

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

1. INTRODUCCIÓN

Según el Manual del Mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) demuestra que la idea general del mantenimiento está cambiando. Los cambios son debidos a un aumento de mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo.

El mantenimiento también está reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se contienen los costes.

Los cambios están poniendo a prueba el límite, las actitudes y conocimientos del personal en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento desde el Ingeniero al gerente tiene que adoptar nuevas formas de pensar y actuar. Al mismo tiempo se hacen resaltantes las limitaciones de los sistemas actuales de mantenimiento, a pesar del uso de ordenadores.

Frente a esta avalancha de cambios, el personal encargado del mantenimiento está buscando un nuevo camino, quieren evitar a toda costa equivocarse cuando se toma alguna acción de mejora; en lugar de ello tratan de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor valía para ellos y sus compañías.

En el manual Reability - Centred Maintenance, RCM 1999, p. 8 (3), introduce una filosofía que provee justamente ese esquema de trabajo. Lo llamamos Reliability Centred Maintenance, o RCM (Mantenimiento centrado en la fiabilidad). Si se aplica correctamente, RCM transforma la relación entre el personal involucrado, la planta en sí misma, y el personal que tiene que hacerla funcionar y mantenerla. También permite poner en funcionamiento nueva maquinaria a gran velocidad, seguridad y precisión. Este manual explica cómo puede hacerse, comenzando con un examen retrospectivo de la evolución del mantenimiento en los últimos 50 años.

1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En todos los tiempos, el hombre ha sentido la necesidad de mantener sus maquinarias y equipos de trabajo en óptimas condiciones. Por lo general ocurrían descomposturas en ciertos equipos, producto del mal manejo del operador. Los mantenimientos se practicaban al momento de la falla, es decir, mientras el equipo estaba en funcionamiento, a este acontecimiento se le llamó mantenimiento reactivo o de ruptura, también conocido como mantenimiento correctivo.

Fue hasta el siglo XX, que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un concepto diferente en mantenimiento, que se apegaban o guiaban de las recomendaciones del fabricante del equipo, las cuales hacían referencia a las limitaciones del equipo, forma y cantidades de trabajo al día, tipo de mantenimiento, forma de operar, maquinarias y materiales a utilizar en el mantenimiento.

A esta nueva tendencia se le llamó mantenimiento preventivo, se extendió a otros campos dentro de la empresa, ya que muchos gerentes de planta se interesaron en aplicar estos conceptos en departamentos como: mecánica, electricidad, transportación entre otros.

El año 1970 dio lugar a la globalización del mercado, lo que trajo consigo fuertes competencias entre las compañías por ser cada día más competitivas y escalar niveles más altos en comparación con las demás empresas.

A partir del año 1990 se le da la verdadera importancia a los sistemas de mantenimiento como parte integral del sistema de producción y como apéndice del sistema de calidad total, que muchas empresas utilizan eficazmente.

En el año 2002 el mantenimiento industrial no sólo entrenaba como al inicio departamentos específicos, sino que también, todo el conglomerado de la empresa, desde sus gerentes y administradores hasta la persona que hace la operación más simple. En los comienzos del siglo XX, los estudios realizados por el científico Frederic W. Taylor cambió de manera pacífica las malas aplicaciones que existían en las empresas antiguas. “A partir de sus observaciones empíricas llegó a diseñar métodos de trabajo donde la persona y la máquina eran una sola entidad, una unidad inspirada por un salario atractivo para operar la máquina de acuerdo con las instrucciones requeridas”. (Diseño e Implantación del Programa de Mantenimiento “BETICO” 1992).



Las tres generaciones de la revolución se encuentran plenamente definidas y difundidas, pero desde el 2010, aproximadamente, se ha comenzado a hablar sobre una cuarta Revolución Industrial, y el principal fundamento de esta es la revolución digital. Como menciona Schwab (2016, pág. 10), “la cuarta revolución se caracteriza por un internet más ubicuo y móvil, por sensores más pequeños y potentes que son cada vez más baratos, y por la inteligencia artificial y el aprendizaje de la máquina”.

La cuarta Revolución Industrial es reciente, tanto que “en Alemania se debate sobre la industria, un término acuñado en la Feria de Hannover de 2011 para describir cómo esta revolucionará la organización de las cadenas de valor globales” (Schwab, La cuarta revolución industrial, 2016, pág. 11).

