

*Libros: Mantenimiento eléctrico y Mecánica
por hsp. Juan Carlos Colón
para pymes*

Capítulo II

Tipos de Mantenimiento

La finalidad de este Capítulo es redactar el concepto básico y de la forma más clara y conceptual posible, los tipos de Mantenimiento más usuales en las fábricas, impuestos por la experiencia laboral en esta disciplina relativamente nueva.

En la práctica se pueden adoptar dos conductas laborales para los distintas clases de mantenimiento conocidas y de común aplicación en la actualidad:

- a) Trabajo obligado que se debe aceptar, con el correspondiente gasto de tiempo y dinero para asegurar una continuidad operativa en procesos técnicos (producción de bienes y servicios).
- b) Una eficiente planificación y organización que conlleven trabajo e inversión con una finalidad programada para optimizar la obtención de resultados en los procesos técnicos citados en el punto a).

La modalidad "a" estaba en la mentalidad del ejecutivo "sabelotodo" y "omnipotente" en cuanto a las decisiones sobre el "qué" y el "cómo" y el "cuándo" hacer mantenimiento (léase mejor reparación frente a una rotura evitable).

La modalidad "b" es una disciplina científica conjugada con un nivel de análisis y toma de decisiones formando un equipo de trabajo con personal involucrado en objetivos claros de costo-beneficio, motivando de esta forma el crecimiento técnico y de gestión con el personal involucrado en la obtención de resultados claros y precisos.

Una de las finalidades de la práctica de mantenimiento, es la "fiabilidad" como la probabilidad de que un componente de máquina, equi-

po o instalación funcione en tiempo y forma durante un periodo determinado en función de las condiciones operativas específicas a que se encuentra sometido.

Deducimos así, tres condiciones bien definidas:

1. Probabilidad de funcionamiento continuado como porcentaje de aprobación dentro del trabajo específico del componente técnico. (mecánico, eléctrico, electrónico, etc.).
2. Tiempo previsible de degradación.
3. Condiciones operativas (temperatura, humedad, vibraciones, etc.).

La técnica laboral específica ha desarrollado entonces, metodologías de mantenimiento conforme a la siguiente clasificación:

- Mantenimiento Rutinario.
- Mantenimiento Correctivo (producido por roturas e imprevistos).
- Mantenimiento Programado.
- Mantenimiento Preventivo (planificado).
- Mantenimiento Predictivo.

Estudiaremos las características técnicas de cada uno:

A. Mantenimiento Rutinario

Es el más elemental de los mantenimientos. Como su nombre lo indica, es una actividad diaria con el objeto de mantener la limpieza, la lubricación y relevar las novedades observadas en los equipos, máquinas e instalaciones en servicio, como así también el cuidado y limpieza de los espacios comunes y no comunes de la planta.

El personal que lo practica no requiere de mucha especialización técnica, pero informa novedades de todo tipo y también en cuanto a verificación de niveles de agua, aceite, ruidos y vibraciones.

B. Mantenimiento Correctivo (reparaciones imprevistas)

Es un mantenimiento simple e inevitable que consiste en reparar la rotura producida. Decimos mantenimiento simple porque es aplicable a equipamiento que permite la interrupción operativa en cualquier momento, sin importar el tiempo de interrupción y sin afectar la seguridad de personal o bienes.

Un ejemplo común y corriente de este mantenimiento, es el que se efectúa cuando un equipo, máquina o instalación queda interrumpida por falla o rotura de algún componente imprescindible para la continui-

dad operativa, como podría ser un rodamiento, un eje de bomba, etc.

Los inconvenientes de este mantenimiento, son los que se detallan:

Inseguridad en el funcionamiento

Al no disponerse de equipamiento para la detección precoz de fallas, la interrupción por rotura se puede producir de la forma más imprevista e inoportuna en un servicio continuado y exigido.

Si el componente en servicio, es de naturaleza crítica, los daños y perjuicios se amplifican al extenderse la interrupción de la máquina (por ejemplo compresor en un sistema de refrigeración destinado a mantener condiciones de humedad y temperatura predeterminadas como en salas de computación, equipos electrógenos para servicio hospitalario, etc.).

Importancia de la rotura

No detectar precozmente una falla, puede aumentar la magnitud de la rotura (por ejemplo, descuidar la pérdida de refrigerante por un sello de compresor puede llevar a la paralización del servicio).

Stock de repuestos

La cantidad de repuestos en depósito tiene que ser antieconómica, para cubrirse ante la aparición de un desperfecto.

Personal de Mantenimiento

Encarecimiento del factor humano calificado para poder disponerse en forma inmediata y en cualquier momento.

