

# **Capítulo I**

## **APROXIMACIÓN AL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

### **1. INTRODUCCIÓN A LA FUNCIÓN "MANTENIMIENTO"**

#### **1.1 ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?**

La conservación de los equipos de producción es una apuesta clave para la productividad de las fabricas así como para la calidad de los productos.  
Es un reto industrial que implica la revisión de las estructuras inmóviles actuales y la promoción de métodos adaptados a la nueva naturaleza de los materiales.

#### **a) Examen de algunas definiciones del mantenimiento:**

-- Según Larousse:

"conjunto de todo lo que permite mantener o restablecer un sistema en estado de funcionamiento".

-- Según AFNOR (NF X 60-010):

**"conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado".**

-- Comentarios:

"mantener" comprende la noción de "prevención" en un sistema en funcionamiento;

"restablecer" contiene la noción de "corrección" consecutiva a una pérdida de función;

"estado específico" o "servicio determinado" supone la predeterminación del objetivo a conseguir, con la cuantificación de los niveles característicos.

Esta definición AFNOR "olvida" el aspecto económico, laguna llenada en el documento de introducción X 60-000:

"mantener bien es asegurar las operaciones al coste global optimo".

#### **b) El mantenimiento es la "medicina de las maquinas"**

Con el fin de profundizar más adelante en el dominio del mantenimiento, será útil la comparación práctica entre la "salud humana" y la "salud maquina".

Existe una analogía, puesta en evidencia en el siguiente cuadro:

SALUD DEL HOMBRE		Analogía	SALUD- MAQUINA
Conocimiento del hombre	Nacimiento	Puesta en servicio	Conocimiento de la tecnología
Conocimiento de las enfermedades	Longevidad	Durabilidad	Conocimiento de los tipos de fallos
Carnet de salud	Buena salud	Fiabilidad	Histórico
Dossier medico			Dossier maquina
Diagnostico,examen ,visitas			Diagnostico, prueba, inspección
Conocimiento de los tratamientos			Conocimiento de las acciones curativas
Tratamiento curativo	Muerte	Rechazo	Arreglo, reparación
Operación			Renovación, modernizacion, recambio estándar.
MEDICINA			MANTENIMIENO INDUSTRIAL

Existen otras similitudes, a nivel de patología, de los diagnósticos e incluso de los útiles (endoscopias, radioscopias, monitores), similitudes que iremos descubriendo sucesivamente.

Una observación aleatoria: los dossiers-maquinas e históricos están a menudo mejor mantenidos que los carnets de salud...

Esta analogía permite que se ose dar la siguiente definición:

**"El mantenimiento es la medicina de las maquinas",**

lo cual es una abreviación practica para desmitificar la función Mantenimiento, pero no contiene ningún juicio de valor sobre la importancia relativa hombre/maquina.

### **c) El mantenimiento y la vida de una maquina**

El mantenimiento empieza mucho antes que el ida de la primera avería de una maquina. De hecho, empieza desde su concepción.

En la concepción es cuando la mantenibilidad (aptitud de ser mantenida), la fiabilidad y la disponibilidad (aptitud de ser "operacional") y la durabilidad (duración previsional de su vida) van a ser predeterminadas.

El papel del mantenimiento, en el seno de la estructura de utilización, empieza por el consejo en la compra (teniendo en cuenta los criterios que se dan a continuación).

Es deseable que el mantenimiento participe a partir de la instalación y puesta en marcha de la maquina: así desde el primer día de producción, con posibilidad de avería potencial, el servicio conoce ya la maquina, posee el dossier y el programa de mantenimiento.

Por tanto, su misión es triple:

- |                                     |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| --vigilancia permanente o periódica | con toma, puesta en memoria y    |
| --arreglos y reparaciones           | tratamiento de las informaciones |
| --acciones preventivas              | operacionales recogidas.         |

El conocimiento del material, de sus debilidades, degradaciones y desviaciones completadas día a día, permite correcciones, mejoras y, en el plano económico, optimizaciones que tienen por objeto reducir al mínimo el ratio:

gastos de mantenimiento + costes de paros fortuitos

-----  
servicio efectuado

El último papel a jugar por el mantenimiento es el de determinar el momento económico del cese de cuidados a dedicar a la maquina, y de participar en la elección de su reemplazamiento; pues una maquina "muere" inexorablemente, y el ahínco terapéutico, incluso técnico, cuesta caro.

