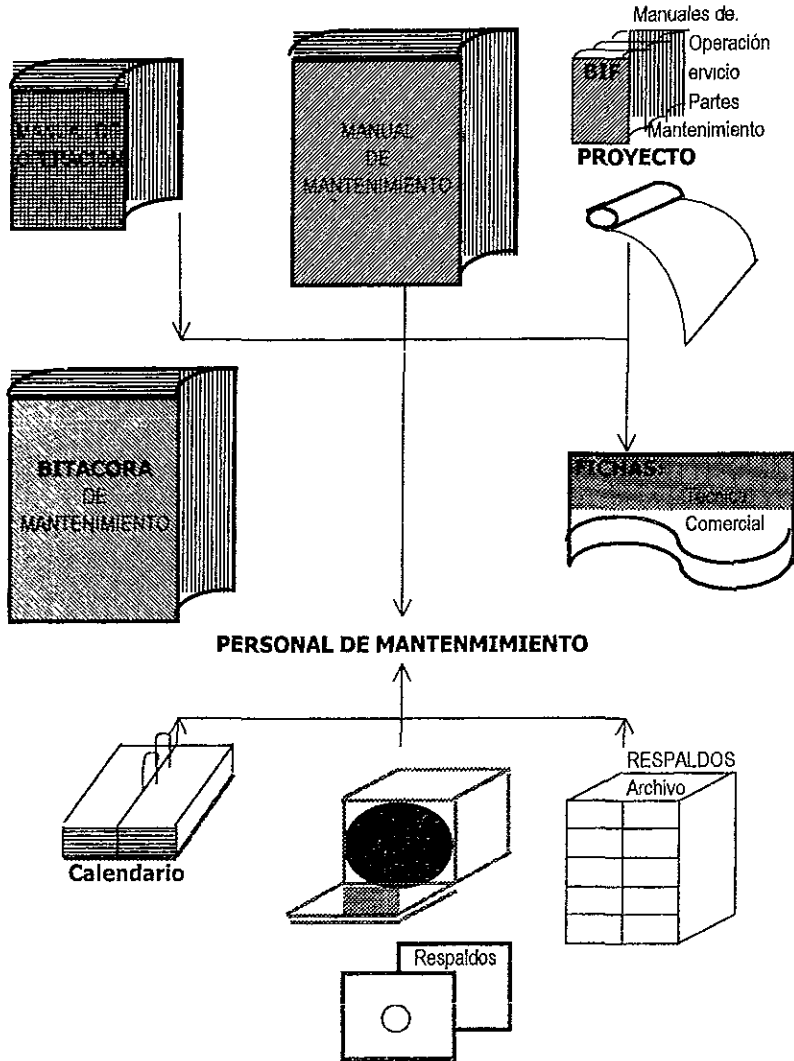


Fig. 4.2

- Costos

Como un elemento básico para el Control de la Obra se deben proporcionar los costos de la misma, ajustando valores y solicitando, en caso de que proceda, las ampliaciones correspondientes.

4.4 MANUAL MAESTRO.

En él se presenta en forma concreta (objetiva) la conceptualización del Mantenimiento, determinada por los siguientes parámetros:

4.4.1 Ambito.

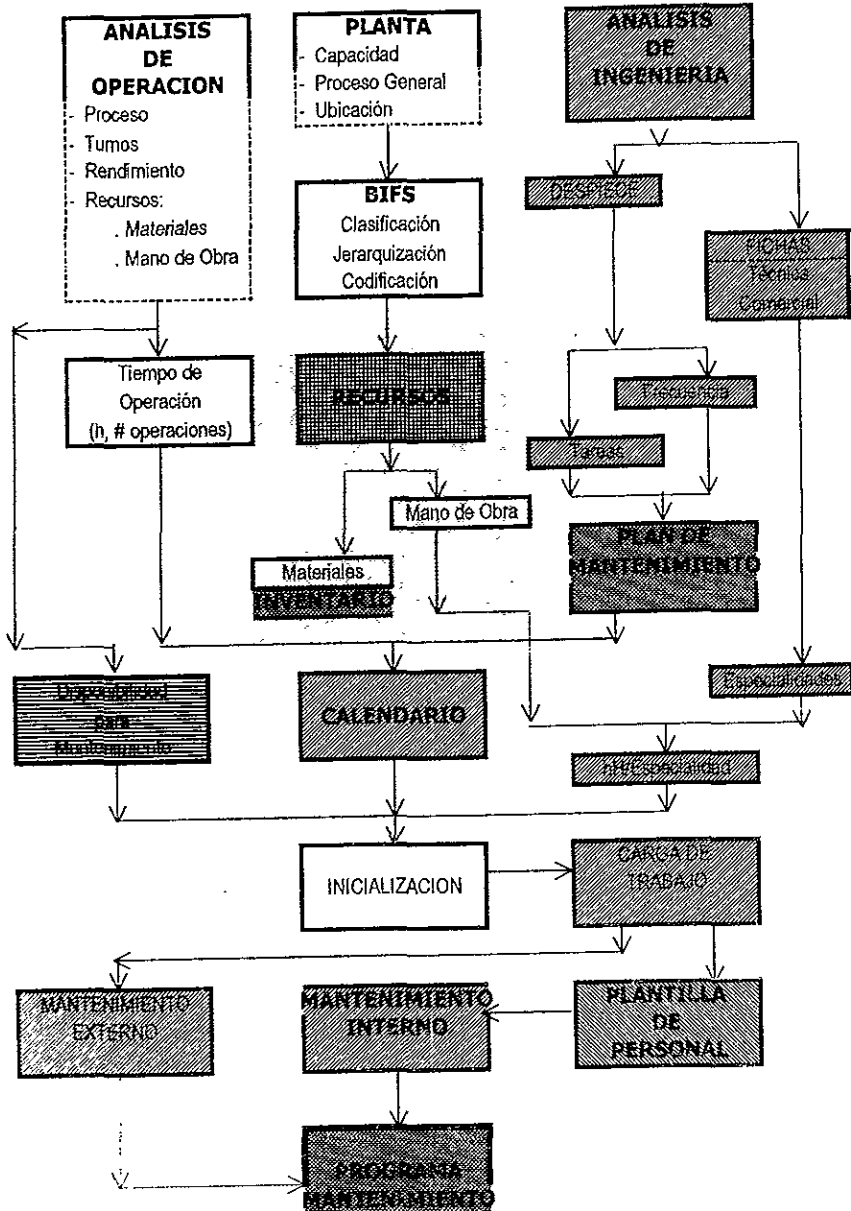
Este es el campo de acción, rango, alcances o universo de trabajo para el área de Mantenimiento. Normalmente el ámbito de mantenimiento abarca a todos los bifs de la empresa.