C. Mantenimiento Programado

Es una modalidad de mantenimiento que puede ser discutible, aun que no innecesaria. Es un procedimiento de cuidados para posibles y probables emergencias que pueden acontecer en equipos destinados a producción continuada y exigida, con componentes de los cuales es de esperar larga vida útil.

Como su nombre lo indica, el método consiste en tener un programa de acción por falta de fiabilidad ocasional para un equipo determinado y en la oportunidad de detención, realizar el recambio de un componente, como por ejemplo el reemplazo de un interruptor en un sistema eléctrico, elementos de seguridad en la operación de calderas y quemadores, etc.

También poder realizar, el máximo de trabajos de mantenimiento

que es imposible efectuar con el equipo en marcha por su conflictiva disponibilidad.

En cierto modo, tiene las desventajas del Mantenimiento Correctivo, porque la intervención se decide ante la inevitabilidad de la rotura.

Otro ejemplo para este tipo de mantenimiento sería el reemplazo de componentes electrónicos insertos en el proceso de algún equipo crítico (circuitos impresos, condensadores especiales, diodos, etc). Otro ejemplo y para una flota de camiones serían correas, rodamientos, etc).

D. Mantenimiento Predictivo

Este mantenimiento, se anticipa a la falla por medio de un seguimiento para predecir el comportamiento de una o más variables de una máquina o equipo.

Se basa, en un proceso de mediciones con la máquina funcionando, tratando de minimizar el tiempo de "equipo detenido" y poder detectar:

1. La evolución de una falla y tomar la anticipación necesaria.
2. Prolongar la facilidad del funcionamiento, aún con la existencia de una falla, hasta permitir una inspección programada.

Los puntos anteriores, conllevan, el cumplimiento de las siguientes pautas laborales:

- a) Análisis de aceites
- b) Medición de temperaturas
- c) Análisis de presiones diferenciales
- d) Medición de espesores
- e) Medición de nivel de ruido
- f) Análisis de vibraciones

Análisis de aceite para aislación y/o refrigeración

El análisis de estos aceites informa no sólo su estado, sino también el del equipo que lo contiene.

En cuanto al estado del aceite, interesa investigar:

- Presencia de residuos no solubles como por ejemplo, polvo o limaduras metálicas que indican desgastes en componentes. Un análisis metalográfico informará sobre los componentes con deterioros.
- Presencia de agua: indica estanqueidad defectuosa por fallas en

juntas, guarniciones, empaquetaduras en un circuito que trabaja con fluidos líquidos y/o gaseosos.

-Nivel de cenizas: indicará exceso de temperatura de trabajo (por ejemplo en transformadores de potencia, interruptores, cárter de compresores, etc).

-Viscosidad: informará sobre el estado de la capacidad del lubricante.

-Rigidez dieléctrica: informará sobre la aptitud aislante del aceite.

-Temperatura: en el caso de los motores eléctricos, generadores, alternadores, dinamos, etc., este parámetro está especificado por Normas informando sobrecargas en sus devanados. Si la temperatura no es detectada por las protecciones (guardamotors, interruptores termomagnéticos, contactores), puede haber una falla de refrigeración y/o ventilación defectuosas, fuera de servicio o por conductos de circulación obstruidos. La temperatura por sobrecargas (valores de consumo superiores al de la intensidad nominal del equipo) acorta la vida útil de los devanados, perjudicando su aislación y llegando al cortocircuito.

Diferencia de presiones anormales

Los presostatos que gobiernan contactores abriendo o cerrando circuitos de alimentación eléctrica a motocompresores, etc., controlan las adecuadas y preestablecidas presiones de trabajo de aspiración y descarga en procesos de refrigeración, calefacción, ventilación, aire acondicionado, etc. donde no sólo interesa el confort, sino mantener condiciones de humedad y temperatura preestablecidas para ambientes críticos de producción (computación, procesos productivos especiales, laboratorios de especialidades medicinales, etc.).

Los valores anormales de presión diferencial, permiten detectar posibles fallas en la circulación de líquidos y/o fluidos varios por filtros, conductos, cañerías, etc, en donde las presiones diferenciales pueden tener su origen en fugas, filtraciones y/o obstrucciones.

Verificación de espesores

Con la ayuda de sondas de ultrasonido es posible predecir fallas al comprobar o verificar espesores de chapa de calderas (máquinas que trabajan a presión de vapor variable), donde las incrustaciones del agua de alimentación puedan haber causado abrasión u oxidación de la chapa, alterando su espesor hasta límites inseguros.

La oxidación e incrustaciones, también pueden alterar el funciona-

miento de válvulas y cañerías, afectando filtros, asientos de válvulas, etc.

Nivel de ruido

El mantenimiento predictivo, detecta intuitivamente desniveles de intensidad sonora informados por el oído humano.

