

INGENIERÍA INDUSTRIAL II

UNIDAD VIII

“TIPOS DE MANTENIMIENTO”

AÑO 2023

TIPOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL



MANTENIMIENTO CORRECTIVO

➤ *El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla y se le considera de corto plazo.* Las personas encargadas de reportar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de las máquinas o equipos y las reparaciones corresponden al personal de mantenimiento.

➤ *El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento consiste en que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio, en el preciso momento en que pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización.*

Existen dos tipos de tareas no planeadas de orden correctivo:

➤ *El desvare, que consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a la condición de trabajo u operación, pero no necesariamente a sus condiciones estándar. Se aplica en urgencias donde no se debe paralizar el proceso operativo de bienes y/o servicios.*

➤ *Reparación correcta y definitiva, para la cual se tienen experiencias previas similares y se conoce la causa raíz de la falla. Esta reparación devuelve la máquina a sus condiciones estándar de producción y mantenimiento.*

Una tarea de mantenimiento correctivo típica (Knezevic, 1996) consta de las siguientes actividades:

1. *Detección de la falla*
2. *Localización de la falla*
3. *Desmontaje*
4. *Recuperación o sustitución*
5. *Montaje*
6. *Pruebas*
7. *Verificación*

Se pueden encontrar dos clases o tipos de mantenimiento correctivo:

- **El mantenimiento correctivo no programado:** se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina, generando la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado.
- **El mantenimiento correctivo programado o planificado:** se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla.
- ***Mantenimiento de Emergencia:*** No se debe confundir mantenimiento correctivo con mantenimiento de emergencia, que ocurren en diferentes fases de una avería. Mientras el mantenimiento correctivo se realiza en un momento en que determinado daño físico o alteración en el funcionamiento normal del equipo es evidente (o sea, un fallo funcional), el mantenimiento de emergencia, a su vez, ocurre después de una avería total del equipo, que exija mantenimiento urgente (y tiene, normalmente, costes más elevados).



VENTAJAS	DESVENTAJAS
Prolongar la vida útil de los equipos por medio de reparaciones de componentes o piezas y corregir las fallas.	La avería o falla puede aparecer en el momento más inoportuno.
Es imposible determinar la falla.	Las averías o fallas no detectadas a tiempo pueden ocasionar daños más complejos e irreparables en los equipos.
No genera gastos fijos.	Alto inventario de repuestos.
Sin programar ni prever ninguna actividad.	La producción se vuelve impredecible y poco fiable.
Solo se gasta dinero, cuando está claro que se necesita hacerlo.	Se asumen inseguridades económicas, que pueden ser muy relevantes.
A menor plazo se ofrece un buen resultado económico.	Se disminuye la vida útil de los equipos. No hay un diagnóstico confiable de las causas que provocan las fallas, pues se desconoce por qué falló. Por ello, la falla se puede repetir una y otra vez.
Hay sistemas, máquinas y equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.	Hay tareas o actividades que siempre son rentables, como la limpieza, lubricación, revisión. Determinados equipos necesitan continuamente ajustes y seguimiento.
Estos son los argumentos para que muchas industrias se decanten por el mantenimiento correctivo.	Las averías o fallos y los comportamientos anormales de los componentes, equipos o máquinas no solo ponen en peligro la buena producción, sino la seguridad de las personas, el medio ambiente y los activos de las compañías. Apoyarse solamente en el mantenimiento correctivo –reparar cuando solo se presenta la avería–, se debe contar con técnicos muy especializados y cualificados, tener un alto inventario o stock de repuestos (lucro cesante) y también contar con medios técnicos muy variados.

INDICADORES DE GESTION DE LA REPARACION DE AVERIAS

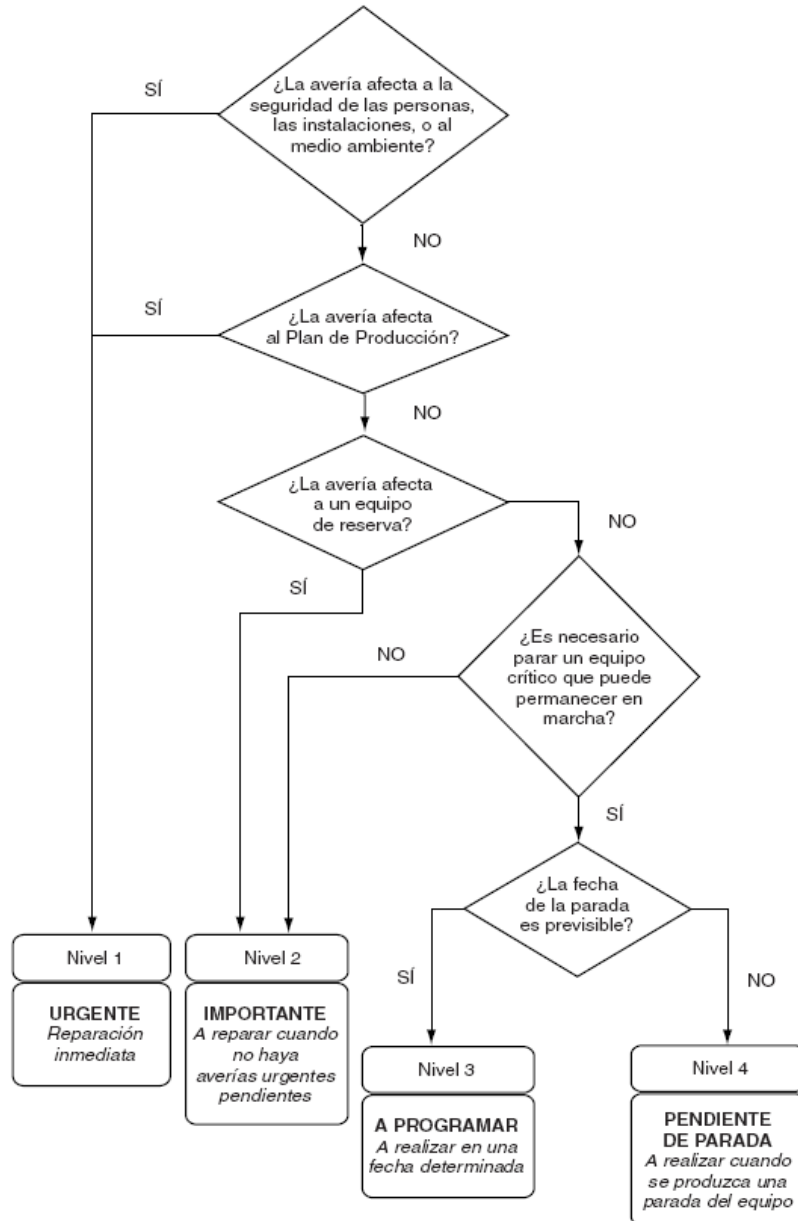
Gestionar con eficacia el mantenimiento correctivo significa:

- I. *Realizar intervenciones con rapidez*, que permitan la puesta en marcha del equipo en el menor tiempo posible (MTTR, tiempo medio de reparación, bajo).
- II. *Realizar intervenciones fiables*, y adoptar medidas para que no se vuelvan a producir estas en un periodo de tiempo suficientemente largo (MTBF, tiempo medio entre fallos, grande).
- III. *Consumir la menor cantidad posible de recursos* (tanto mano de obra como materiales).

Clasificación de las averías:

- I. *Averías urgentes*: son aquellas que deben resolverse inmediatamente, sin esperas, pues causan un grave perjuicio a las empresas.
- II. *Averías importantes*: que aunque causan un trastorno al normal funcionamiento de la planta pueden esperar a que todas las averías urgentes estén resueltas.
- III. *Averías cuya solución puede programarse*: Puede que sea conveniente esperar a una parada del equipo o, simplemente, que el trastorno que causan es pequeño, y es más interesante acumular otras órdenes sobre el mismo equipo.

ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES DIAGRAMA DE FLUJO



✓ **Nivel 1: Averías urgentes.** Reparación inmediata. Es prioritaria frente a cualquier otra avería, a excepción de otras urgentes.

✓ **Nivel 2: Averías importantes:** No es necesario que la reparación sea inmediata, pero debe realizarse cuanto antes.