4.4.2 Metodología.

El concepto de Mantenimiento para la mayoría de las empresas es la aplicación de Mantenimiento Preventivo que incorpora el Mantenimiento Total y la participación del personal de Operación, contando para esto con los Documentos de Trabajo del Mantenimiento presentados en la fig. 4.2 y descritos a continuación:

- Manual de Mantenimiento.
Propicia una mayor comprensión por parte de los Mantenedores y les permite continuar su trabajo incluso sin el uso de una computadora.
- Fichas (tarjetas) de Control (impresas, manuscritas), como elemento de respaldo. Deben ser fácilmente reconocibles (colores vivos).
- Calendario de Tareas.
- Programa computarizado de Mantenimiento.
- Respaldo de los Datos Computarizados.
Es necesario respaldar permanentemente en disquets la información computarizada y contar con ella impresa.
- Planos simplificados de la Planta
El objetivo de estos planos es la identificación fácil y rápida de los bifs, referidos a la relación de su Identificación.
- Bitácora de Mantenimiento.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES



La Metodología del Mantenimiento se presenta en la fig. 4.3, que esquematiza el Diagrama de Flujo de Actividades del Mantenimiento, el cual se describe a continuación:

1 Análisis de la empresa.

- Proceso de la empresa,

Capacidad	(diseño, operación)
Regulaciones	(esperas y demoras)
Holguras	(sobrecapacidad)
 - Líneas de producción, determinando secuencia (serie y paralelo).
- A partir de esta información se fija la criticidad de los bifs de la empresa.

2. Análisis de operación.

Para determinar de la disponibilidad de tiempo para el mantenimiento se debe efectuar un análisis de la Operación de la empresa en cuanto a:

- Políticas de:
 - Turnos
 - Días laborables
 - Horas efectivas de trabajo
- Recursos:
 - Mano de obra
 - Materiales.

Como conclusión de este análisis se determina:

- Tiempo de operación (horas/año)
- Número de operaciones

3. Análisis de mantenimiento.

El objetivo del análisis del Mantenimiento es establecer los Planes de Mantenimiento (rutinas), que se definen a través del estudio de los bif (clasificación, jerarquización y codificación), su despiece y la generación de las fichas:

- Técnica.

Consigna las características del bif que lo identifican técnicamente, como código del bif, velocidad angular (rpm), tipo de transmisión, etc.
- Comercial.

Contiene los datos del bif en cuanto a su adquisición y respaldo comercial, como: costo, proveedor, garantía, etc.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

A partir de estos conocimientos, resumidos en las fichas, se establecen las tareas y frecuencias de mantenimiento.

4. Recursos.

La asignación de recursos establece los requerimientos de mano de obra (O) y materiales (M) para el mantenimiento de los bifs, con la correspondiente generación del Inventario de refacciones.

5. Calendario.

Para la realización de las tareas del mantenimiento se requiere el establecimiento de un calendario a través del conocimiento del tiempo de Operación y de los Planes de Mantenimiento de los bifs.

6. Inicialización.

La etapa de inicialización del Sistema de Mantenimiento (en particular reviste gran importancia en el Programa Computarizado) tiene como objetivo uniformar la carga de trabajo.

Debe considerarse que esta actividad es el arranque del Sistema, pero que deberá revisarse periódicamente durante el desarrollo del mantenimiento, para cumplir con su objetivo.

Esta revisión es obligada, ya que el tiempo de operación de los bif no será constante y preciso, el comportamiento de los bif será variable (algunos requerirán más mantenimiento que otros) lo que provocará un defasamiento que podría ocasionar variaciones importantes en la carga del trabajo.

La inicialización y su ajuste posterior (reinicialización) se efectúan mediante el defasamiento de las tareas de mantenimiento de los bifs, modificando el Programa, para tratar de regresar al Calendario original.

7. Carga de trabajo.

La cuantificación de la carga de trabajo determina en primera instancia el personal requerido y, en función de los análisis anteriores y las políticas de la empresa, establece la proporción de Mantenimiento Interno/Externo.

8. Plantilla de personal.

Según la carga de trabajo se determina la plantilla del personal requerido para mantenimiento.

9. Programa de mantenimiento.

El objetivo final de estas actividades debe ser que se establezca el Programa de Mantenimiento, considerando la asignación de Equipos a mantenimiento interno y un posible respaldo externo cuando se presenten retrasos en su desempeño.

4.4.3 Flujo de información.

Es fundamental determinar el Flujo de Información de las actividades de Mantenimiento, para el adecuado desarrollo del mantenimiento en la empresa y su control eficiente. En la fig. 4.4 se presenta el Diagrama de Flujo de la Información para el Mantenimiento, que esquematiza el fundamento del sistema.

A continuación se describe el proceso de Información:

1. Operación.

Se tiene en funcionamiento regular el bif por periodos comprendidos entre tareas de mantenimiento.