El empleo del decibelímetro, informa los niveles aceptables de ruido para distintas actividades, determinando el nivel (amplitud) y altura (frecuencia) de las ondas sonoras.

El registro del nivel de ruido ayuda a seguir la evolución del trabajo de un equipo a lo largo de las horas de su funcionamiento operativo.

El ruido y las vibraciones son diríamos, efecto y causa de alguna falla que avisa sobre la necesidad de una inspección cuidadosa.

El ruido lo medimos a distancia y la vibración mecánica por contacto.

Análisis y estudio de las vibraciones

Las vibraciones son producidas por los movimientos de rotación y alternativos específicos de las máquinas y equipos.

El mantenimiento predictivo basa su contenido en el análisis y estudio de las vibraciones. En función de las probabilidades, se ha tabulado el curso de vibraciones para diferentes frecuencias de ruido.

Se puede investigar así el origen de fallas provenientes del desbalanceo, incorrecta alineación de ejes, paletas, etc. y su influencia en los rodamientos de bombas y ventiladores.

La aparatología para estudiar vibraciones, es empleada para determinaciones tales como:

1. Desplazamientos (axiales y/o radiales).
2. Velocidad de trabajo (r.p.m.).
3. Aceleración.
4. Fuente de energía (eléctrica y/o mecánica) y su influencia en fallas de vibración.

El seguimiento de las vibraciones es eficiente como respuesta a solucionar causas que conducen a roturas y/o fallas. Es el tema más recurrente del mantenimiento predictivo y por los siguientes motivos:

- a. El movimiento de las máquinas conlleva vibraciones.
- b. La modificación del ruido en un estudio de vibración informa la

- c. Diferentes tipos de vibración corresponden a diferentes clases de problemas.

El mantenimiento predictivo permite un adecuado seguimiento por la mayor frecuencia de inspecciones estando la máquina o equipo en funcionamiento, que es la forma adecuada de obtener datos concretos para el fin determinado de solucionar fallas.

La detención preventiva del equipo crítico será el corolario del accionamiento de información obtenido a través de las mediciones puntuales de niveles de ruido puntuales.

Evaluación de la ecuación costo-beneficio en la operatividad de un equipo sometido al mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo, admite dos aspectos positivos:

1. Económico, reduciendo costos por reposiciones frecuentes con origen en ruidos anormales (por ejemplo el caso de rodamientos frecuentemente averiados).
2. Operativo. Acortando la frecuencia y cantidad de anomalías.

No obstante y según el tipo de máquina, la conveniencia económica puede estar condicionada con la necesidad de cambio de proveedor aún con un precio superior del repuesto y con otra mano de obra más adecuada a la modificación decidida.

La cantidad y calidad de las fallas detectadas por la práctica del mantenimiento predictivo está en relación directa con la intensidad de horas de funcionamiento del equipo analizado.

Se emplea un Índice de Frecuencia (I) de fallas que viene expresado por la siguiente fórmula experimental:

$$I = F(\text{fallas})/t (\text{horas de funcionamiento}) \times 1.000$$

Con la práctica de determinado mantenimiento predictivo, es representativo deducir que en una fábrica con $I = 10$, se pasó a un $I = 5$. No obstante, de no obtenerse resultado con la aplicación de un mantenimiento predictivo se deberá analizar cuidadosamente:

- La frecuencia de inspecciones practicadas.
- Lugares sobre los que se efectúa la medición de vibración o ruido
- Método empleado en la medición.

Finalmente, el mantenimiento predictivo, no reemplaza al mantenimiento preventivo, pues hay componentes de difícil aplicación para practicar el mantenimiento predictivo como es el caso por ejemplo de las correas de accionamiento, algunos tipos de válvulas, etc.

La especialización de mano de obra en este tipo de mantenimiento y la aparatología que debe emplearse, puede hacer conveniente la decisión de tercerizarlo por la puntualidad de aplicación a determinados equipos ó máquinas, que son la excepción y no la regla.

E. Mantenimiento Preventivo

Se practica, retirando la máquina, equipo, o instalación del servicio operativo para realizar inspecciones y sustituir (o no) componentes de acuerdo a una programación planificada y organizada con antelación. Para esta práctica de mantenimiento es muy importante la información específica que suministran los fabricantes en sus manuales y/o catálogos, principalmente en cuanto a expectativa de vida útil para componentes críticos.

También tiene importancia el conocimiento específico de la máquina y su historial.

Los trabajos entonces se programan para el equipo fuera de servicio y la oportunidad es congruente para realizar el máximo de tareas compatibles con la eficiencia (costos y tiempo).