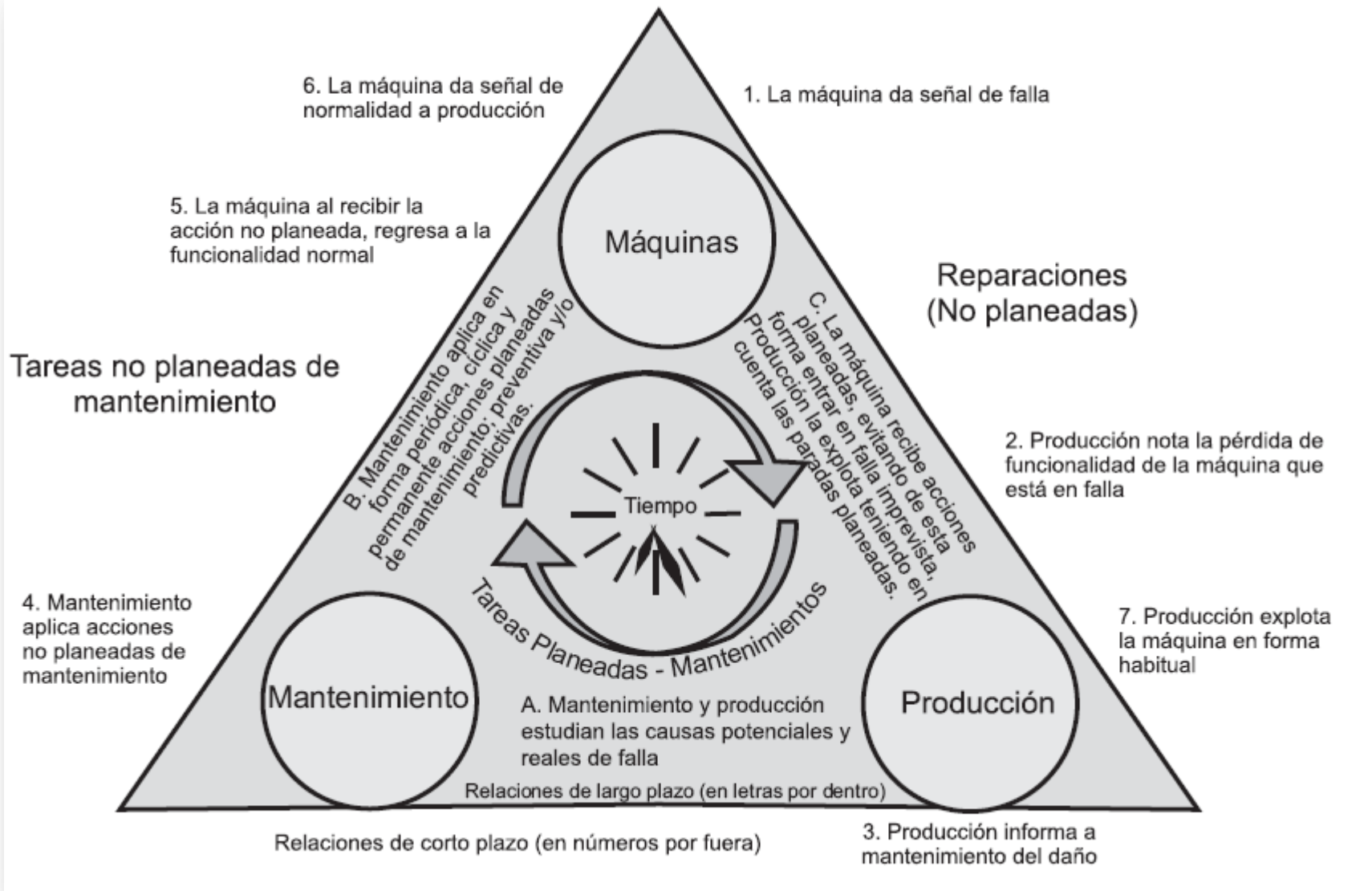
✓ **Nivel 3: Averías a programar con fecha determinada.**

✓ **Nivel 4: Averías a programar con fecha no determinada.** Son averías cuya reparación debe esperar a que se produzca una parada del equipo.

MANTENIMIENTO MODIFICATIVO

La tarea no planeada, denominada acción modificativa, es una versión superior y desarrollada de las acciones correctivas.

- Sucede cuando en forma continua se aplican reparaciones que no surten efecto en la recuperación de la funcionalidad del equipo.
- Una vez se encuentra la causa raíz del problema, se procede a aplicar políticas de control mediante la realización de modificaciones en el equipo o el sistema, a través de la utilización de conceptos y acciones propias de la ingeniería de diseño. Estos hechos en forma sistémica se reconocen como procesos de acciones modificativas de mantenimiento.
- Cuando la modificación no se hace como consecuencia de un estado de falla, sino con el fin de mejorar la productividad o elevar la confiabilidad del equipo, también califica como acción modificativa, pero en su versión del elemento producción.
- Las acciones modificativas de mantenimiento intentan eliminar las causas de las fallas. Dichas acciones consisten en mejorar el diseño de los equipos, ya sea por envejecimiento o por obsolescencia tecnológica, en hacerles modificaciones que permitan una mayor vida útil y/o una mejor productividad de los bienes que fabrica.



Reglas y relaciones cíclicas entre los elementos de mantenimiento para las acciones. Fuente: Mora Gutierrez, 2009.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

➤ La aplicación de instrumentos avanzados y básicos de mantenimiento, deriva en el conocimiento de las fallas y de su causa raíz, con todas sus connotaciones asociadas, como: características, situaciones propias y de ambiente donde se da, periodicidad, ocurrencia, medidas, soluciones, síntomas, causas básicas e inmediatas, modos de falla, función que se afecta, falla funcional presente, etc. Todo lo cual permite planear en el tiempo cuándo debe hacerse la reposición o reconstrucción del elemento, antes de que entre en modo de falla por cuerpo o por función.

➤ *Lo normal es que el parámetro de medición para determinar el momento del cambio físico (o reconstrucción) o de su ajuste funcional se haga en términos tales como horas de servicio, cantidad de desgaste, unidades producidas, velocidades alcanzadas, consumo, valor de alguna variable de condición, etc.* Posteriormente y una vez conocida la cifra previa del parámetro, se programa y se realiza la acción preventiva, antes de que alcance la condición fuera del estándar. En ese momento se interviene y se realiza la tarea proactiva de falla, que se conoce como preventiva.

➤ *En las acciones preventivas lo que realmente interesa es el estado inicial (o en tiempo real), en condición de funcionalidad y el momento previo a la situación fuera del estándar.*

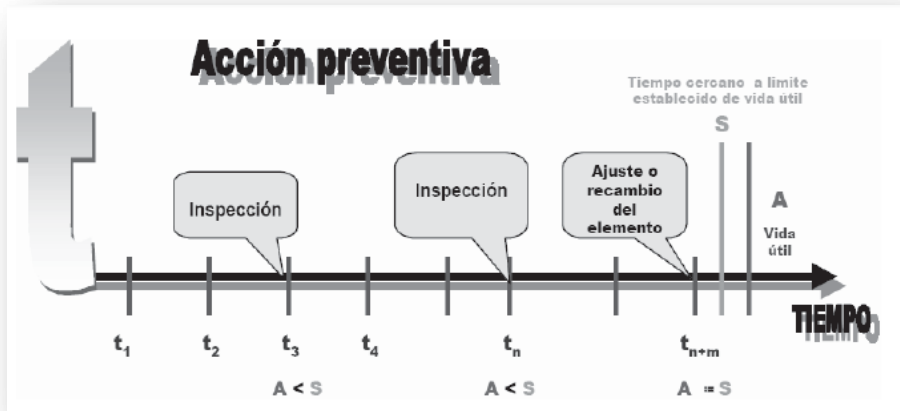
El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo (Patton, 1995).

