

1. PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE INSTALACIONES

1.1 El mantenimiento industrial y de instalaciones.

El término "mantenimiento" tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido "mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material a nivel constante".

Es evidente que las unidades que interesan aquí son las unidades de producción, y el combate es ante todo económico.

La aparición del término "mantenimiento" en la industria ocurrió hacia 1950 en Estados Unidos.

El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

El mantenimiento pasa a ser así una especie de sistema de producción o servicio alternativo, cuya gestión corre paralela a este; consecuentemente, ambos sistemas deben ser objetos de similar atención, la esencia empírica demuestra, no obstante, que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

Está demostrado que las organizaciones eficientes tienen un eficiente sistema de mantenimiento. La reconversión de la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y particularmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas.

En el área de mantenimiento existen diversas estrategias para la selección del sistema a aplicar en cada equipo; sin embargo, la mayoría de estas estrategias no tienen en cuenta la naturaleza del fallo; en contraste, este elemento es de vital importancia para un empleo óptimo de los recursos en el área analizada. Otros aspectos que comúnmente no se tienen en cuenta para la selección de las posibles estrategias de mantenimiento a utilizar en cada equipo son el nivel de riesgo que ofrece el fallo para los operarios o para el medio ambiente y las afectaciones de calidad para el proceso.

El sector Mantenimiento generalmente se incluye en las organizaciones, dentro de la función denominada Ingeniería de Planta, siendo en muchos casos, su actividad excluyente. En algunas organizaciones, la función de Ingeniería de Planta se llama Intendencia. En mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc. La confiabilidad es la probabilidad de que un producto se desempeñe del modo que se había propuesto, durante un tiempo establecido, bajo condiciones especificadas de operación. Si

este criterio lo aplicamos a los productos que sólo se usan una vez puede darnos una idea relativamente falsa de su significado

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Las estrategias convencionales tipo “reparar cuando se averíe” ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzcan los fallos para intervenir puede incurrir en unos costes excesivamente elevados (pérdidas de producción, pérdida de calidad en el producto, etc.) además de posibles problemas en la seguridad de las personas (tanto de las que trabajen en las instalaciones como de las que se encuentren en las inmediaciones) como de las instalaciones.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

Estos objetivos son:

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

Los principales objetivos del mantenimiento, manejados con criterios económicos y encausados a un ahorro en los costos generales de producción son:

- Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.
- Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.

- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, hombres y servicio.

FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO.

Funciones Primarias:

- Mantener reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de Mantenimiento preventivo y programado.
- Selección y entrenamiento de personal.

Funciones Secundarias:

- Asesorar la compra de nuevos equipos.
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.
- Cualquier otro servicio delegado por la administración.

ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES DEL MANTENIMIENTO.

A continuación se relacionan las principales Actividades y responsabilidades del mantenimiento:

- Dar la máxima seguridad para que no se vayan a presentar paros en la producción.
- Mantener el equipo en su máxima eficiencia de operación.
- Reducir al mínimo el tiempo de paro.
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- Mantener un alto nivel de Ingeniería practica en el trabajo realizado.
- Investigar las causas y remedios de los paros de emergencia.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- Proporcionar y mantener el equipo de taller requerido.
- Preparar anualmente un presupuesto, con justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento.
- Establecer una rutina adecuada de inspección de los equipos contra incendios, organizando y adiestrando al personal.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento para Usuario

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas. Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