- Reporte de operación.

El operador de un bien deberá reportar su condición a Mantenimiento, a través del Reporte de Operación.

Es conveniente contar con este tipo de reportes que permita en forma simple revisar el comportamiento de un bien físico con la participación del personal de operación (producción).

- Falla imprevista.

Cuando por condiciones imprevistas dentro del mantenimiento preventivo, o bien simplemente por falla del mantenimiento correctivo, se interrumpe el adecuado funcionamiento del bif, el operador debe reportar a Mantenimiento esta anomalía.

2. Control del mantenimiento.

Mantenimiento se responsabiliza de esta función, a través del seguimiento de la adecuada operación de los Equipos, mediante su asignación a:

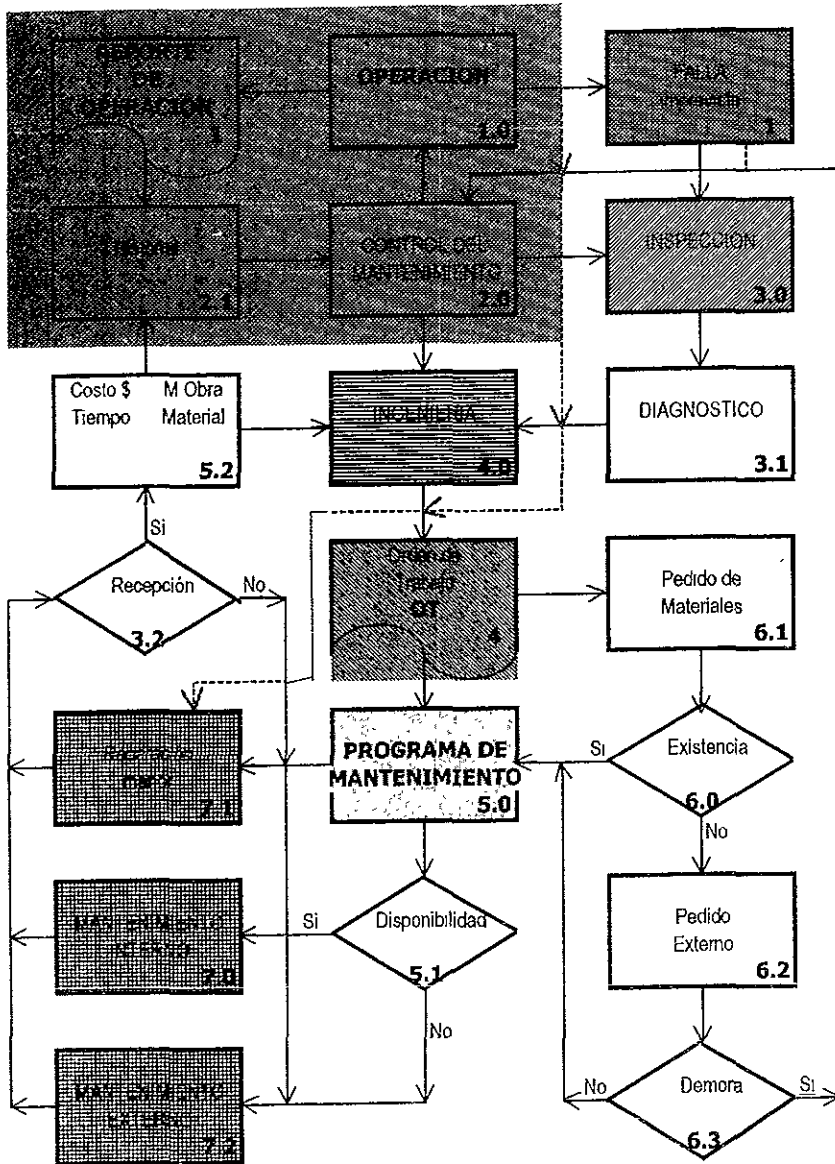
- Operación.
- Inspección.

También define el destino del Equipo según los informes de la Inspección:

- Demora en ejecución del mantenimiento
- Recepción del mantenimiento ya ejecutado

En función de la demanda del bif, Mantenimiento determina el destino, cuantifica y califica el riesgo de alterar los periodos del mantenimiento, analizando los reportes de inspección.

FLUJO DE INFORMACION.



Historial.

Mantenimiento debe llevar el Historial de los bif que controla, asentando la información de la operación y el mantenimiento del bif:

- Costos
- Tiempo invertido
- Mano de obra empleada:
 - Número.
 - Categoría.
- Materiales utilizados

3. Inspección.

Vigila y define el comportamiento adecuado del bif, con base en Mantenimiento. Diagnostica y determina el retiro del bif y/o el riesgo que representa continuar su operación.

Recepción de los bif, cuando se les ha realizado alguna tarea para continuar en el ciclo operativo.

4. Ingeniería.

Con base en los reportes de Inspección y Mantenimiento (historial) se destina el bif a:

- Orden de trabajo.
- Pedido de los materiales requeridos.
- Reparación menor, para simplificar y efectuar con oportunidad el trabajo requerido. El área de programas deberá coordinar las tareas efectuadas.

5. Programa.

Coordina la acción del mantenimiento en función de:

- Disponibilidad, como resultado del análisis de:
 - Materiales
 - Mantenimiento interno
 - Mantenimiento externo

En esta acción es muy importante la total comprensión del Sistema de Mantenimiento y el conocimiento de los recursos disponibles.

6. Almacenes. ¿Existencia?

Cuando se tienen los materiales se programa el mantenimiento.

Pedido externo.

En caso de no contar con los materiales deberá definirse la demora esperada, para establecer:

- Disponibilidad inmediata permite continuar con la programación normal.
- Retraso en el suministro informa a Control de Mantenimiento para definir el destino del bif, en función de las necesidades de Operación del bif.