## **1.2. HISTORIAL Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

**a) El termino "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 termino "mantenimiento" en la industria ocurrió hacia 1950 en Estados Unidos. En Francia, se superpone progresivamente al "entretenimiento"; la muestra de anuncios que se da en las paginas 8 y 9 demuestra la sinonimia que existe actualmente.

### **b) ¿Entretenimiento o mantenimiento?**

Más allá del vocabulario de moda, existe una real y profunda mutación que encubre a estos dos términos.

Esquemáticamente, se puede decir que:

- entretener es arreglar y reparar un parque de material, con el fin de asegurar la continuidad de la producción:

**entretener, es soportar el material;**

- mantener es escoger los medios para prevenir, corregir o renovar según el uso del material, según su criticidad, a fin de optimizar el coste global de posesión:

***mantener es dominar***

De hecho, la mayor parte de los servicios de "entretenimiento tradicional" están en mutación hacia el mantenimiento, y no importa querer ver más allá de las "etiquetas" pegadas a los servicios actuales.

Ejemplos de ambigüedad de terminología:

**c) ¿Por qué esta evolución?**

Argumentos técnicos y económicos explican esta evolución.

- Los equipos de producción se automatizan. Se vuelven más "compactos", más complejos y son utilizados de modo más intenso.

Intervenir en estas máquinas requiere, pues, una competencia y un dominio de la técnica creciente. Cada vez es menos posible improvisar con el destornillador ~ la llave inglesa. . .

Hace 20 años, un taller mecánico de producción estaba compuesto de 20 máquinas, 20 conductores, un ajustador y un agente de entretenimiento. Hoy en día, para ser competitivo, el mismo taller se compone de una línea de producción atendida por dos obreros de producción y mantenida por dos técnicos.

- Los equipos son más gravosos (inversiones) y tienen plazos de amortización más cortos.
- Los tiempos de indisponibilidad de un "proceso" son económicamente más críticos que en un parque de máquinas no situadas "en línea"; algunos costes de paro son prohibitivos.

**d) Criterios de valoración del mantenimiento**

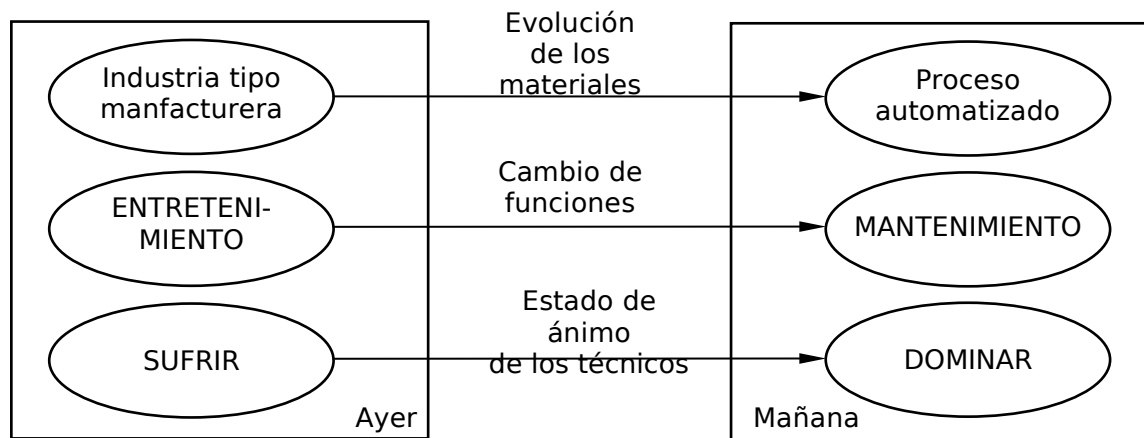
La mutación del entretenimiento hacia el mantenimiento es acelerada por un cierto número de factores de valoración, tales como:

- el potencial de inversión y de reconstrucción de las empresas, que favorece la dotación de equipamientos modernos y de medios para gestionarlos;
- la naturaleza del parque a entretener; si es homogéneo, estandarizado, si los costos de los fallos son elevados, entonces el mantenimiento resulta indispensable;
- los requerimientos de seguridad impuestos a materiales críticos;
- la sensibilización de los responsables en las economías que se puede esperar de un mantenimiento racional del parque.

Según la consideración de estos criterios, los "servicios de mantenimiento" ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

- posición fundamental para las centrales nucleares, las empresas de transporte (metro, aeronáutica...);
- posición importante para las empresas de proceso (en particular la petroquímica, con sus reglamentos de seguridad);
- posición secundaria para los parques de materiales dispares, de costos de paro bajos;
- el entretenimiento tradicional es el mejor adaptado para empresas sin producción en serie, de estructura "manufacturera".

**e) Síntesis**

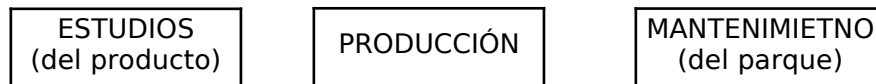


**f) El dicho del poeta Henry Michaux:**

"Cuando los coches piensen, los Rolls Royce estarán más angustiados que los taxis . . . "

**1.3. LA FUNCIÓN "MANTENIMIENTO"**

**a) La función "mantenimiento" es una de las tres funciones técnicas de la industria:**



- la función mantenimiento tiende a separarse de la producción (presupuesto propio, autonomía de gestión).
- Hay que tener en cuenta que la "producción" sigue siendo el objetivo evidente y prioritario de la empresa: el "mantenimiento" constituye una "ayuda a la producción".

**b) Interfases de un servicio de mantenimiento**

Este gráfico muestra que el mantenimiento es una función integrada en la vida de la empresa y que el técnico de mantenimiento es un hombre "de contacto". Igualmente muestra la importancia de la definición de los procesos de comunicación interfunciones.

**1.4. DIFERENTES SECTORES QUE PRACTICAN EL MANTENIMIENTO**

**a) Existe diferenciación** entre las industrias electromecánicas (objetivo tradicional de la enseñanza técnica) y las empresas susceptibles de poner en práctica una política de mantenimiento.

**b) Algunos ejemplos**

Los transportes (por carretera, por ferrocarril, marinos, aeronáuticos), la petroquímica (refinerías), las centrales nucleares, son tres sectores que han aportado mucho al desarrollo de las técnicas de mantenimiento.

Hospitales	Radio, TV	Empresas de servicio
Supermercados	Laboratorios	Municipios importantes
Prensa	Canteras, minas	Bomberos, etc.

En cada uno de estos sectores se evidencia la necesidad de "mantener" los

**c) ¿Quién hace mantenimiento?**

En esta obra tomaremos como modelo de organización el servicio interno de mantenimiento. Los métodos y procedimientos estudiados habrá que adaptarlos a las necesidades de las otras estructuras que hacen mantenimiento.

**1.5. LA EXPRESIÓN DE LAS NECESIDADES INDUSTRIALES**

Uno de los mejores medios para discernir las necesidades industriales en materia de técnicas de mantenimiento es dar la palabra a las empresas, a través de una muestra de ofertas de empleos, que se presenta en las paginas 22 y 23.