La función principal del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de programación, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno. Consiste en una serie de actuaciones sistemáticas en las que desmontan las máquinas y se observan para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

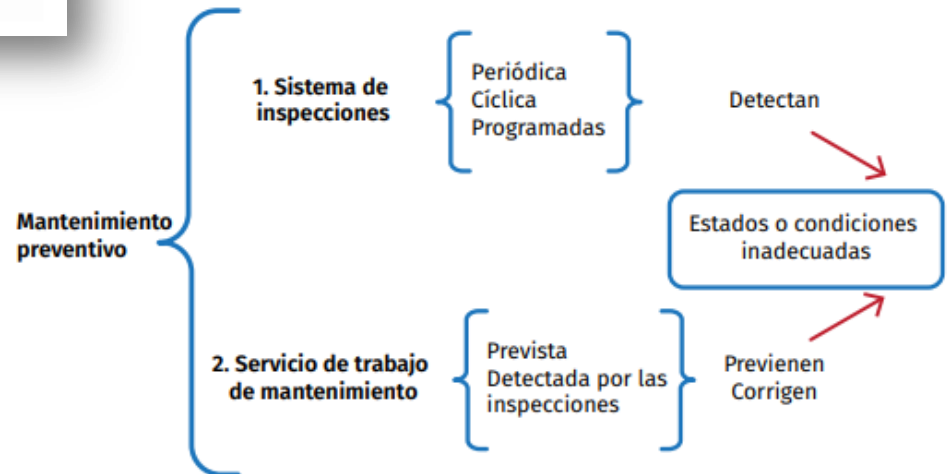
El mantenimiento preventivo es aquel que programa la sustitución de los elementos de las máquinas de manera periódica antes de llegar al fin de su vida útil. La periodicidad de las intervenciones de mantenimiento se basa en cálculos teóricos o estimaciones de la duración de los componentes que fallan según patrones basados en el tiempo de funcionamiento.

Las principales ventajas frente a otros tipos de tareas de mantenimiento son: Evita averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas.

- Prepara las herramientas y repuestos.
- Aprovecha realizar las reparaciones en el momento más oportuno tanto para producción como para mantenimiento.
- Distribuye el trabajo de mantenimiento optimizando la cuadrilla de reparación.
- Disminuye la frecuencia de los paros, pero los aprovecha para realizar varias reparaciones diferentes al mismo tiempo (Navarro y otros, 1997).



Situaciones de las acciones preventivas. Fuente: Mora Gutiérrez, 2009.



Los objetivos más relevantes del mantenimiento preventivo son:

- *Disponibilidad*: puede definirse como la probabilidad de que una máquina sea capaz de trabajar cada vez que se le requiera.
- *Confiabilidad*: es la probabilidad de que la máquina esté operando en todo el momento que necesite el usuario.
- *Incrementar*: al máximo la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas o equipos llevando a cabo un mantenimiento planeado.

Las categorías del mantenimiento preventivo (MP) son las siguientes:

- *Cubrimiento del MP*: revisar el porcentaje del equipo o máquina críticos, para las cuales se han desarrollado programas de MP.
- *Ejecución del MP*: el porcentaje de rutinas del MP que han sido terminadas según programa.
- *Trabajos generados por las repeticiones del MP*: el número de acciones de mantenimiento que han sido solicitadas y tiene como origen rutinas del MP.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminuye las anomalías o fallas y los tiempos muertos (aumentando la disponibilidad de las máquinas, equipos e instalaciones).	Todo programa que se inicia genera un incremento en los costos.
Aumenta la vida útil de las máquinas, equipos, componentes e instalaciones.	
Hay una mejora efectiva en el uso de los recursos.	Para iniciar se necesita de tiempo extra en el trabajo del personal de mantenimiento. Búsqueda de la información, como manuales, historial, fichas técnicas, repuestos, inventarios, reparaciones, etc. Actualizar información, generación de procedimientos, instructivos.
Se disminuyen o se reducen, los niveles de inventarios de repuestos.	
Hay un ahorro económico a largo y mediano plazo.	
Elaboración de planes de mantenimiento.	
Se definen indicadores de gestión o de desempeño.	Tiempo para transferir la información recolectada.
Se documentan procedimientos, instructivos. Se mantiene actualizada la información.	
Se implementan buenas inspecciones de rutinas.	
Implementación de un buen programa de lubricación.	Técnicos de mantenimiento, trabajo de campo adicional. Taxonomía de los equipos. Materiales utilizados, tiempos, etc.
Definición de los presupuestos.	
Se aumenta la seguridad industrial para las personas.	Dotación, ordenamiento de almacenes. Rotación de repuestos, actualizar información, inventarios.
Se mejora el enfoque de contaminación ambiental.	
Disminución de pagos de horas extras, que se generan continuamente.	Se elevan costos, por entrenamientos, capacitaciones para el personal.
Se aumenta el cumplimiento de la entrega oportuna de producción.	



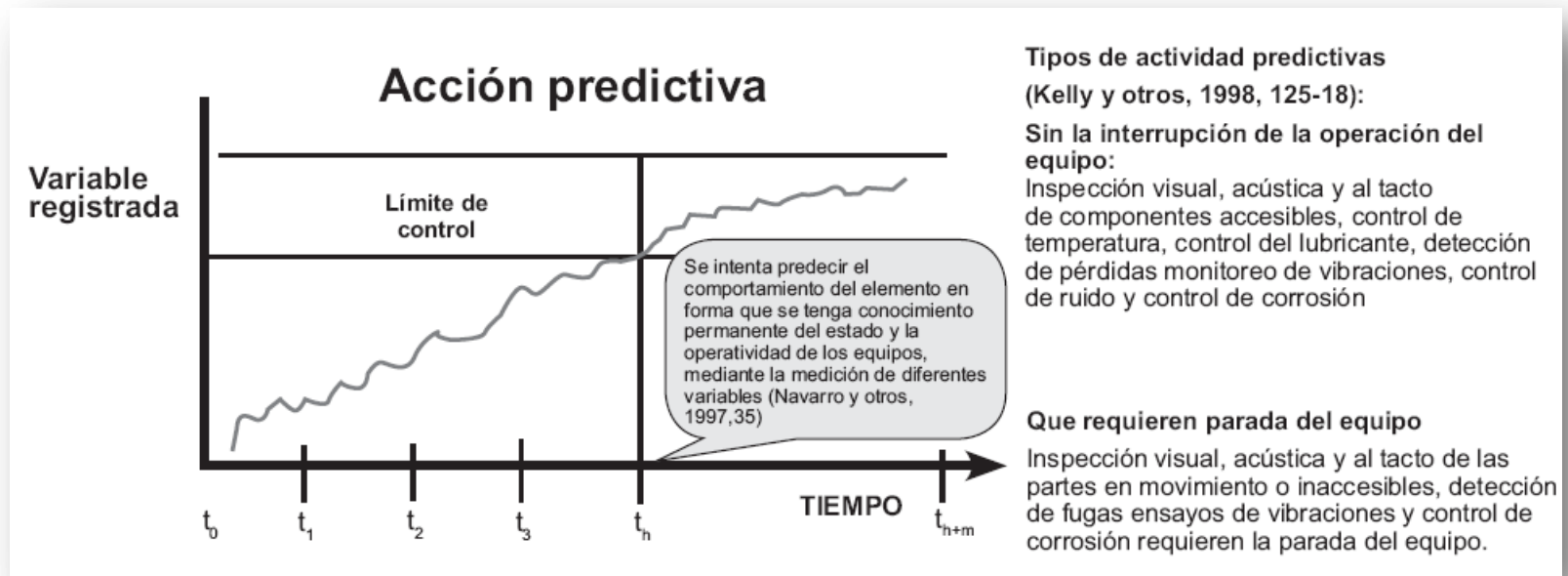
MANTENIMIENTO PREDICTIVO O BASADO EN LA CONDICIÓN

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, lo cual produce grandes ahorros en mantenimiento.

- *El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención en los activos industriales.*
- El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.
- El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.

➤ La predicción del comportamiento de los parámetros se hace por medio de las ciencias matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes o multivariantes, etc. Una de sus características más importantes es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando.

➤ La principal ventaja radica en la velocidad de detección de la avería (en forma anticipada y temprana al hecho), mientras que en otros casos sólo es posible establecer una frecuencia. A su vez, las acciones predictivas incorporan algunas variables que aumentan la información del estado de los equipos.



Situaciones de las acciones predictivas. Fuente: Mora Gutiérrez, 2009.

Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

- *La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.*
- *El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.*
- *La variable medida ofrezca una buena repetibilidad.*
- *La variable predictiva pueda ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.*

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:

- *La medida de las variables se realice de forma periódica en modo rutina.*
- *El sistema permita la coordinación entre el servicio de verificación predictiva y la planificación del mantenimiento.*
- *La organización de mantenimiento (planificación, taller) y la de producción (operación) esté preparada para reaccionar ante la eventualidad de un diagnóstico crítico.*

Algunas de las *ventajas del mantenimiento predictivo* son:

- *Reduce el tiempo de parada* al conocerse exactamente el órgano que falla.
- *Permite seguir la evolución de un defecto* en el tiempo.
- *Optimiza la gestión* del personal de mantenimiento.
- *Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria*, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual.
- *Maneja y analiza un registro de información histórica* vital a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- *Define los límites de tendencia* relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándar.
- *Posibilita la toma de decisiones* sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- *Facilita la confección de formas internas de funcionamiento, o compra de nuevos equipos.*
- *Provee el conocimiento del historial de actuaciones*, para ser utilizado por el mantenimiento correctivo.



DIVERSAS TECNICAS, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y ANALISIS PREDICTIVOS

Los sistemas de medida de parámetros de supervisión en continuo reducen los costes de operación de los sistemas predictivos y aumentan en gran medida su fiabilidad, al generarse abundante información de gran calidad a un coste mínimo.

Las técnicas predictivas de mayor implantación son:

- *Inspección visual, acústica y al tacto de componentes*
- *Vigilancia de temperaturas*
- *Control de corrosión*
- *Resistencia eléctrica*
- *Lubricación*
- *Termografía infrarroja*
- *Análisis de vibraciones*
- *Cromatografía de gases*
- *Ultrasonido*
- *Ensayos no destructivos*
- *Otros.*

Cada una de estas técnicas tiene su aplicación en la detección y diagnóstico de un conjunto determinado de fallos. Cuando dos o más técnicas permiten el diagnóstico de un mismo fallo, se comportan como complementarias y aumenta la fiabilidad del diagnóstico.

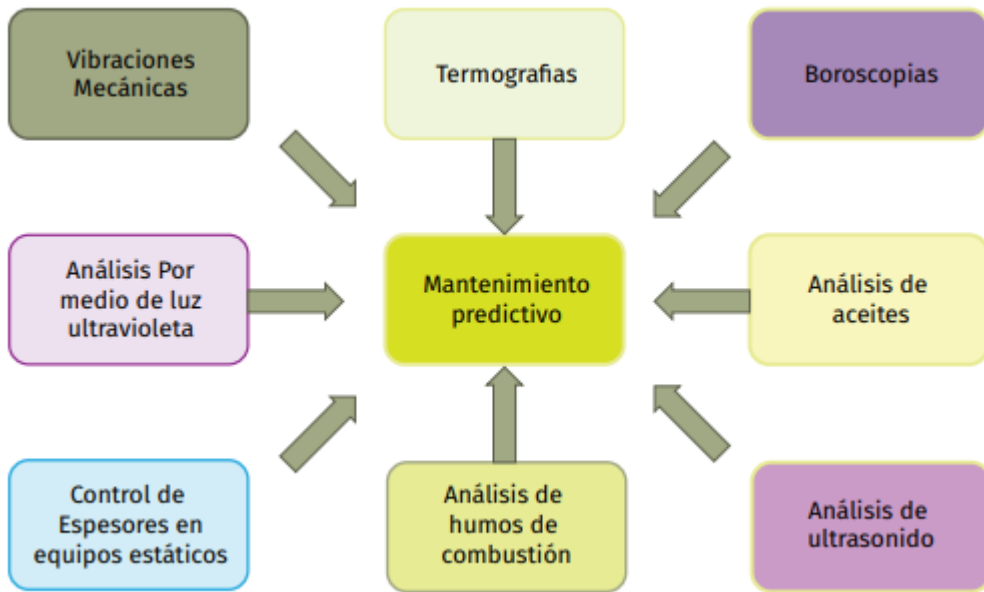
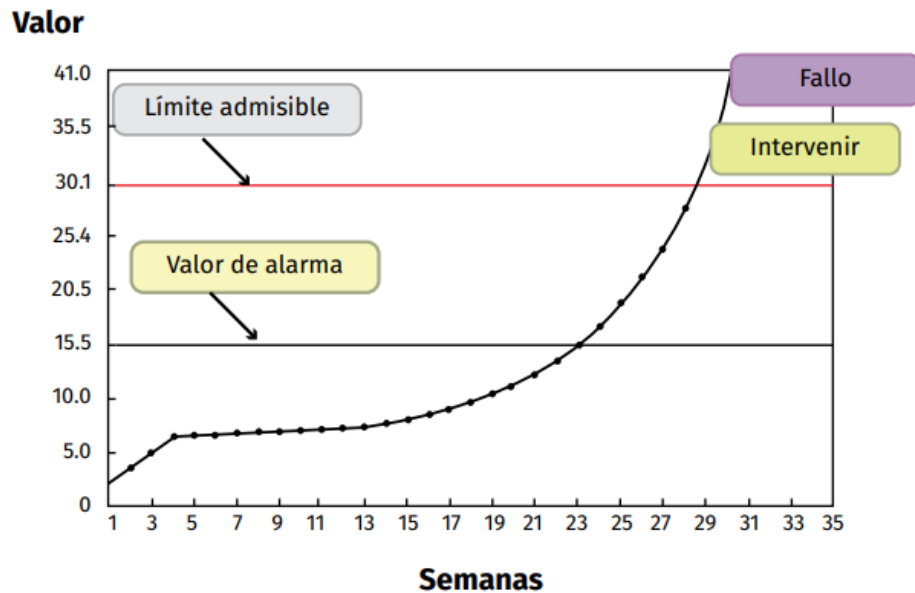


Figura 21. Gráfica de tendencia de un valor de amplitud de vibración de un cojinete.

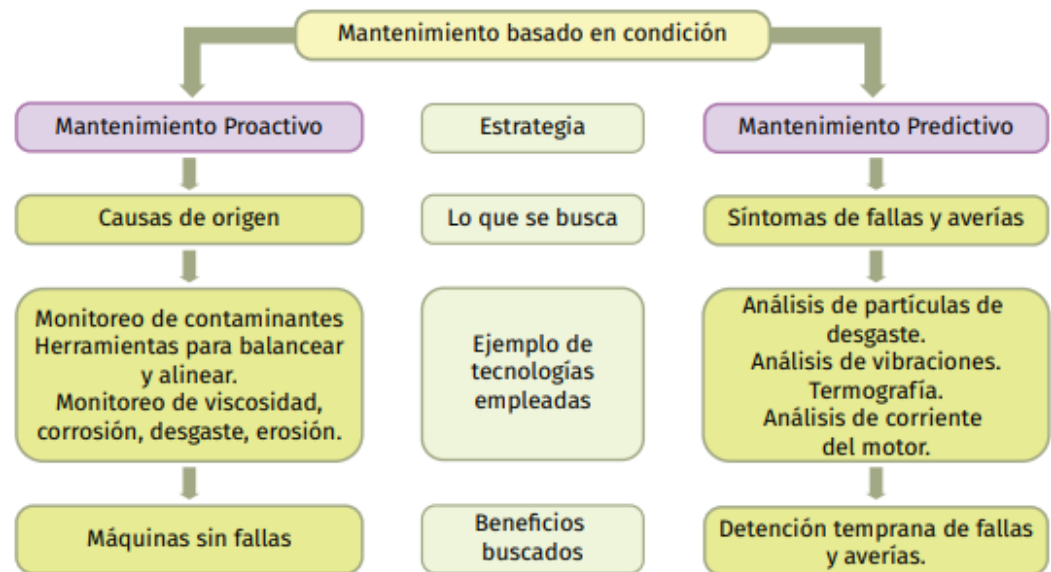


MANTENIMIENTO PROACTIVO

➤ *El mantenimiento proactivo o ingeniería de mantenimiento investiga las causas de las averías y busca remedios para evitar que se repitan y así aumentar su fiabilidad.*

➤ Esta filosofía de mantenimiento persigue el conocimiento de la causa raíz de los problemas (RCA, Root Cause Analysis) para corregirlos y así evitar que vuelvan a aparecer, lo cual aumenta la fiabilidad del activo productivo.

➤ Las prácticas proactivas más frecuentes en mantenimiento industrial son el equilibrado dinámico de rotores y la alineación de precisión de acoplamientos. Otras prácticas menos habituales (por requerir una mayor especialización) son los análisis estructurales del tipo ODS (Operating Deflection Shape) o Análisis Modal Experimental, aplicados a la modificación de bancadas y elementos estructurales y al rediseño operativo del equipo.