7. Mantenimiento.

En esta fase se tiene previamente determinada la acción que procede:

- Mantenimiento interno.
Reparación menor, efectuada en forma interna o externa, sin la suspensión del servicio del bif y con una respuesta expedita de su ejecución.
- Mantenimiento externo.

4.4.4 Rendimientos.

Para el desarrollo de las tareas se deberán cuantificar los recursos humanos requeridos, para lo cual es necesario conocer los rendimientos (tiempo / tarea)

La secuencia para fijar los rendimientos en la empresa de las tareas principales a realizar consiste en:

- Estimación, al inicio, de los valores de horas Hombre.
Este valor se anota en los Planes de Mantenimiento.
- Establecimiento de los "valores estándar"
Es el resultado del análisis detallado de las Tareas y los resultados obtenidos durante el desarrollo del mantenimiento.
- Ajuste a los valores reales, conforme a la experiencia real.
Debe tenerse presente que este ajuste es a partir de los valores estándar, sin modificarlos, para definir las variaciones por grado de dificultad, herramental empleado y personal seleccionado para efectuar la tarea.

Por lo tanto, para las diferentes tareas deben determinarse:

- Rendimientos (horas hombre/tarea) (hH/T)
- Categoría del personal:
Definir la participación de los trabajadores por categoría para las tareas.
La participación de diferentes categorías de personal ("mezcla") tiene por objeto reducir costos (categorías inferiores) y optimizar experiencias (categorías superiores)

4.4.5 Inventario.

Deberán cuantificarse los recursos materiales necesarios para el desarrollo del Mantenimiento para los Planes de Mantenimiento particulares de los bifs.

Estos recursos materiales se controlarán mediante la aplicación de un inventario, que permita la obtención económica y oportuna de los recursos materiales y un mantenimiento efectivo.

La codificación de los materiales podrá ser adecuada a los criterios que establezca la propia empresa, equiparando la que se usó en el Manual con esa codificación particular.

El criterio de tamaño mínimo del Inventario (stock de refacciones) en general es el obtenido mediante la siguiente expresión:

$$\# = r * p * N$$

= existencias mínimas

r = piezas a emplear anualmente

p = porcentaje mínimo 20 %

N = número de bifs similares

Ejemplo: Suponiendo que se usen 100 piezas en cada banda de un rodamiento "x" y que la planta cuente con 3 bandas iguales:

$$\# = 100 * 20 \% * 3 = 60 \text{ piezas.}$$

Si su vida es de 30 000 h (5 años),

t = tiempo total estimado de suministro

autorizar solicitud de materiales 1 mes

fincar pedido 1 mes

entrega 1 mes

t = 3 meses

Luis Enrique Guerrero Espinosa

Por lo tanto, el pedido deberá programarse para ser fincado a más tardar a los 4.75 años.

El valor máximo de materiales en inventario será el correspondiente al consumo anual estimado.

Los pedidos serán los equivalentes al 50% del consumo anual, estimando que se harán 2 pedidos al año.

Evidentemente, los criterios anteriores deberán revisarse a nivel general y ajustarlos en forma particular; esto último será en función de las garantías de los bif, el tiempo real de entrega de los materiales y la importancia de los mismos según:

- Costo
- Importancia
- Vida
- Respaldo (a mayor respaldo menor inventario y mejor calificación al proveedor)
- Proveedores alternos (a mayor número, menor inventario)
- Bifs equivalentes (cuando se tengan opciones de emplear otros materiales equivalentes).

4.4.6 Criterios de selección de proveedores.

Mantenimiento debe efectuar una Selección de sus Proveedores de:

- Bienes:
 - Partes
 - Refacciones
 - Consumibles.
- Servicios:
 - Talleres externos
 - Contratistas
 - Consultores.

Para esta clasificación deberán ser evaluados permanentemente, abriendo expedientes para cada uno, en los que se indiquen las razones por las cuales han sido asignadas las calificaciones correspondientes, con los parámetros siguientes:

- Proveedores
 - Precio.
 - Tiempo de entrega.
 - Respaldo:
 - Servicio.
 - Asesoría técnica.
 - Asesoría general.
 - Calidad de los elementos.

Luis Enrique Guerrero Espinosa

- Talleres externos.
En forma similar a los proveedores, se deberá contar con la evaluación de los talleres externos que proporcionen respaldo a Mantenimiento de la empresa.
- Contratistas.
Al igual que en los conceptos anteriores se evaluará a los contratistas, considerando adicionalmente su "disponibilidad" para casos de fuerza mayor, en los que se requiera capacidad de respuesta (personal, herramental, interés) para apoyar al personal de la empresa.
- Consultores.
En este renglón se debe tener, adicionalmente a las consideraciones anteriores, confianza en las recomendaciones del Consultor, con disponibilidad del personal de la empresa para actuar a la brevedad.

4.4.7 Programación y su ajuste.

Una vez determinados los planes de Mantenimiento, con rendimientos reales y apoyos externos probados, es posible establecer la programación de las tareas, para minimizar el personal a través de una *carga de trabajo uniforme*.

Esta acción será el resultado de iteraciones de las fechas de inicio y defasamiento de las primeras tareas en el Programa de Mantenimiento y los ajustes y modificaciones que se vayan realizando en el desarrollo del Mantenimiento.

Debe tenerse presente que los valores de la Programación del Mantenimiento son dinámicos por el comportamiento de los Equipos, su tiempo variable de funcionamiento, los diferentes operadores que los accionan, capacitación y aprendizaje del personal, etc.

Conforme se vaya obteniendo mayor estadística y conocimiento del comportamiento de los bñ, se podrá lograr certidumbre en los parámetros aplicados y por lo tanto un mayor acercamiento a la realidad.