**Algunas observaciones después de la lectura de las ofertas de empleo**

- Se expresa una necesidad de técnicos especializados en mantenimiento.
- Las ofertas provienen de ramás industriales muy diversas.
- Las ofertas "para la exportación" son bastante numerosas.
- La demanda de técnica polivalente es flagrante, sobre una base de formación electromecánica (frío, automatismos, robótica, calderería...).
- Se abre un abanico de funciones: trabajos nuevos, S.P.V. gestión de la energía, del entorno..
- Se aprecia una sensibilización en el aspecto económico: inversión, presupuesto, seguimiento de los gastos. ..
- Aparecen ofertas relativas a una sola función "metodos-mantenimiento".
- En fin, la sinonimia de los términos "entretenimiento" y "mantenimiento" es evidente en el uso industrial actual, lo que hace más útil aun la difusión de las diferencias establecidas en esta obra entre estos dos términos.

**1.6. EL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO**

**a) Necesidad de una formación polivalente**

La tecnología de los materiales actuales implica una competencia técnica polivalente tanto para el equipo de intervención como para el técnico que tiene la responsabilidad. Las "fronteras" entre los terrenos mecánicos, hidráulicos, electrónicos, informáticos . . . no son evidentes en las maquinas "compactas" (véanse algunas dificultades de diagnostico).

Una polivalencia a nivel de la gestión es igualmente indispensable.

El técnico de mantenimiento tendrá que gestionar en todo o en parte:

- el conjunto del servicio, el personal, el presupuesto, las inversiones,
- el material de servicio, pero también los materiales de manutención, de elevación, los equipamientos "periféricos" (ejemplo: estación de depuración, central de energía, climatización...),
- la energía, el entorno,
- las existencias necesarias,
- los trabajos exteriores.

Para tomar la decisión es indispensable el dominio de los datos técnicos, económicos y sociales. Hay que tener la convicción de que no existe un buen mantenimiento absoluto, pero si un mantenimiento económico y eficaz en un momento dado, para un equipamiento dado. ...

#### **b) Algunas observaciones sobre el oficio de "técnico de mantenimiento"**

- - Con respecto al entretenimiento tradicional, el oficio ha sido claramente valorizado: las "herramientas" teóricas (fiabilidad, mantenibilidad...) y científicas (C.N.D., análisis de vibraciones . . . ) han enriquecido las tareas relativas a un material también tecnológicamente más avanzado que antes.
- Sin embargo, el mantenimiento es una tarea ingrata. Si bien los éxitos son poco visibles y naturales (¡esto funciona!), por el contrario las dificultades son sonadas: interrupción de la producción...
- A corto plazo, las acciones de mantenimiento cuestan caro a la dirección y dificultan la producción, de ahí la importancia de poder justificar el fundamento de estas acciones a medio y a largo plazo.
- Otro problema corporativo: el periodo estival es a menudo un periodo de intensa actividad para los servicios de mantenimiento (paro anual de producción material disponible para el entretenimiento ~ disponibilidad de los agentes de mantenimiento).
- Además de su vocación de mantener el útil de producción, el técnico de mantenimiento tendrá eventualmente la posibilidad de extender sus responsabilidades a campos tales como:
  - la organización de un servicio posventa,
  - la participación en estudios, concernientes a fiabilidad y a la disponibilidad previsional, la mantenibilidad, la elaboración de "planes de mantenimiento" para algunos contratos, los trabajos nuevos...
  - la participación en la puesta en practica de un "G.M.A.O." por la definición de un cuaderno de cargas: que datos hay que tomar, para que tratamiento, para que explotación?

- En conclusión, se puede destacar el "perfil" del técnico de mantenimiento como el de un hombre de terreno, de contacto y de equipo, que se apoya en su formación técnica inicial, y seguidamente en su experiencia para hacer evolucionar siempre la gestión del material que tiene bajo su responsabilidad.

## **2. EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA**

### **2.1. LAS INDUSTRIAS Y EL MANTENIMIENTO**

#### **a) Evolución tecnológica**

El siguiente gráfico ilustra de manera esquemática la evolución de las empresas de producción que reemplazan N máquinas en paralelo (industrias manufactureras) por n unidades de producción en serie (on line).

#### **b) Modelos de industrias con mantenimiento integrado**

Distinguiremos tres tipos de industrias que poseen servicios de mantenimiento integrados en su estructura (organigrama):

Empresas manufactureras: gran parque de maquinaria, productos numerosos; ejemplo: calderería.