Al igual que en las anteriores revoluciones industriales, el mantenimiento industrial tiene su cuarta generación o revolución. La expresión mantenimiento industrial 4.0 recién se está acuñando, y se la está asociando principalmente a la tecnología que se tendrá disponible, como son el big data o la inteligencia

artificial, que permitirá monitorizar los equipos en tiempo real e inclusive predecir posibles fallas. “Los desarrollos en herramientas tecnológicas, incluso aquellos desarrollados para otros fines, terminan beneficiando al Mantenimiento Industrial.

En el Mantenimiento Industrial, es importante mencionar el uso de tecnologías disruptivas como nanotecnología, algoritmos, componentes de auto reparación y el concepto de detección permanente” (Baptista J , 2016, pág. 7).

1.3 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

Según el RCM, 1999 p. 6. (7) “Es asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas, esto es porque el mantenimiento (el proceso de causar que continúe) solamente puede entregar la capacidad incorporada o fiabilidad inherente de cualquier elemento (no puede aumentarla).

En otras palabras, si cualquier tipo de equipo es incapaz de realizar el funcionamiento deseado en principio, el mantenimiento por sí solo no puede realizarlo. En tales casos, debemos modificar los elementos de forma que pueda realizar el funcionamiento deseado o por el contrario reducir nuestras expectativas.”

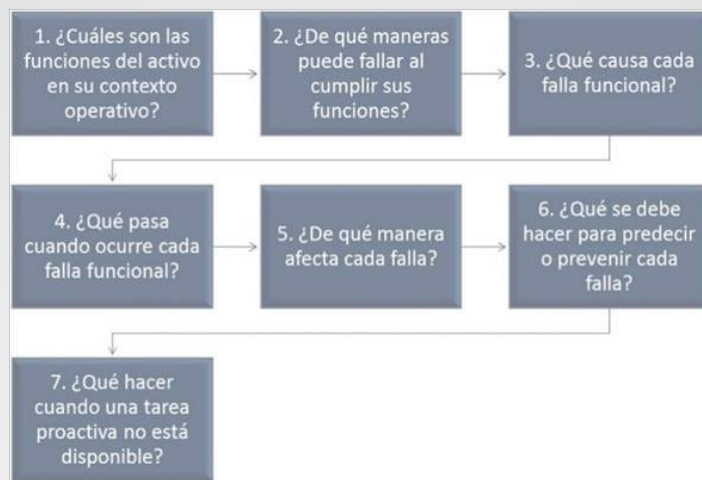
1.4 METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés) es una metodología altamente reconocida y de uso extendido para elaborar planes de mantenimiento que incluyan todo tipo de estrategias de mantenimiento (preventivo, predictivo, búsqueda de fallas, etc.). Esta metodología fue desarrollada inicialmente por la industria comercial de aviación de los Estados Unidos para mejorar la seguridad y confiabilidad de sus equipos, fue definida por los empleados de la United Airlines Stanley Nowlan y Howard Heap en 1978 y ha sido utilizada para determinar estrategias de mantenimiento de activos físicos en casi todas las áreas de trabajo en los países industrializados del mundo.

El RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión del mantenimiento para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos. El RCM asegura un programa efectivo de mantenimiento que se centra en que la confiabilidad original inherente al equipo se mantenga. John Moubrey definió el RCM como un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional.

En la actualidad, el RCM es utilizado con frecuencia no solo para identificar tareas de mantenimiento, también se utiliza como marco de referencia para analizar el riesgo en equipos, clasificar por importancia los componentes significativos para el mantenimiento (6) o detectar áreas de oportunidad de mejora en el mantenimiento de equipos complejos como turbinas eólicas. También se busca mejorar los resultados del RCM al combinarlo con otras metodologías tales como el mantenimiento radical, el mantenimiento basado en la condición y el proceso de jerarquía analítica.