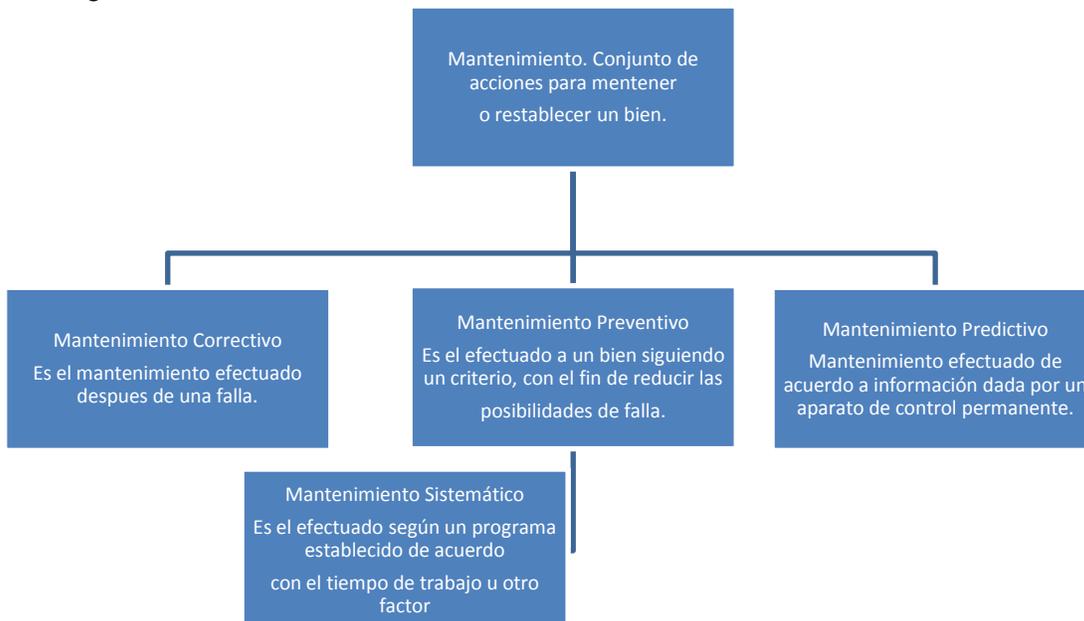
Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

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

Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla. Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla. Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

Otra forma de señalar los tipos de mantenimiento es representada por la siguiente figura:

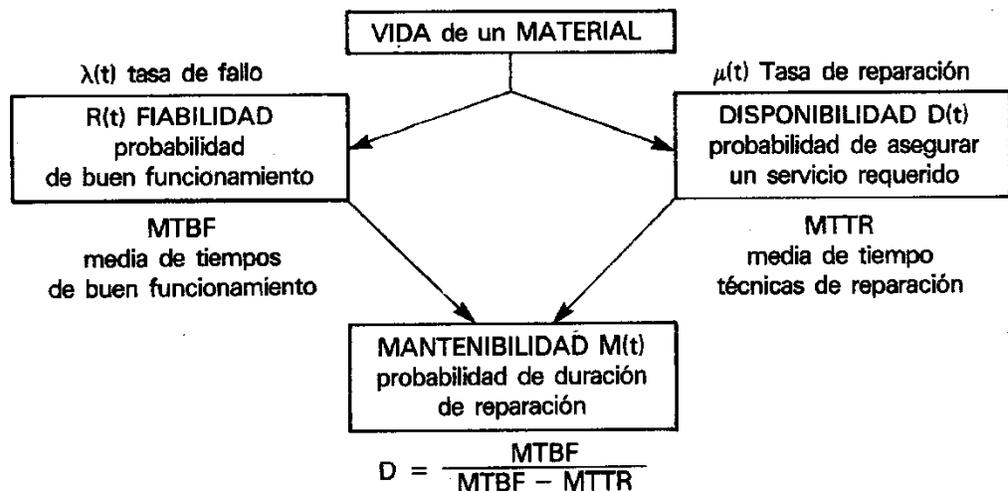


TERMINOLOGIA

A continuación definimos alguna terminología del mantenimiento.

- **Mantenibilidad:** Es una característica de diseño, mide la aptitud de que un bien pueda ser mantenido.
- **Falla:** Alteración de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.
- **Parada:** Cesación de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida,
- **Desvarada:** Acción que se ejecuta sobre un bien parado, con el fin de ponerlo a funcionar antes de su reparación.
- **Reparación:** Intervención definitiva de mantenimiento correctivo.
- **Durabilidad:** Es considerada como la esperanza de vida de un bien.
- **Confiabilidad:** Aptitud de un bien para cumplir una función requerida en unas condiciones dadas en un tiempo dado.

FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD.



Estos tres conceptos se pueden enfocar de forma previsional (antes del uso) o de manera operacional (durante o después del uso).

Las tres funciones precedentes, llamadas respectivamente $R(t)$, $M(t)$, $D(t)$, son funciones de tiempo. En mantenimiento es indispensable precisar la noción de tiempo.

a) La "vida de una maquina"

Comprende una alternancia de paros y de "buen funcionamiento", durante su duración potencial de utilización (= tiempo requerido = $t_o - t_l = T O$).

Estas duraciones pueden ser observadas o estimadas.

Una parte (variable) de los TA (tiempos de paro) está constituida por los TTR (tiempos técnicos de reparación).

b) Indicador de disponibilidad

$$\hat{D} = \frac{TO - \sum TA}{TO}$$

c) MTBF y MTTR

La MTBF, o media de los tiempos de buen funcionamiento, es el valor medio entre paros consecutivos, para un periodo dado de la vida de un dispositivo:

$$MTBF = \frac{\sum_0^n TBF_i}{n}$$

De la misma forma, la MTTR (o media de los tiempos técnicos de reparación) será:

$$MTTR = \frac{\sum_0^n TBF_i}{n}$$

Estos valores pueden ser calculados (después de observaciones), estimados, prefijados o extrapolados.

INDICES DE MEDIDA DEL MANTENIMIENTO.

Índice de Disponibilidad (D):

T.P.E.F. = Tiempo Promedio Entre Fallas.

T.P.P.R.= Tiempo Promedio Para Reparar.

Índice de Confiabilidad = T.P.E.F.

$$D = \text{T.P.E.F.} / (\text{T.P.E.F.} + \text{T.P.P.R.})$$

CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

Fallas Tempranas

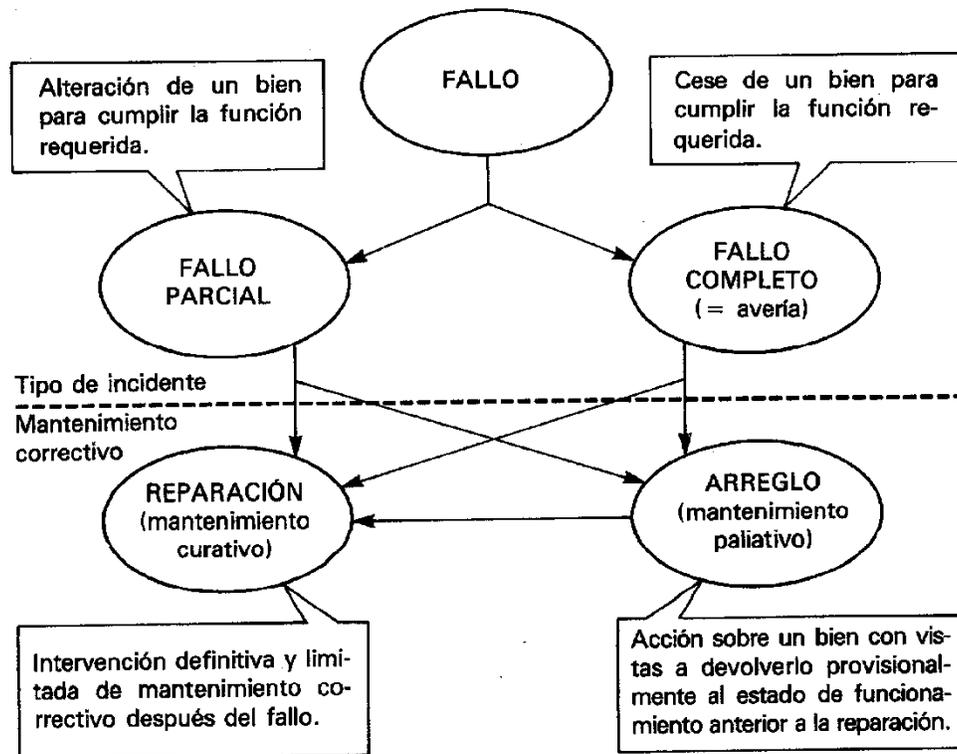
Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Fallas adultas

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

Fallas tardías

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



LAS ÓRDENES DE TRABAJO.