OTROS TIPOS DE MANTENIMIENTO

➤ **Mantenimiento cero horas:** 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.

➤ **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 tan solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

TIPOS DE PLANES DE MANTENIMIENTO

(Programación del mantenimiento)

¿Cuál es el mantenimiento que debo aplicar a cada uno de los equipos que componen una planta concreta?

Un modelo de mantenimiento es una mezcla de los anteriores tipos de mantenimiento en unas proporciones determinadas, y que responde adecuadamente a las necesidades de un equipo concreto.

Podemos pensar que cada equipo necesitará una mezcla distinta de los diferentes tipos de mantenimiento, una mezcla determinada de tareas, de manera que los modelos de mantenimiento posibles serán tantos como equipos puedan existir.

Ejemplo: de un motor determinado nos ocuparemos de su lubricación (mantenimiento preventivo periódico), si lo requiere, mediremos sus vibraciones o sus temperaturas (mantenimiento predictivo), quizás le hagamos una puesta a punto anual (puesta a cero) y repararemos las averías que vayan surgiendo (mantenimiento correctivo).

Modelo correctivo: Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico.

MODELO CORRECTIVO

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.

Modelo Sistemático: Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos.

MODELO SISTEMÁTICO

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Mantenimiento Preventivo Sistemático.
- Mantenimiento Condicional.
- Reparación de averías.

Modelo Condicional: Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos con probabilidad de falla baja.

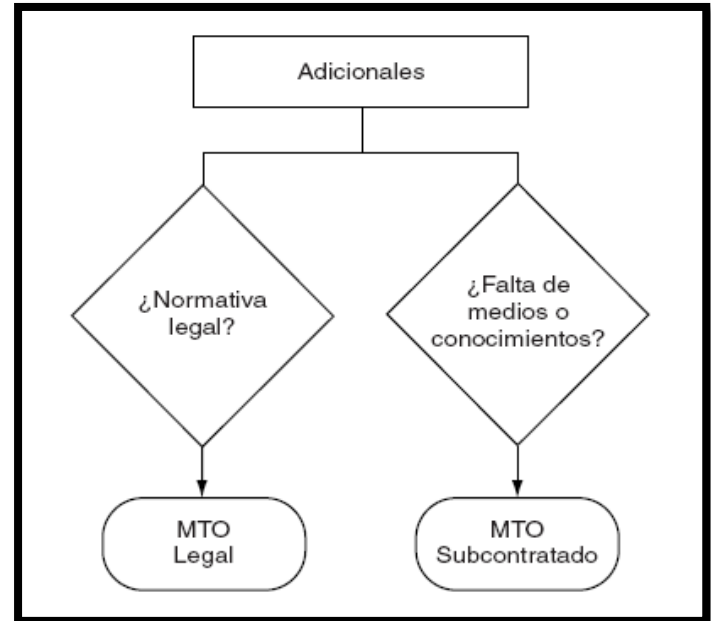
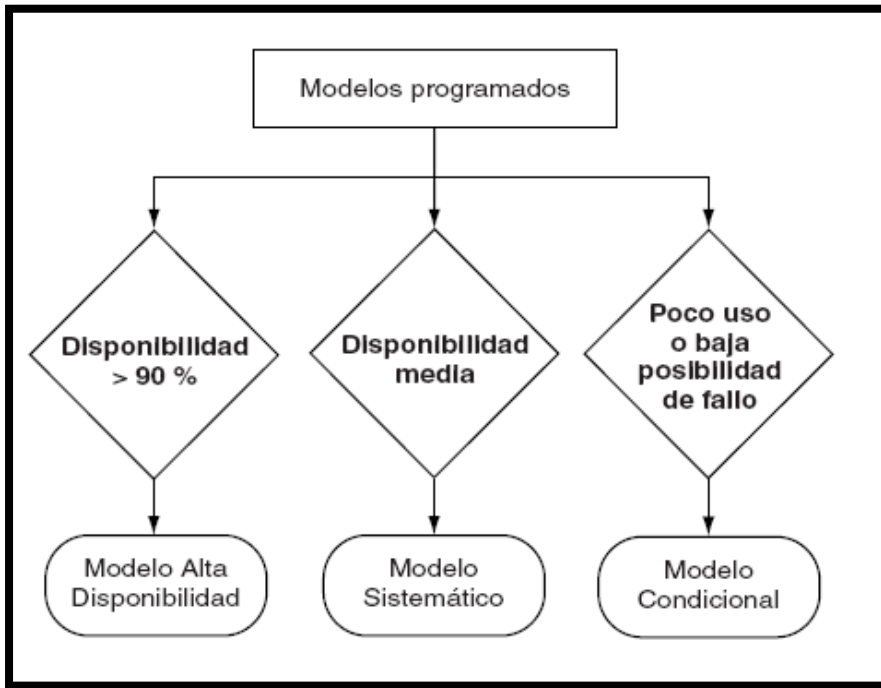
MODELO CONDICIONAL

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Mantenimiento Condicional.
- Reparación de averías.

Modelo de Alta Disponibilidad: Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. No hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo.

MODELO DE ALTA DISPONIBILIDAD

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.
- Mantenimiento Condicional.
- Mantenimiento Sistemático.
- Puesta a cero periódica, en fecha determinada (Parada).



En el diseño del Plan de Mantenimiento, deben tenerse en cuenta dos consideraciones muy importantes que afectan a algunos equipos en particular. En primer lugar, algunos equipos están sometidos a normativas legales que regulan su mantenimiento, obligando a que se realicen en ellos determinadas actividades con una periodicidad establecida.

- ✓ *Equipos y aparatos a presión.*
- ✓ *Instalaciones de alta y media tensión.*
- ✓ *Torres de refrigeración.*
- ✓ *Determinados medios de elevación, de cargas o de personas.*
- ✓ *Vehículos.*
- ✓ *Instalaciones contraincendios.*
- ✓ *Tanques de almacenamiento de determinados productos químicos.*

Algunas de las actividades de mantenimiento no podemos realizarlas con el equipo habitual de mantenimiento (sea propio o contratado) pues se requieren de conocimientos y/o medios específicos que solo están en manos del fabricante, distribuidor o de un especialista en el equipo.

El especialista puede ser el fabricante del equipo, el servicio técnico del importador, o una empresa que se ha especializado en un tipo concreto de intervenciones.

Debemos recurrir al especialista cuando:

- *No tenemos conocimientos suficientes.*
- *No tenemos los medios necesarios.*

La programación del mantenimiento puede gestionarse según averías inesperadas, de manera periódica o basado en la condición del activo.