La norma SAE JA1011[1] establece los criterios mínimos que debe cumplir una metodología para que pueda definirse como RCM; especifica que cualquier proceso de RCM debe asegurarse de responder satisfactoriamente en secuencia las preguntas que se muestran en la siguiente figura:



Adicional al proceso de RCM descrito anteriormente, se pueden realizar pasos adicionales para incrementar la calidad del análisis y la efectividad del resultado, a pesar de que algunas actividades que se proponen como pasos adicionales al proceso de RCM existen actualmente y son contempladas (de manera intrínseca) para aplicar la metodología, se considera que se les debe dar mayor importancia para lograr el éxito al aplicar la metodología. A continuación, los pasos adicionales con más aplicación:

Antes de aplicar RCM	Durante el análisis de RCM	Después del análisis
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información • Elaborar taxonomía del equipo/sistema • Documentar contexto operativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Normalizar el análisis de modos y causas de falla • Categorizar efectos de falla 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el plan de mantenimiento • Gestión de las recomendaciones o acciones predeterminadas • Medir el desempeño

Los pasos adicionales descritos en la figura anterior se describen a continuación.

• ANTES DE APLICAR RCM

Antes de iniciar el análisis que marca la norma SAE JA1011, se propone que se recopile y analice la información correspondiente del activo que será requerida, también que se establezca la taxonomía y se analice el contexto operativo del activo.

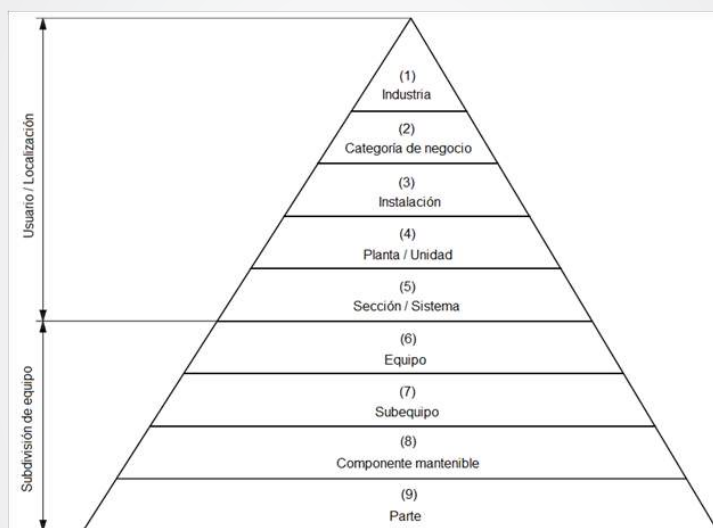
- RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL ACTIVO

Antes de aplicar la metodología de RCM es indispensable recopilar la información necesaria del activo que servirá como insumo. Esta información incluye planos, diagramas, manuales, bitácoras de operación/mantenimiento, documentos como el contexto operativo (si existe), también es esencial que se entreviste al personal de operación, producción y mantenimiento para extraer información sobre los requerimientos de desempeño deseados y problemas actuales que se estén presentando.

La norma ISO 14224 proporciona una base sólida para la recopilación y estructuración de los datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos de instalaciones en industrias de petróleo, gas natural y petroquímica, estos datos sirven para la gestión de los activos durante su ciclo de vida. Debido a que aborda equipos comunes en las instalaciones industriales, esta norma puede ser fácilmente adaptada para su aplicación en cualquier industria que tenga activos físicos en los procesos, de esta forma se puede utilizar esta norma al recopilar la información del activo.

- TAXONOMÍA

La norma ISO 14224 define la taxonomía como la clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos basada en sus características comunes (localización, uso, tipo de equipo, etc.), la taxonomía es representada en forma de pirámide como se observa en siguiente figura y representa la ubicación del equipo o activo dentro de la organización. Para realizar el RCM, se puede utilizar como insumo la taxonomía, el diagrama de límites de equipo y la subdivisión de equipo que recomienda esta norma.



- ANALIZAR EL CONTEXTO OPERATIVO

El contexto operativo se puede definir como el conjunto de condiciones reales del proceso bajo las cuales opera el equipo, también incluye todos los criterios y parámetros de desempeño deseados por el usuario. Este contexto se puede definir a partir de los diagramas y descripciones del proceso en el que opera el equipo, así como de las entrevistas con el personal de producción, operación y mantenimiento. Es importante analizar y comprender el contexto operativo antes de iniciar el RCM.

• DURANTE EL ANÁLISIS

Durante el análisis de RCM, se propone una forma de desarrollar el paso 3 (determinar modos y causas de falla) y categorizar los efectos de falla a través de los números de prioridad de riesgo (NPR) en el paso 4.