La circunstancia es apta para el análisis de las partes para resolver su reemplazo o continuidad. La oportunidad se aprovecha asimismo, para ensayos y verificaciones (por ejemplo el cigüeñal de un equipo con pruebas de magnatflux, etc.).

Como se comprende, este es un mantenimiento que se anticipa a la imprevisión de una falla y con un método de trabajo a seguir.

El Mantenimiento Preventivo, tiene el mérito de acortar la cantidad de horas, normalmente informadas por el fabricante para la indisponibilidad del equipo por componentes que han cumplido su vida útil (por ejemplo rodamientos, correas, válvulas, etc.), y evitar el riesgo para otros componentes aleatorios (por ejemplo ejes, ventiladores, motores, cañerías etc.).

Otro parámetro para planificar el Mantenimiento Preventivo puede ser el kilometraje recorrido (caso de los automotores), toneladas de producción de un equipo (molino harinero, etc.). En este Mantenimiento, también se consideran las condiciones operativas (velocidad, humedad, temperatura, presiones de trabajo, etc.).

Estas variables se ajustan con las experiencias y necesidades espe-

cificas de la producción de cada fabricante, con la aceptación del margen de error aceptable.

La planificación y organización del Mantenimiento Preventivo, incluye la siguiente metodología:

1. Determinar los elementos mecánicos y/o eléctricos que serán motivo de inspección.
2. Haber tomado conocimiento, por información de los fabricantes, sobre la esperanza de vida útil de los elementos del punto anterior (por ejemplo cantidad de horas de funcionamiento).
3. Con la información anterior, determinar los trabajos a cumplir, planificando las horas-hombre para los distintos gremios u oficios.
4. Aparecerán gremios u oficios con igual o similar período de actuación (mecánicos, electricistas, cañistas, etc.), formándose conjuntos de trabajo a ejecutar en una misma intervención generando las denominadas "Ordenes de Trabajo", también llamadas "Ordenes de Reparación". En el Capítulo III, se grafican tipos posibles y no excluyentes de diseño de plantillas para cumplir estas órdenes.

Estas Ordenes de Trabajo o de Reparación (O.T. u O.R.), incluyen en general:

- Trabajos a cumplir por cada oficio.
- Secuencia operacional para esos trabajos.
- Horas-hombre necesarias.
- Repuestos y materiales (existentes en depósitos propios, de provisión externa, etc.).
- Estimación de tiempos laborales para cada oficio.
- Normas de Seguridad e Higiene Industrial.
- Información sobre cada trabajo (planos, catálogos, etc.).

Cuanto más rubros incluya la O.T., más se facilitará la tarea del Mantenimiento Preventivo, con la consiguiente mejora del procedimiento, aunque se incrementará el imprescindible gasto administrativo.

El gasto técnico-administrativo (repuestos y mano de obra) se irá computando en la "Tarjeta del Historial de Equipo" correspondiente a cada máquina. De este historial se extraerá información oportuna para tomar decisiones sobre costos, obsolescencia del equipo, etc.

Criticas que se hacen al mantenimiento preventivo

1. Cambio innecesario de piezas y que pueden realizarse por dos motivos:

1a. Que al cumplirse el período de uso, el componente no necesariamente deba ser sustituido por haber cumplido la expectativa de horas de funcionamiento sugerido por el fabricante.

1b. Que con el equipo desarmado, se hagan reemplazos, que aún siendo de bajo costo, motiven una intervención todavía innecesaria por la mayor expectativa de buen funcionamiento deducido en la oportunidad.

1c. Probables, aunque no imposibles, problemas de funcionamiento. En efecto: el equipo funcionando, se programa detenerlo por cumplimiento de horas de trabajo sugeridas por el fabricante.

Como consecuencia de la intervención, se constata posteriormente alguna deficiencia en el armado, por lo cual las condiciones operativas se alteran.

La razón puede encontrarse, en la alteración de alineaciones, inevitable rotura de juntas o empaquetaduras, pérdida de estanqueidad, desgaste de repuestos que no se advirtieron, cambio de ubicación y apretado de bulonería por alteración de posiciones originales, etc.

1d. Importante concurso de mano de obra. Si hay tendencia a mucha concentración de mano de obra especializada para reducir los períodos de detención por paros inevitables de la fábrica (período de vacaciones) esto hace necesario reclutar demasiada mano de obra especializada por períodos relativamente cortos de tiempo. La tercerización de mano de obra suele ser adoptada para estas coyunturas.

1f. Repuestos y materiales inmovilizados.

La realidad de tener que ampliar frecuencias de inspección puede traer la consecuencia de inmovilizar stock de repuestos en depósitos, aunque también por necesidades de producción se puede modificar la frecuencia de inspecciones.