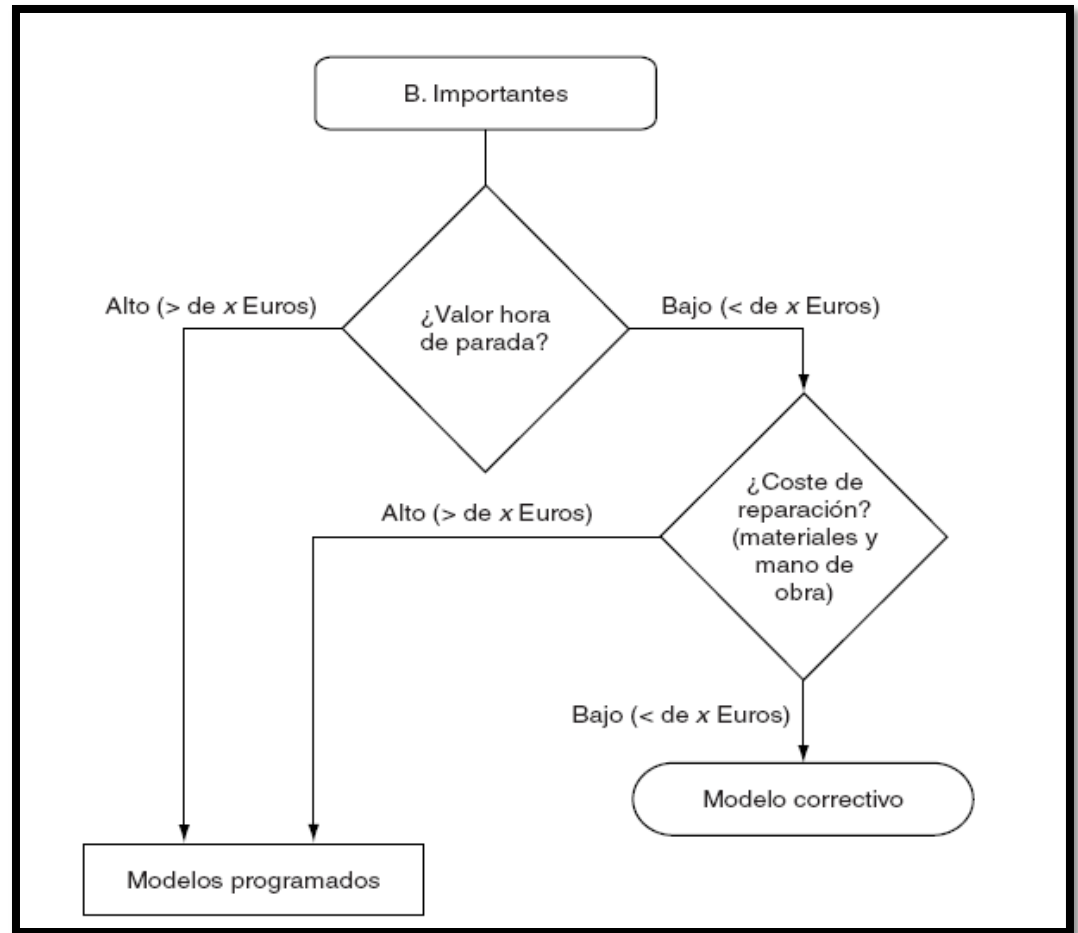
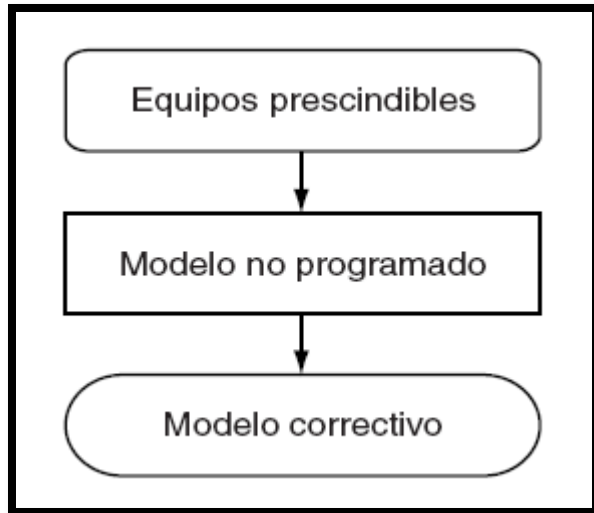
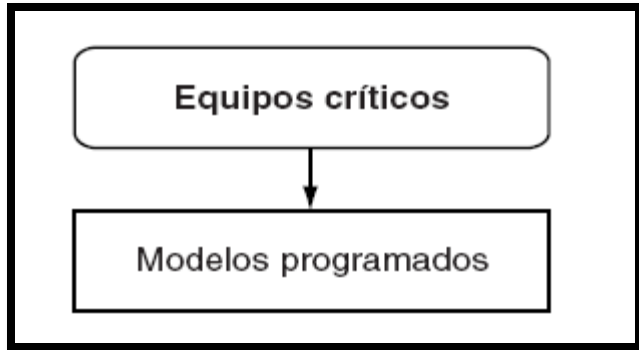
Para realizar una correcta asignación de la estrategia correcta para cada activo se han de clasificar los activos según su criticidad.

- A) *Equipos críticos.* Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- B) *Equipos importantes.* Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- C) *Equipos prescindibles.* Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

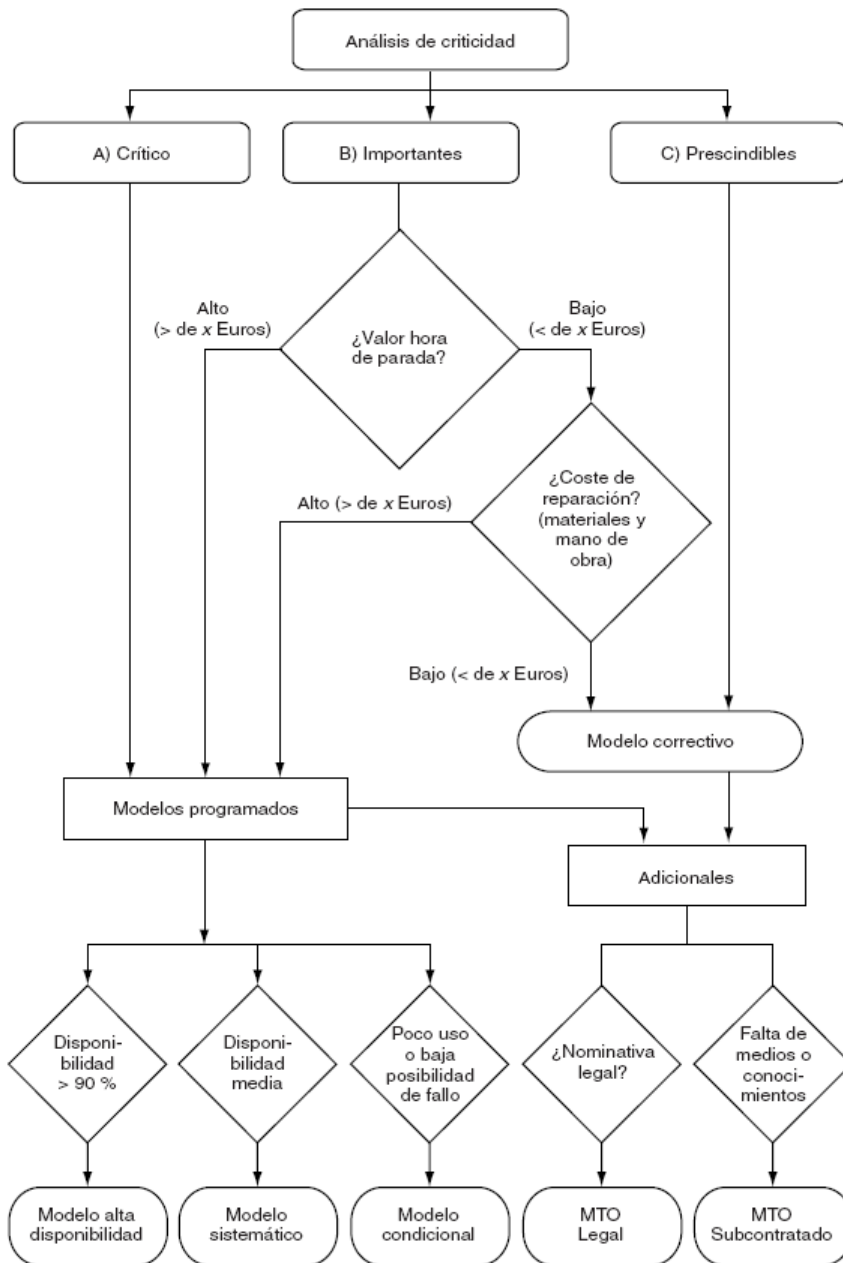
ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.		Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO



MODELOS DE MANTENIMIENTO

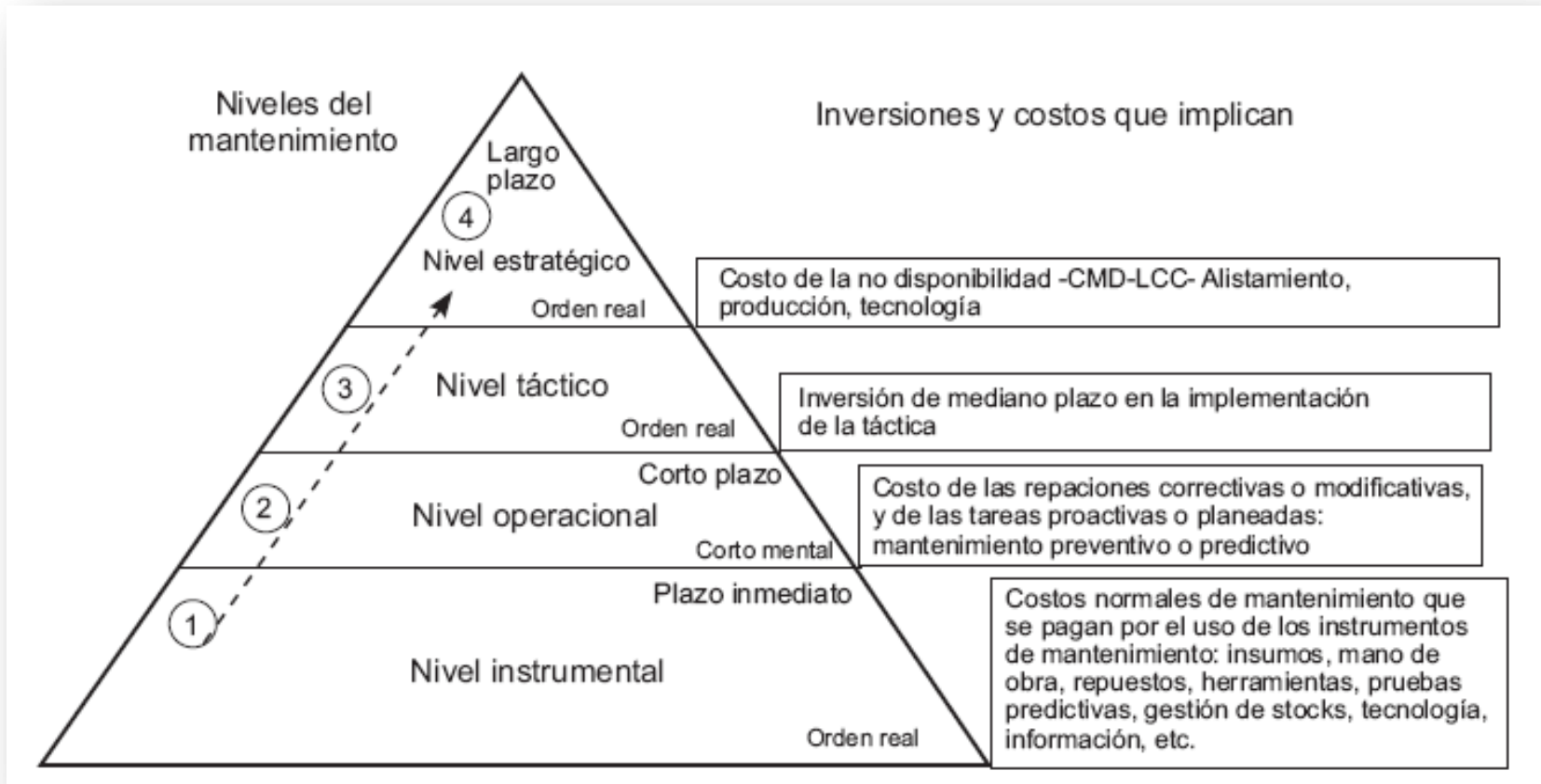


El Plan de Mantenimiento no es algo estático, que una vez creado pueda permanecer durante meses o años inalterable.

A medida que se lleva a cabo el plan y se van realizando las distintas gamas de mantenimiento, se detectan mejoras que es posible introducir: tareas a las que hay que cambiar la frecuencia, tareas que resultan innecesarias y que no aportan ninguna mejoría en el estado de la instalación o en el coste del mantenimiento; tareas que se habían olvidado y que aparecen como necesarias.

En otras ocasiones, es el mantenimiento correctivo el que genera modificaciones en el Plan de Mantenimiento: el análisis de determinadas averías añade nuevas tareas a realizar, para evitar que determinados fallos se repitan.

COSTOS DEL MANTENIMIENTO



Costos asociados a los niveles de mantenimiento. Fuente: Mora Gutiérrez, 2009.

➤ Costos fijos

Son los que se refieren a todas las acciones planeadas de mantenimiento, e implican los valores que se pagan por usar todos los instrumentos (básicos, avanzados genéricos y específicos como los específicos de orden técnico), que se requieren para llevar a cabo las tareas proactivas.

➤ Costos variables

Son los gastos en que se incurre cuando aparecen fallas o reparaciones no planeadas.

Todas las acciones correctivas o modificativas no planeadas generan estos costos. Sus valores dependen de la mano de obra, repuestos, materiales, instrumentos de mantenimiento, etc., que se usen para hacer las reparaciones o modificaciones a los equipos.

➤ Costos financieros

La inversión que se tenga en repuestos, insumos y/o materias primas de mantenimiento en almacenes, la duplicidad de maquinaria para elevar la confiabilidad (o disponibilidad) y demás valores asociados generan los costos financieros.

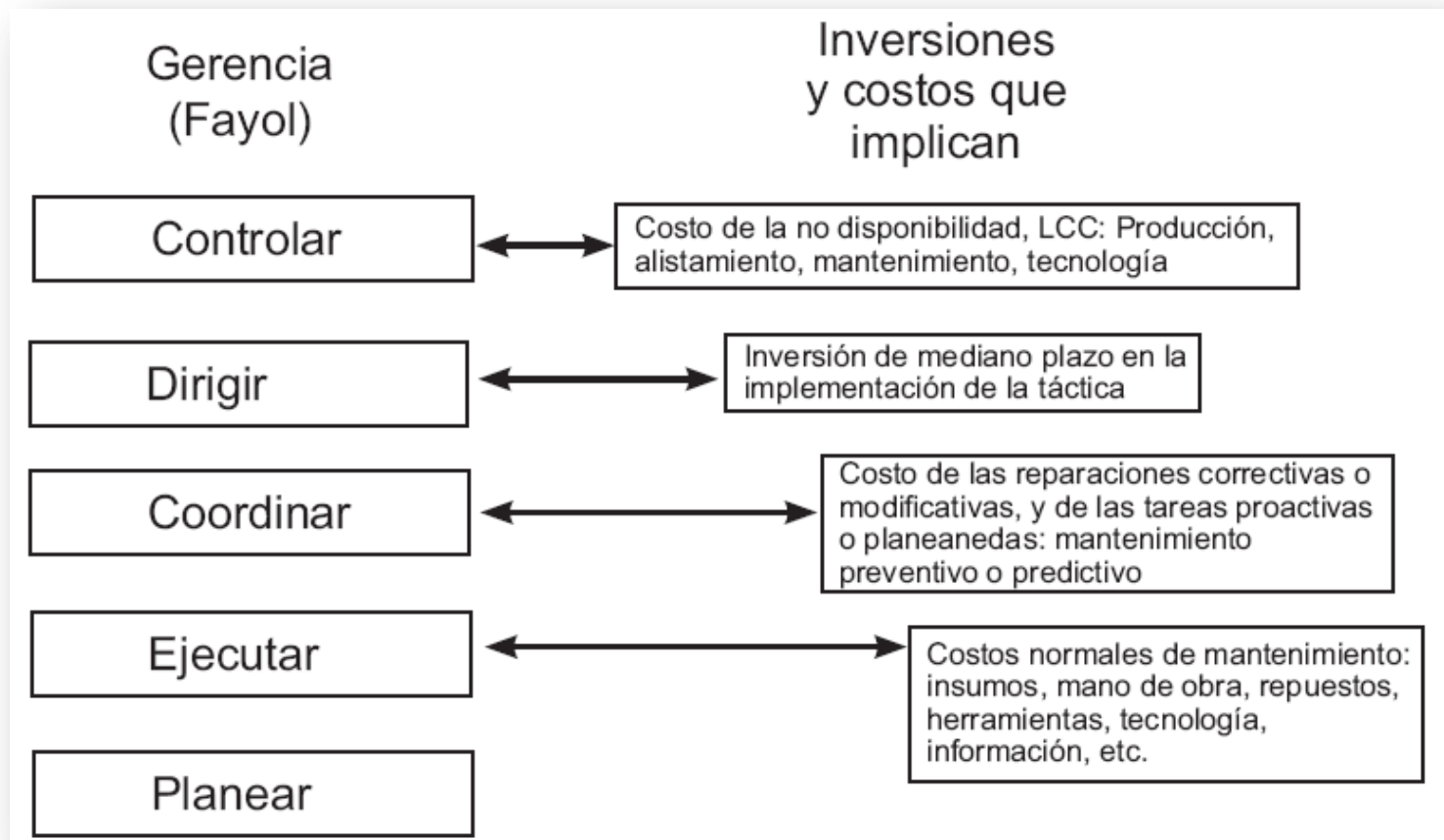
Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción.