La programación establecerá las tareas a realizar en el siguiente período y en función de los recursos humanos y el comportamiento de ellos (resultados) se podrá aceptar la programación o será necesario modificarla.

El ajuste de la programación para reintegrarla a lo previsto se hará mediante la contratación de servicios externos, y ocasionalmente con incremento de la plantilla y autorización al personal de horas extra e incentivos.

El Calendario original (o el modificado vigente) será el elemento básico de referencia.

Debe tenerse presente que las variaciones en la programación son función también de la plantilla de personal de la empresa, es decir que a mayor número de personal y mejor capacidad, se podrá conservar más fácilmente la programación; mientras que en caso contrario los desajustes serán mayores y más frecuentes.

A continuación se analizan los recursos humanos.

4.5 RECURSOS HUMANOS.

Para determinar el personal requerido se cuantifica la carga de trabajo de *Mantenimiento Preventivo*, por Especialidad y categoría para los principales Equipos.

Se complementan las plantillas por personal para los trabajos de *Mantenimiento Rutinario* de Equipos e inmuebles.

4.6 ORGANIZACION.

Conforme a la organización del personal de Operación se define, de acuerdo con la empresa, el organigrama de *Mantenimiento*.

Como punto de partida se estima el personal requerido para el *Mantenimiento* de los principales bifs, conforme a sus características, así como la asignación a *Servicios Externos* del *Mantenimiento* de algunos bifs, como pueden ser vehículos y equipos con motores de combustión interna.

Es importante considerar la definición del puesto para las diferentes categorías del personal de *Mantenimiento*.

Las características que debe tener el personal que integra la plantilla de *Mantenimiento*, conforme al organigrama, determinan su perfil conforme a los lineamientos de la empresa, su tabulador, horarios y tareas a efectuar.

4.7 CONTROL.

El Control determinará la programación de las tareas de Mantenimiento por realizar y los recursos necesarios (personal y materiales) para conservar en condiciones adecuadas los bifs.

Los procedimientos de monitoreo y seguimiento de las tareas de Mantenimiento, su evaluación y generación de reportes se hará a partir de los resultados obtenidos.

En caso de utilizar un programa de cómputo, es muy importante remarcar que los resultados se generan en función de los datos suministrados por el personal de Mantenimiento, por lo cual, si la calidad de esos datos es deficiente los resultados en consecuencia serán de baja calidad.

La actividad del personal de Supervisión de Mantenimiento de la empresa en cuanto a la administración del Mantenimiento será la carga de datos, tareas efectuadas, costos y rendimientos reales obtenidos para conservar y mejorar el Control del Mantenimiento.

El Control del Mantenimiento se fundamenta en el control de:

- Bienes físicos
- Tareas (trabajo)
- Trabajador
- Mano de obra
- Materiales
- Costos

4.7.1 Control de los bienes físicos.

Es fundamental iniciar el Control de Mantenimiento con el conocimiento de los bienes físicos de la empresa, para lo cual se requiere:

- Inventario
- Levantamiento de los bif
- Diagnóstico de los bif.

De esta forma, se actualiza el "estado" de los bif y su capacidad potencial y real de operación.

Tabla 4.2

ANÁLISIS DEL TRABAJO

- *Detección de la falla.*
 - Inspección
 - Estadística
 - Monitoreo
 - Operación
 - Experiencia
- *Planeación.*
 - Identificar actividades
 - Ordenar actividades
 - Herramientas
 - Equipo
 - Partes y materiales
- *Estimación de mano de obra.*
 - Especialidad (número de obreros)
 - Tiempo:
 - Análisis de ingeniería (estimación)
 - Experiencia
 - Estadística
 - Estándar
 - Medición directa
 - Análisis de tiempos y movimientos
- *Estimación de materiales:*
 - Inventarios
 - Compras

- Sistema de Control.
El Sistema de Control se implementa en forma:
 - Manual.
Mediante tarjetas
 - Computarizado.
Se recomienda contar con un respaldo del Sistema Manual.
- Fichas de control.
Las fichas de control (técnica y comercial) se generan por bif; para aquellos bienes que por su importancia justifican un control más estrecho, se deben preparar adicionalmente fichas de control por trabajo de mantenimiento a ejecutar.
- Reporte de operaciones.
El control de los bif se logra mediante su Reporte de Operaciones, el cual elabora el operador del propio bif y en el que se reporta su estado diariamente y por turno.

Si adicionalmente al simple reporte del estado del bif, el operador efectúa tareas de mantenimiento, estará aplicando el sistema de Mantenimiento Total.

4.7.2 Control del trabajo.

Para la ejecución de un trabajo, o tarea, es necesario efectuar previamente su análisis (tabla 4.2), que proporcionará la información básica para su realización.

Existen trabajos comunes o simplemente tareas similares (al menos las de Servicio) a diferentes bif, que deben documentarse independientemente y cuando sean de alta frecuencia y/o importancia deberán analizarse con mayor detenimiento.

El Control del Trabajo tiene su base en el documento de instrucción de su ejecución, la "Orden de Trabajo" (OT). En la tabla 4.3 se presenta la clasificación de las OT.

Control, como actividad importante, capta mediante la orden de trabajo ejecutada el valor real de las tareas realizadas, asentando los tiempos y rendimientos empleados, así como las observaciones que afectaron su realización.

Para efectos de Información Base debe asentarse en paralelo el valor de costo, tiempo y rendimiento factibles, ajustando los valores reales obtenidos con los posibles y eliminando los factores de retraso por errores o condiciones anormales.

El Control y análisis de la información con el registro de incidencia de fallas, resulta fundamental en Mantenimiento para toma de decisiones, programación, estimación de costos, e información a los niveles directivos del estado en cuanto a las condiciones de los bienes bajo su responsabilidad.