- ANÁLISIS DE MODOS Y CAUSAS DE FALLA

La norma ISO 14224 define el modo de falla como un efecto a través del cual una falla es observada, es decir el modo de falla puede ser el síntoma cuantificable o evento que indica la ocurrencia de una falla. Esta norma también proporciona una lista de modos de falla que puede ser utilizada como punto de partida para realizar el paso 3, después se puede aplicar una técnica de análisis como el diagrama causa-efecto para encontrar las causas de falla.

Existen bases de datos de falla como OREDA (Offshore Reliability Data Handbook), este documento presenta datos estadísticos de falla de equipos en instalaciones costa afuera. Tomando como punto inicial los modos de falla de la norma ISO 14224, se pueden utilizar las tablas de OREDA que relacionan estadísticamente los modos de falla con los componentes del equipo o con las descripciones de la falla.

- CATEGORIZACIÓN DE EFECTOS DE FALLA

Con el fin de proporcionar una visión rápida del impacto de cada efecto de falla definido en el RCM, se propone incluir junto al enunciado del efecto de falla, la categorización del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) correspondiente, este parámetro es función de la evaluación cualitativa de 3 criterios: severidad, detectabilidad y ocurrencia. Se definieron estos criterios para realizar la evaluación, el criterio de detectabilidad se puede observar en la siguiente tabla:

Nivel	Criterio
4	No hay probabilidad de detectar causas de falla potenciales a tiempo, se puede llegar a falla funcional
3	Baja probabilidad de detectar causas de falla potenciales y corregirlas a tiempo
2	Mediana probabilidad de detectar causas de falla potenciales y corregirlas a tiempo
1	Causa de falla potencial fácilmente detectable y corregida durante la operación

Se definió el criterio para evaluar la severidad de una falla, este criterio se puede observar a continuación:

Nivel	Criterio
4	Efectos críticos en la seguridad o en el medio ambiente, pueden existir lesiones, muertes o efectos irreversibles en el medio ambiente
3	Efectos importantes en la capacidad productiva, hay pérdidas económicas importantes por tiempo de paro y/o reparación
2	Efecto leve en la capacidad productiva, hay pérdidas económicas leves por tiempo de paro o reparación
1	No hay efectos operativos ni pérdidas importantes

En la siguiente tabla, se observa el criterio definido para evaluar la ocurrencia.

Nivel	Criterio
4	Pueden ocurrir varias fallas al año (Tasa de fallas ≥ 1 fallas/año)
3	$0.3 < \text{Tasa de fallas} < 1$ (fallas/año)
2	$0.1 < \text{Tasa de fallas} \leq 0.3$ (fallas/año)
1	Tasa de fallas ≤ 0.1 (fallas/año)

Finalmente, el valor del NPR del efecto de falla será el producto de los niveles asignados para cada criterio: NPR = SDO.

Se asignó un criterio de semaforización para los efectos de falla con base en el valor del NPR, este criterio se observa en la Tabla 5.

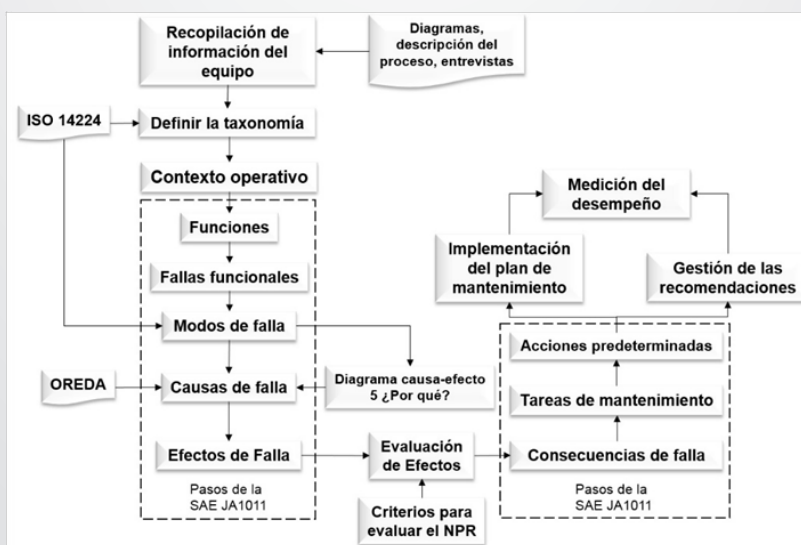
Semaforización	Valor del NPR
Rojo	$NPR \geq 36$
Amarillo	$7 < NPR < 36$
Verde	$NPR \leq 7$

• DESPUÉS DEL ANÁLISIS

Una vez obtenidos los resultados de la aplicación de la metodología de RCM, es necesario asignar responsabilidades para asegurar la correcta implementación y ejecución del plan de mantenimiento, así como la aplicación de las recomendaciones obtenidas.