➤ Costos de la no disponibilidad por fallas

El valor que implica no poder utilizar una máquina, debido a reparaciones o modificaciones causadas por fallas imprevistas, es el rubro más importante en los costos de mantenimiento; normalmente es superior a los tres anteriores sumados.

$$\text{Costo de la no disponibilidad} = \text{Costo de la producción en tiempo} * (1 - \text{Disponibilidad en tiempo})$$

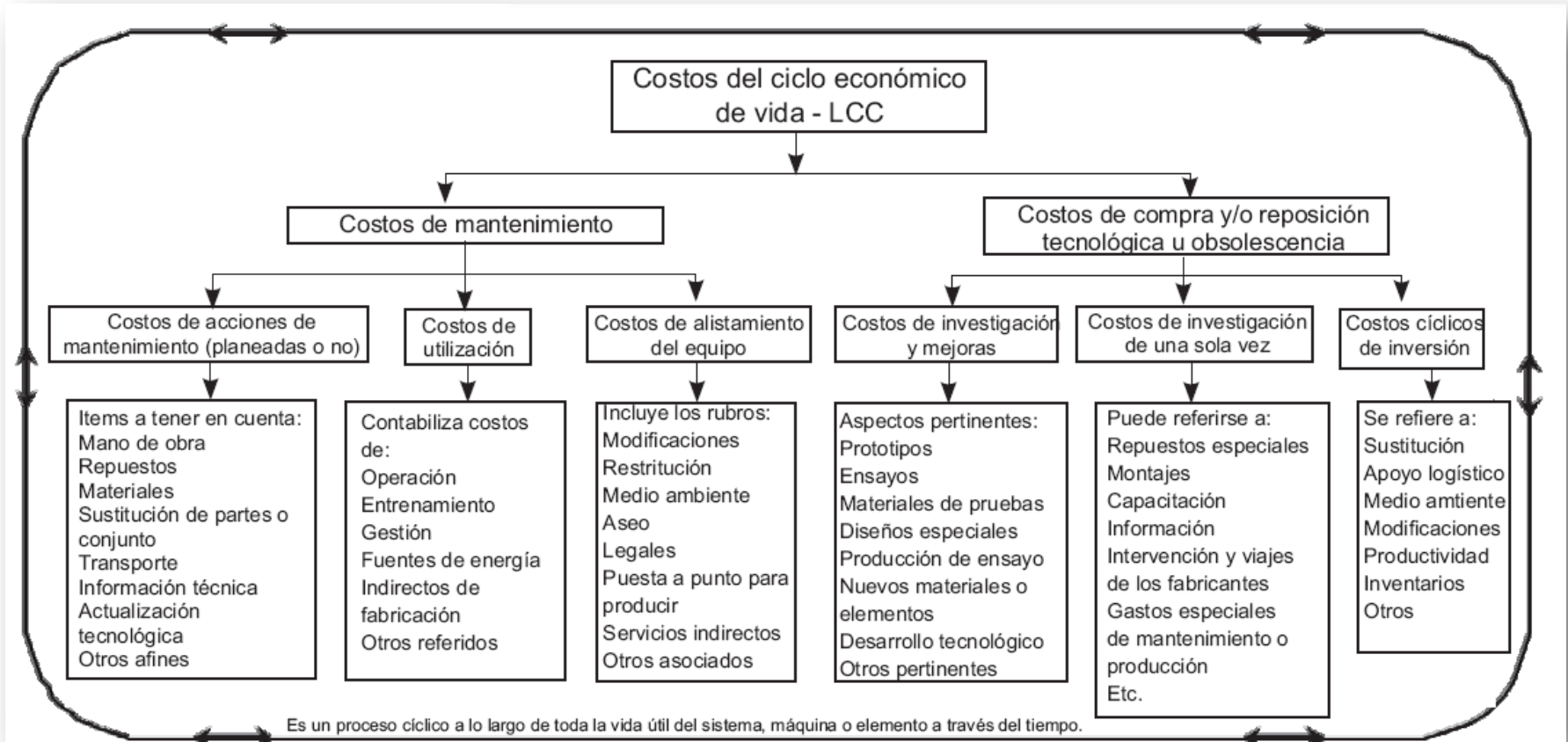
➤ **Costo integral:** es el resultante de la suma de los cuatro costos anteriormente descritos. Este costo nos da una idea más global de la gestión de mantenimiento que el análisis de cualquiera de los costos que la componen. Con este costo se pretende relacionar no solo el gasto que el mantenimiento ocasiona a la empresa, sino también los posibles beneficios que pueda generar.



COSTO DE MANTENIMIENTO











Es el esfuerzo económico que tienen como objetivo garantizar la disponibilidad y funcionalidad de los equipos productivos bajo condiciones estándares.





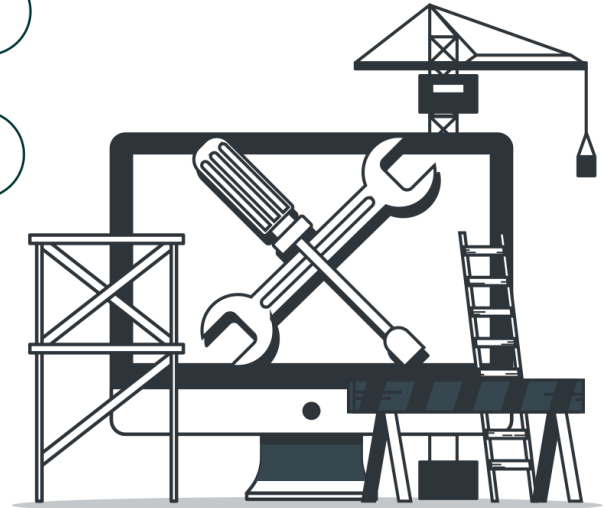
La misión primordial es optimizar el mantenimiento a través de una filosofía de trabajo que permita mejorar los procesos, alargar la vida útil de los equipos, minimizar las fallas, disminuir los tiempos de reparación, aumentar la seguridad y operación de los equipos, y sobre todo, una reducción significativa de los costos de producción y mantenimiento.

10 Pasos Para Realizar Un Plan de Mantenimiento

-  1 Establecer metas y objetivos.
-  2 Asignar un presupuesto.
-  3 Inventariar las reparaciones realizadas.
-  4 Clasificar los equipos y sistemas de tu empresa.
-  5 Especificar los equipos que se les aplica mantenimiento y a los que no.
-  6 Designar a los responsables del mantenimiento.
-  7 Consultar los manuales de los equipos.
-  8 Elaborar lista de requerimientos para revisar y reparar piezas y equipos.
-  9 Seleccionar el tipo de plan de mantenimiento a usar.
-  10 Ejecutar las tareas de tu plan de mantenimiento.

06 CONSEJOS PARA MEJORAR TU ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

- 1 Monitorea activos altamente críticos
- 2 Planifica con anticipación
- 3 Mantén un registro de mantenimiento
- 4 Invierte en software de mantenimiento
- 5 Opta por un proceso automatizado
- 6 Identifica y aborda áreas de riesgo



BIBLIOGRAFÍA

- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Editorial Alfaomega, Bogotá, 2009.
- Programa “GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO”. Propymes, 2014.
- Artículo “FIABILIDAD”. Villagarcía, Teresa.
- Estudio de caso: IT RAMS: Modelización y Simulación de la Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de Sistemas TIC. Sergio Gonzalo San José, 2015.
- GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Editorial Díaz de Santos, SA, 2010.

Páginas Web consultadas:

- ✓ <https://blog.infraspeak.com/es/tipos-de-mantenimiento/>
- ✓ <file:///C:/Users/mdiaz/Downloads/la-estrategia-predictiva-en-el-mantenimiento-industrial---pdf-885-kb.pdf>
- ✓ http://easy-maint.net/blog_easymaint/2017/03/16/costos-de-mantenimiento-y-parada-de-planta/
- ✓ <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Calculo-Automatizado-de-Confiability-54>
- ✓ <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/modulo-ii-el-deterioro-de-los-equipos-mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-v1.pdf>
- ✓ <https://predictiva21.com/confiabilidad-mantenibilidad-ciclo-vida-activo/>
- ✓ <https://www.facebook.com/mayugo.edu/photos>