Tabla 4.3

CLASIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO

– Carga de trabajo:

- Normal
Correspondencia biunívoca con un grupo de trabajo.
- Cruzada
Participación de varios grupos de trabajo. Puede ser:
 - Menor
 - Permanente (mantenimiento rutinario)
 - Tiempo muerto

– Avance:

- Abierto
- En espera:
 - Mano de obra
 - Materiales
 - Paros
- Rezagadas
- Por entregar

– Programación:

- Prioridad
- Disponibilidad:
 - Mano de obra
 - Materiales
 - Equipo

Los trabajos integrados, a través de sus tareas, de hecho pueden traducirse como rutinas de mantenimiento y revisión, conforme a especialidades y definen los trabajos a los que se deben asignar rendimientos, para su control.

El desarrollo de las rutinas se verifica a través de las Ordenes de Trabajo (OT) por tarea (correctiva o preventiva), en las que se tiene el conocimiento de su desarrollo al recabar la autorización del jefe inmediato y en algunos casos la firma de conformidad del usuario beneficiado (operador).

4.7.3 Control del trabajador.

Para obtener la máxima eficiencia y productividad del trabajador en el desarrollo de sus tareas, se requiere de un Sistema que controle sus labores (tabla 4.4).

El control administrativo, base para el pago del salario al trabajador, se hace mediante la tarjeta del reloj checador o la lista de asistencia, como dato del tiempo del trabajador dentro de la empresa. Para obtener la disponibilidad real (tiempo efectivo) del trabajador, hay que contar con elementos de control más detallados efectuados por él mismo y/o su supervisor.

El control técnico del trabajador permite evaluarlo y ratificar, al cruzar la información, los rendimientos por trabajo.

Este control se logra mediante la asignación de tareas programadas, que cubran la totalidad de los días laborales de un período del trabajador (ej.: una semana), en forma similar al trabajo por destajo.

Cuando un trabajador tiene diferentes tareas por realizar y se desea controlar tanto al trabajo como al trabajador, se requiere un sistema de contabilidad de costos, alimentado por un formato de Reporte del Trabajador, en el que se vacíe esta información.

Mantenimiento debe asegurarse de contar con la cantidad de trabajadores activos necesarios para cubrir oportunamente la carga de trabajo diaria y cuya categoría tenga el nivel de calidad requerido para que su labor sea confiable.

En el control de la mano de obra se debe estar informado regularmente, analizando los resultados para determinar las incidencias y contingencias del personal, que permitan programar horarios, vacaciones, establecimiento de cursos de capacitación y requerimientos de nivel de supervisión.

Tabla 4.4

CONTROL DEL TRABAJADOR

– Administrativo:

- Horarios de entrada y de salida (tiempo disponible)
- Tiempo ocioso (alimentación, descanso, etc)
- Faltas por ausencias, incapacidades médicas, permisos personales y vacaciones

– Técnico:

– Cualitativo:

- Calidad de su trabajo
- Capacidad requerida
- Necesidad de capacitación
- Motivación

– Cuantitativo:

- Disponibilidad de trabajo
- Rendimiento

4.7.4 Control de materiales.

Con base en la demanda de mantenimiento de los bienes físicos de la empresa, se deben establecer los requerimientos (máximos y mínimos) de materiales (se incluyen partes y refacciones) necesarios para el mantenimiento preventivo y el correctivo. Su control se lleva a cabo por medio de las "salidas" del almacén y se cruzan contra su aplicación, mediante las órdenes de trabajo.

Las órdenes de trabajo se analizan para definir el comportamiento de los bif y constituyen la base para elaborar el programa anual de gastos por concepto de materiales.

4.7.5 Control de costos.

Este Control es fundamental para la toma de decisiones, entre las que se consideran:

- Continuar dando Mantenimiento a un bif o darlo de baja.
- Selección o preferencia por un material y/o equipo determinado (marca, modelo, proveedor, contratista) con base en:
 - Eficiencia
 - Confiabilidad (incidencia de falla)
 - Costo.
 - Respaldo (servicio, refacciones).

El Control de Costos, ajustado por inflación y paridad, suele representar el elemento base de los directivos para calificar el desarrollo del Mantenimiento, por lo cual éste sólo se efectúa a valores corrientes.

Los costos de mantenimiento (mano de obra, materiales, partes y refacciones, herramental) del bif se estiman por el área de Control de Equipo, como resultado del costeo periódico de las órdenes de trabajo, ajustadas a las fechas de ejecución.

Estos costos son los valores básicos para la programación del mantenimiento.

Para Mantenimiento es importante manejar directamente los valores y emplearlos como elementos de referencia y metas objetivo, mediante el:

- Control de Mano de Obra (número y categoría del personal en horas hombre)
- Materiales (número y frecuencia)

4.7.6 Ordenes de trabajo.

Son documentos que genera Mantenimiento cuando requiere desarrollar un trabajo. Constituyen un elemento fundamental para el Control del Mantenimiento.

Las órdenes de trabajo se clasifican de manera general en: internas y externas. Las primeras son aquellas que se generan para el desarrollo de trabajos internos en la empresa con sus propios recursos. Las segundas se expiden para la realización de mantenimientos externos de los equipos que así lo requieran.

La orden de trabajo externa, que incluso puede tener carácter de Contrato, procede cuando:

- No se tiene la suficiente fuerza de trabajo.
- Se trata de trabajos cuyas especialidades no las cubre el personal propio.
- No se puede distraer al personal para realizar los trabajos.

Es importante limitar las órdenes de trabajo, pues se corre el riesgo de que el personal de mantenimiento llegue a subutilizar su capacidad y tiempo, lo cual incrementa los gastos, o bien propicia errores tales como la duplicidad de funciones entre el contratista y el personal propio, situación que puede ocasionar conflictos laborales.