Para implementar el plan de mantenimiento, se deben asignar las responsabilidades correspondientes para revisar, afinar, difundir y cargar el plan en el sistema computarizado para la gestión del mantenimiento (CMMS por sus siglas en inglés), se debe realizar el seguimiento correspondiente para asegurar la implementación. Se deben asignar las responsabilidades correspondientes para la revisión, evaluación y puesta en marcha de las recomendaciones surgidas del análisis del RCM.

La medición del desempeño es la parte más importante para demostrar la efectividad del RCM, este se puede realizar a través de indicadores clave de desempeño (KPI por sus siglas en inglés) de mantenimiento y reportes relacionados con las recomendaciones. La metodología de RCM ampliada se muestra en la imagen siguiente:



1.5 MODELOS DE MANTENIMIENTO

Existe una gran cantidad de modelos de mantenimiento, por lo que dependerá del autor u obra en estudio el modelo que se adopte. Es importante mencionar que está relacionado con la evolución del mantenimiento. A la primera generación se la vincula con el modelo de mantenimiento correctivo, a la segunda generación con el modelo de mantenimiento preventivo, y la tercera generación con un sistema integral de mantenimiento.

A continuación, se definen los mismos:

1.5.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

“El mantenimiento preventivo se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condiciones del equipo”. (Dixon, 2000, p. 77). El mantenimiento preventivo puede ser planeado previamente, aunque en algunos casos se pueden encontrar posibles fallas que ameriten de su corrección inmediata, aunque no fue planeada la ejecución con anticipación.

Es importante resaltar, que el mantenimiento se lleva a cabo o se programa de formas diferentes, todo dependerá del tiempo, de las condiciones, del uso y del lugar donde opere el equipo.

La incógnita más crítica en el mantenimiento preventivo es: ¿Qué conjunto de tareas deben realizarse para impedir una falla?

Es lógico que si se entiende el mecanismo de la falla real del equipo, que pueda decidir qué tareas serán prioritarias atender para impedir que se presente el fallo o la descompostura.

El mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Como es evidente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan por algún medio. Por lo tanto las fuentes que determinan la programación del mantenimiento preventivo están constituidas, por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder.

Se debe tener en cuenta que los bienes existentes tanto pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) o como usados. Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto (spare parts) y, por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

• Clasificación del Mantenimiento Preventivo:

MORROW 1986, p. 15, (10) Clasifica el Mantenimiento Preventivo de la siguiente manera:

- MANTENIMIENTO PREVENTIVO RUTINARIO

Es aquel donde se dan una serie de instrucciones precisas para atender de forma satisfactoria el equipo y a su vez para atender el equipo en forma frecuente y estable.

- MANTENIMIENTO PROGRAMADO PERIÓDICO

Se basa en instrucciones de Mantenimiento de los fabricantes, para obtener y realizar en cada ciclo la revisión y sustitución de los elementos más importantes de los equipos.

- MANTENIMIENTO ANALÍTICO

Es el análisis de fallas que indica cuándo se deben aplicar las actividades de mantenimiento para prevenir las fallas de equipo.

1.5.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este modelo de mantenimiento está asociado a la primera generación del mantenimiento industrial, porque se ejecuta solo si se presenta una falla en la máquina.

Actualmente se sigue utilizando, pero en menor medida y en muy pocas industrias, en las que los recursos son limitados. Se define a la misma como “la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa cuando a consecuencias de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada.

• Clasificación del Mantenimiento Correctivo:

- NO PLANIFICADO:

Es el que debe actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- PLANIFICADO:

En este tipo de mantenimiento se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro, sin interferir con las tareas de producción.

1.5.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el servicio de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. Es también conocido como:

Mantenimiento Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición.