Las “solicitudes de trabajo” son generadas cada vez que se advierte que un trabajo de mantenimiento es necesario.

Las ordenes de trabajo de mantenimiento son provocadas por “Solicitudes de Trabajo” que luego de ser firmadas por el Jefe de Mantenimiento se convierten en “Ordenes de Trabajo”.

Tipos de Ordenes de Trabajo:

- Orden Normal.
- Orden compuesta o Cruzada.
- Orden de Pequeños Trabajos.
- Orden Permanente.

LA PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO.

El objetivo de la programación consiste en determinar el orden en el cual se deben efectuar los trabajos planificados teniendo en cuenta:

- Los grados de urgencia.
- Los materiales necesarios
- La disponibilidad del personal.

Métodos de Programación:

- Programa Diario.
- Programa Semanal.
- Métodos gráficos de programación.

CONSECUENCIAS ECONOMICAS POR LA INEFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO.

- Destrucción de Instalaciones y Equipos:
- Pérdidas de Producción.
- Disminución de calidad del producto
- Interrupciones en el proceso de producción con su costo económico.
- Desgastes de los equipos.
- Pagos de Salarios por mano de obra inactiva.
- Costos de capital por equipos improductivos.
- Perdidas Inducidas (secundarias)
- Perdidas de divisas y desprestigio.

EFFECTOS PRACTICOS DE PÉRDIDAS DE ENERGIA POR UN MAL MANTENIMIENTO.

Por un mal mantenimiento se presenta:

- Escapes continuos de combustibles, vapor, condensados, aire comprimido, con su respectivas perdidas de energía.
- Al no existir un mantenimiento programado de accesorios y trampas de vapor su operatividad se reduce, induciendo perdidas.
- El no mantenimiento a quemadores y elementos de combustión hace variar las condiciones óptimas de la relación (aire/combustible) causando aumentos de consumo de combustible.

1.2 Organización y planificación del mantenimiento

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la planta, las destrezas de los trabajadores, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos,

por área o en forma centralizada. Cada tipo de organización tiene sus pros y sus contras. En las organizaciones grandes, la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que sus trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que en una unidad de mantenimiento centralizada. En algunos casos, puede implantarse una solución de compromiso, denominada sistema en cascada. Este sistema permite que las unidades de mantenimiento del área de producción se enlacen con la unidad de mantenimiento central.

PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La programación de mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. El equipo crítico de una planta se refiere al equipo cuya falla detendrá el proceso de producción o pondrá en riesgo vidas humanas y la seguridad. El trabajo de mantenimiento para estos equipos se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo. La ocurrencia de tales trabajos no puede predecirse con certeza, de modo que los programas para el mantenimiento planeado en estos casos tienen que ser revisados. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios. Un alto nivel de eficacia en el programa de mantenimiento es señal de un alto nivel de eficacia en el propio mantenimiento.

La organización de un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente.

1. Diseño del trabajo
2. Estándares de tiempo
3. Administración de proyectos.

Se sabe que los sistemas de mantenimiento se ponen en movimiento por las órdenes de trabajo, que generalmente son emitidas por los departamentos de producción. Estas órdenes de trabajo describen el trabajo, su ubicación, las habilidades requeridas y la prioridad del trabajo.

DISEÑO DE TRABAJO

El diseño de trabajo, en lo que se refiere al mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos.