Partiendo de que se programan los trabajos subrogados con meses de anticipación y que se conocen por consiguiente su costo y duración, éstos deben controlarse, ya sea para:

- Limitar (no rebasar).
Se considera que se contemplaron índices inflacionarios y de paridad monetaria
- Ajustar al momento de su ejecución.
Si se rebasaron dichos índices o se produjo una reducción al presupuesto.

Capítulo 5

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA

5.1 PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO.

5.1.1 Inicialización.

La Programación del Mantenimiento requiere de una conceptualización básica inicial del Calendario para efectuar las tareas.

De esta forma, se obtendrá una máxima disponibilidad de los Equipos, su máximo aprovechamiento y que el personal que participa en las tareas sea en número y especialidad el óptimo. Esta acción se le denomina inicialización.

El objetivo de la Inicialización es establecer en forma lógica las fechas para efectuar las tareas del mantenimiento, en forma tal que se obtenga:

- Distribución uniforme de la carga del trabajo de mantenimiento
Esto se logra mediante el defasamiento del mantenimiento de los Equipos. Básicamente se defasan las líneas de producción.
- Máxima disponibilidad de la capacidad de la planta y su equipo
Esto significa que a la suspensión por mantenimiento de los equipos, se incluyan las tareas de los equipos de toda la línea de producción.

La calendarización inicial puede ser obtenida mediante la aplicación de la programación mediante una ruta crítica.

Por ejemplo, una empresa compra treinta tornos que se les debe dar mantenimiento cada año. Es necesario defasar las actividades de mantenimiento porque de lo contrario, después de un año, se tendrán que parar los treinta tornos al mismo tiempo y se requerirá de mucho personal para hacer las actividades simultáneamente. Para evitar esto es necesario empezar a darle mantenimiento a un cierto número de tornos antes de cumplir el año, a otros más un poco después y así sucesivamente hasta que después de un año, todos los tornos hayan recibido mantenimiento. Una vez que se hizo este defasamiento, se programan las siguientes actividades en el calendario con la frecuencia normal, en este ejemplo un año, y no se volverán a presentar estos problemas.

5.1.2 Actualización de calendarios.

Es importante revisar y actualizar la programación de la empresa, que a lo largo de su operación va a variar por aspectos tales como mantenimientos correctivos, diferencias entre las horas de operación de las bandas, líneas y operadores.

Los ajustes en la calendarización son posibles debido a la flexibilidad y tolerancias *holgadas entre vida útil de los equipos y sus componentes*.

Esta actividad reviste gran importancia, ya que la uniformidad de la carga de trabajo y el defasamiento entre líneas son fundamentales a fin de que la operación entre líneas sea siempre lo más armonizada posible y que se logre un desgaste uniforme del Equipo.

5.1.3 Programación operativa.

Es necesario efectuar la Programación del Mantenimiento para las condiciones de trabajo operativo normal en forma semanal.

Se deberá efectuar al final de cada semana (sábados por ejemplo) la Programación de la semana siguiente.

De esta forma, Mantenimiento podrá conocer al inicio de la semana los trabajos por realizar en ella, así como el status (estado de la situación) de los trabajos realizados, los pendientes por realizar y los nuevos por efectuar.

Otro trabajo que deberá efectuar Mantenimiento es el control de horas de operación de los Equipos a lo largo de la semana, indicando la causa de suspensión de labores, por ejemplo:

- Días festivos.
- Paros administrativos.
- Programación de producción.
- Paro por Mantenimiento.

En este último caso, Mantenimiento es el responsable del tiempo por este concepto, no así en las otras condiciones.

5.2 PRUEBA Y VALIDACION.

En esta actividad debe efectuarse una revisión regular de:

- Tareas efectuadas a los Equipos para poder evaluar su comportamiento.
- Administración del Mantenimiento, a través de la aplicación del Sistema para realizarle los ajustes necesarios.
- Manual de Mantenimiento.
Es importante enfatizar que el Manual de Mantenimiento establece los lineamientos a seguir en el desarrollo de la Operación de la empresa, pero que deberá ser dinámico y que el Sistema irá enriqueciéndose.

Para las revisiones se sugiere:

- Recalcular los rendimientos.
- Analizar los Planes de Mantenimiento.
- Verificar la Programación.
- Justificar las Plantillas de Personal.
- Estudio de las acciones asentadas en Bitácora.

Los parámetros a considerar serán determinados en función de las Ordenes de Trabajo:

- En proceso.
- En espera.
- Rezagos.

La validación será la verificación de los valores reales obtenidos en el desempeño de las tareas, contra los establecidos en los Planes de Mantenimiento.

Los valores reales a considerar deberán ser revisados de forma tal que sean los correspondientes a las acciones directas de mantenimiento, es decir, no se deberán cuantificar valores "disparados" imputables a:

- Falta de recursos materiales
Debe revisarse el concepto de Inventarios.
- Baja calidad de materiales y refacciones.
Deberán identificarse éstos para retirarlos de los inventarios y evitar su futuro uso.

- Aplicación de personal de categorías superiores en tareas que no lo requieren. Esto representa costos directos mayores en la ejecución de las tareas, pero se refleja en los costos indirectos de Mantenimiento, por un mejor aprovechamiento de la plantilla de personal.

Esta acción se presenta cuando existe personal ocioso de categorías superiores, que apoyan tareas.

Por lo tanto, deberá efectuarse el cargo de costos correspondientes a los equivalentes del costo con el personal idóneo y su rendimiento, mientras que el diferencial se cargará a indirectos como personal ocioso.

- Aplicación de especialistas en tareas de otra área. Esto representa menores rendimientos y por lo tanto mayores costos de mano de obra directa.

Esta acción se presenta cuando existe personal ocioso de una especialidad y se le encomienda categorías superiores, que apoyan tareas.