Pretende detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento

Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

1.5.4. MANTENIMIENTO CERO HORAS (OVERHAUL)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

1.5.5. MANTENIMIENTO EN USO

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

1.6 DIFERENCIA ENTRE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Existe una gran cantidad de modelos de mantenimiento, por lo que dependerá del autor u obra en estudio el Existen numerosas diferencias entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, las cuales se presentan a continuación:

- El mantenimiento preventivo prevé y planea los paros antes de que ocurran. El mantenimiento correctivo no siempre reemplaza la pieza en el momento de la falla, ya que en ocasiones sólo requiere de ajuste o apriete de los elementos que están sometidos a la vibración o desgaste.
- El mantenimiento correctivo aumenta de forma considerable el costo de producción debido a los paros, en el mantenimiento preventivo no ocurren estos casos, porque los paros son planeados de forma que no se vea afectada la producción.
- Un mantenimiento preventivo garantiza la confiabilidad y duración de los equipos, por su parte, el mantenimiento correctivo se limita sólo a reparar al momento de la falla.
- El mantenimiento preventivo trabaja apegado con las especificaciones y normas de mantenimiento de cada equipo proporcionada por los fabricantes de los mismos.
- En el mantenimiento correctivo se pierde mucho tiempo para realizar o poner en servicio nuevamente una máquina, debido a que no existe una planificación previa y las refacciones, por lo regular no están oportunamente disponibles cuando se requieren. En el caso del mantenimiento preventivo es diferente, debido a que todo está planeado antes de hacer la corrección.

- Los inventarios de refacciones cuando no se lleva un programa de mantenimiento preventivo, por lo regular son inestables, porque tienen piezas que por lo regular no se usan o por el contrario no la tienen cuando se requieren. En el mantenimiento preventivo siempre se tiene lo necesario, por esta razón, los costos de mantener estas refacciones en inventario es menos costoso en comparación del correctivo..

1.7 COMO SE PERCIBE UN MANTENIMIENTO DEFICIENTE

Un mantenimiento deficiente tiene una o más de las siguientes características:

- a) Frecuentes paros de producción originada por fallas repetitivas o irreparables de los equipos de producción o por estar los equipos de respaldo inservibles o fuera de servicio.
- b) Alto número de accidentes ocasionados por descuidos operacionales, reparaciones mal ejecutadas o roturas de partes por suciedad, aceite derramado, corrosión entre otros.
- c) Desgaste acelerado de los equipos por deficiencia en la lubricación o en el mantenimiento preventivo básico lo que reduce la vida útil de los mismos.
- d) Altos costos de reparación o reemplazo de equipos originado por la ejecución de labores de mantenimiento imprevisto, debido a emergencias o por compras compulsivas de repuestos y partes.
- e) Elevado número de trabajos a causa de la baja calidad de las reparaciones por defectos en las partes o repuestos o por la poca pericia técnica de los trabajadores.
- f) Utilización de herramientas inadecuadas, por inexistencia de las adecuadas o por estar estas últimas dañadas o extraviadas. Manejo inexperto e inseguro de las herramientas
- g) Desconocimiento de las características, recomendaciones del fabricante e historial de los equipos, máquinas y herramientas por no tener un inventario y una historia ordenada de los mismos.
- h) Inexistencia o incumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo, por carencia de una programación o por falta de una interacción efectiva entre el personal de mantenimiento y el de producción u operaciones y el de los servicios de apoyo.
- i) Poca pericia técnica del personal debido a deficiencia o inexistencia de programas de adiestramiento del personal artesanal, técnico y supervisor o una selección inadecuada de dicho personal.
- j) Baja productividad, disciplina y entusiasmo del personal de mantenimiento por sentirse relegado y poco apoyado.
- k) Aspecto sucio y deteriorado de las instalaciones, acompañado generalmente por algún tipo de contaminación ambiental.
- l) Un mantenimiento deficiente tiene un elevado número de actividades correctivas y de emergencia y trae como consecuencia, menor confiabilidad y vida útil de los equipos, mayores costos de mantenimiento, menores índices de seguridad, menor desempeño del personal y en general menor productividad.

1.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html>
- <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6344/1/T2690-MBA-Anaguano-Modelo.pdf>
- <https://www.uttt.edu.mx/catalogouniversitario/imagenes/galeria/71a.pdf>
- <http://www.renovetec.com/tiposdemantenimiento.html>
- <https://www.termo-watt.com/termo-watt-empresa/blog-actualidad/82-cuales-son-los-tipos-de-mantenimiento-industrial>

Autor: Ing.Lucia Tamba Sánchez, Gestor Técnico Comercial