ESTÁNDARES DE TIEMPO

Una vez que la tarea de mantenimiento ha pasado por la etapa de diseño, es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo. Los estándares de tiempo realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y, de esta forma, reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta. No es esencial tener estándares para todos los trabajos de mantenimiento. Por ejemplo, puede observarse que el 20% de los trabajos de mantenimiento consumen aproximadamente el 80% del tiempo disponible para las operaciones de mantenimiento. Deben hacerse los esfuerzos necesarios para desarrollar estándares de tiempo para estos trabajos que consumen mucho tiempo. Es obvio que se requieren estándares de tiempo de los trabajos para pronosticar y desarrollar programas de mantenimiento.

ADMINISTRACION DE PROYECTOS

En el caso de las plantas grandes, las reparaciones generales de gran envergadura o el mantenimiento preventivo que se han planeado se llevan a cabo en forma periódica. Durante estos trabajos, toda la planta o parte de esta se para. Teniendo en mente la minimización del tiempo muerto, conviene planear y graficar el trabajo para hacer el mejor uso de los recursos. La administración de proyectos implica el desarrollo de redes de actividades y luego el empleo de técnicas como el método de la ruta crítica o la técnica de evaluación y revisión de programas. Una vez que se ha desarrollado la red, que incluye una descomposición de trabajos, secuencia de los mismos, estimaciones de tiempo para cada actividad, etc., puede utilizarse software de computadora para programar las actividades y determinar la mejor utilización de los recursos. La fase de control de un proyecto tal incluye medir el avance en forma regular, compararlo con el programa y analizar la varianza como porcentaje del trabajo total. Pueden tomarse acciones correctivas para eliminar las deficiencias.

PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en el que se inicie el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

Un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos:

- determinar el contenido del trabajo
- desarrollar un plan de trabajo
- establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo

- planear y solicitar las partes y los materiales
- verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos
- asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas
- revisar los procedimientos de seguridad
- establecer prioridades
- asignar cuentas de costos
- completar la orden de trabajo
- revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control
- predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos

La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las ordenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance.

Una programación confiable debe tomar en cuenta lo siguiente:

- una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse)
- El programa maestro de producción y estrecha coordinación con la función de operaciones.
- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador desea.
- Flexibilidad en el programa

Es obvio que una buena planeación es un requisito previo para la programación acertada. Sin embargo, para que la planeación sea exitosa, es necesaria una retroalimentación de la función de programación. Esta la razón por la cual, en muchas organizaciones de mantenimiento, ambas funciones son realizadas por la misma persona o unidad.

1.3 Normas legales de actuación

Una norma es un documento que expresa requisitos y que ha sido elaborado con la participación y consenso de todas las partes interesadas, las normas legales de actuación para el mantenimiento industrial dependerán del área a la que se vayan a aplicar ya que, tratándose de un tema muy importante en la industria, son muy específicas.

1.4 Contratos técnicos de mantenimiento

Los Contratos de Mantenimiento facilitan la prestación de servicios de Mantenimiento Preventivo en todos los sectores de la Industria. Por medio de este tipo de contratos, una Empresa de Servicios se compromete a revisar, reparar y mantener en perfectas condiciones de uso los equipos o instalaciones de la empresa beneficiaria. De esta forma, las empresas pueden calcular de forma previsible sus costos de Mantenimiento, reciben una atención preferente y consiguen unos precios más baratos por el Servicio de Mantenimiento recibido.

Tipos de contratos de mantenimiento

Las Empresas de mantenimiento ofrecen múltiples opciones de Contratos de mantenimiento, en función del sector industrial, de la necesidad del equipo o instalación, del coste final, si incluyen repuestos o no, etc.

Condiciones del contrato de mantenimiento

Como en todo contrato, es muy importante revisar cada uno de los puntos que figuran en él, pidiendo más información a la empresa que lo ofrece, con el fin de entender todos y cada uno de los puntos que figuran en el citado Contrato. Por ejemplo, es importante conocer:

- Fecha de inicio y fin del contrato.
- Condiciones de la prórroga.
- Número de equipos o instalaciones incluidas.
- Si incluye repuestos (todos o parte).
- Número de visitas y plazos entre ellas.
- Cuotas, actualizaciones de las mismas y forma de pago.