5.3 CAPACITACIÓN.

Para que tenga utilidad todo lo mencionado anteriormente, es fundamental capacitar adecuadamente al personal de la empresa.

La empresa puede contar con el mejor sistema de mantenimiento, pero si el personal no lo conoce o no está motivado y convencido de lo que está haciendo, el sistema se está desperdiciando y no sirve de nada tenerlo.

En ocasiones es muy difícil convencer al personal, sobre todo al de edad avanzada, que ha trabajado de cierta manera durante muchos años, para que utilice las herramientas nuevas que facilitan el trabajo, como la computadora. La empresa debe detectar a ese tipo de empleados, tratar de convencerlos de las ventajas que representan esas innovaciones y si no lo logra, sustituirlos porque seguramente representarán un freno para el avance y actualización de la empresa.

Muchas empresas han desperdiciado gran cantidad de dinero en comprar programas de cómputo con mucha capacidad para la administración del mantenimiento y solamente utilizan un pequeño porcentaje de la capacidad del programa, o definitivamente optaron por dejarlo de usar, esto es debido a una capacitación inadecuada del personal.

CONCLUSIONES

En la mayoría de las empresas mexicanas el departamento de mantenimiento trabaja en condiciones inadecuadas y se encuentra semiabandonado. Esto se debe a que en nuestro país todavía *no hay conciencia* de que el mantenimiento es una excelente inversión, necesaria para cualquier bien físico, desde una macro empresa hasta un automóvil familiar y todo tipo de equipo de uso cotidiano.

En la carrera entre producción y mantenimiento siempre ganará la producción, que es identificada por la dirección general como el área que genera los ingresos de la empresa. Por el contrario, el área de mantenimiento es identificada como un mal necesario, como un centro de costos que consume grandes cantidades de recursos. Pensamos que mantenimiento es el cuerpo de bomberos de la empresa, que cuando se le requiera debe estar listo para actuar de manera rápida y contundente.

Es importante destacar que el mantenimiento no constituye un gasto inútil. En cierto momento, cuando todo funciona bien, es necesario invertir dinero para mantener esta condición, de lo contrario, en un futuro *no muy lejano*, se requerirá un gran desembolso para reparar las fallas que se presenten. En este caso surgen desventajas como paro en la producción, atraso en la entrega de los trabajos, rendimientos bajos, etc. Por lo tanto, un mal mantenimiento acarrea dos inconvenientes: 1) mayor gasto para corregir la falla y volver recuperar las condiciones normales de operación y 2) pérdida de dinero debida a la reducción en la producción.

En ocasiones las personas no asocian grandes pérdidas a los paros de los equipos, ya que sólo se piensa en la afectación de las fallas repentinas largas o fatales; sin embargo, la afectación más grande no se da por esas fallas. Algunos estudios realizados en empresas japonesas demuestran que la afectación a la efectividad de los equipos por los diferentes tipos de fallas, ordenados de mayor a menor, son: los paros breves, los cambios de modelo y ajuste y las fallas mayores.

Las normas de calidad actuales mencionan el control de la producción como el elemento básico de su sistema de calidad, considerando al mantenimiento de maquinaria y equipo como parte medular del control interno. En este sistema no basta el mantenimiento correctivo como se lleva a cabo en la mayoría de las empresas, sino el preventivo, como evento regular programado, y más aún, el predictivo, que anticipa fallas recurrentes conocidas para evitar futuros mantenimientos correctivos aplicados a lo largo del historial una máquina.

En este trabajo se presentaron los puntos que se consideran más importantes para la correcta implantación de un sistema de mantenimiento. El éxito del sistema depende de que los directivos de la empresa se convenzan de la importancia de un buen mantenimiento y de los beneficios que conlleva que los trabajadores conozcan el sistema, estén motivados y bien capacitados.

Asimismo, la experiencia del jefe de mantenimiento es vital, ya que él hará las modificaciones necesarias para que el sistema se adecue a la forma de trabajo y necesidades particulares de cada empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Administración del Mantenimiento.

Libro Blanco. SOMMAC (1984, 1998 – Décima edición).
Jesús Avila Espinosa.

Conceptos Básicos del Mantenimiento.

Libro Gris. SOMMAC (1983, 1993 - Décima edición).
Jesús Avila Espinosa.

Glosario de Términos Técnicos para Mantenimiento.

Libro Plata. SOMMAC (1998 – Primera edición).
Jesús Avila Espinosa.

Mantenimiento Rutinario.

Libro Verde. SOMMAC (1984, 1997 – Octava edición).
Jesús Avila Espinosa y colaboradores.

Mantenimiento Total o Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Libro Gris Rojo. SOMMAC (1985 – Primera edición).
Jesús Avila Espinosa y colaboradores.

Solución integral para el control y administración del mantenimiento.

Manual de usuario MP vers. 7.2.
Técnica Aplicada Internacional, S.A. de C.V.

Total Productive Maintenance

Productivity Press Inc.
Seiichi Nakajima.

Quality is free

Mc Graw Hill (1979)
Philip Crosby

Manual de Mantenimiento

CECSA (1984 – Octava edición)
L.C. Morrow

Con Mantenimiento Productivo.

Editorial Mantenente Mexicana, S.A. de C.V.
Año 1, No.1, enero / marzo 2000.

Direcciones electrónicas:

<http://insiste.industrial.uson.mx/materias/m5139>
http://www.comimsa.com.mx/ing_mantto/mantto.htm
<http://www.calidad.com.mx/mante.htm>
<http://www.republicindemnity.com/losscontrol/bulletins/LC07s-theimp.htm>
<http://www.expansion.com.mx/manufactura/revistas>
<http://www.abcnet.es/wgm/mantenim.htm>
<http://www.secofi.gob.mx/normas/dgn2.html>