Empresas de proceso: puestos en serie, pocos productos; ejemplo: refinería, papelera.

Empresas de servicios: equipos muy diversos; ejemplos: hospitales, transportes.

La importancia de la función mantenimiento es evidente en los dos últimos tipos, por los criterios dominantes siguientes:

"procesos": coste del paro, disponibilidad

"servicios": seguridad, disponibilidad.

De lo que se deduce que:

**cuanto más costosa es la indisponibilidad, más económico es el mantenimiento;**

**cuanto más esta en juego la seguridad, más se demuestra que el mantenimiento es obligado.**

### **2.2. MISIÓN DEL SERVICIO MANTENIMIENTO**

De una manera rápida, se puede definir la misión del servicio de mantenimiento como:

**La gestión optimizada del parque de material** (de la herramienta de producción).

Esta optimización se debe hacer en función de los objetivos, que deben estar claramente definidos, teniendo en cuenta tres factores:

- factor económico: menos costes de fallo, menos costes directos de prestación, economías de energía. . .
- factor humano: condiciones de trabajo, seguridad, impedimentos. . .
- factor técnico: disponibilidad y durabilidad de las máquinas.



Con unos objetivos a alcanzar precisos, la misión del servicio de mantenimiento consiste en **dominar** el comportamiento del material y **gestionar** los medios a poner en práctica.

Este es el objetivo de este texto.. .

#### **Algunas reflexiones preliminares**

- El servicio de mantenimiento tiene la responsabilidad de mantener la "salud" del parque de materiales de manera preventiva (antes del fallo)-y de manera correctiva (después del fallo).

- El entretenimiento no es un fin en si mismo, sino una necesidad que el productor soporta y que el financiero encuentra costosa.

**Atención:** sea cual sea la importancia del servicio de mantenimiento, este no es el objeto, sino un medio para ayudar a producir. . .

- El servicio de producción tiene una visión del entretenimiento a corto plazo. El servicio de mantenimiento, responsable del estado y de la conservación del material, debe tener la visión:

- a corto plazo (curativo),
- a medio plazo (preventivo),
- a largo plazo (duración de vida y reemplazamiento del parque).

Estos aspectos no se oponen más que en apariencia; son conciliables si las responsabilidades "mantenimiento-producción" están bien definidas.

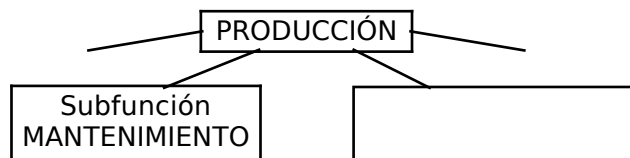
- por la política de la empresa,
- por la estructura de la empresa,
- por los medios suministrados al entretenimiento.

- La aplicación de métodos previsionales de mantenimiento a materiales de alta producción es menos costosa que la pérdida de producción debida a un paro intempestivo. Y cuando la producción es on line, el paro de una maquina implica el paro de toda la línea. '

### **2.3. ANÁLISIS DE LA CONEXIÓN MANTENIMIENTO--PRODUCCIÓN**

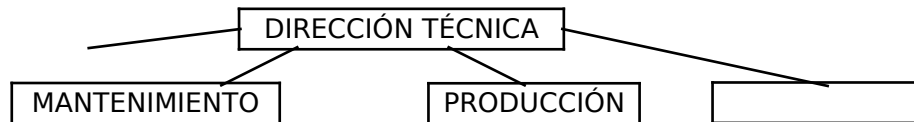
Antes de abordar el estudio de un organigrama "ideal" de la función técnica, es indispensable reflexionar sobre la evolución de las relaciones de la producción con el mantenimiento.

- La imagen tradicional del entretenimiento es la de una subordinación, ilustrada así:



En este esquema, el responsable de la producción impone sus criterios a corto plazo; tolera la lubricación, soporta los paros fortuitos, pero rechaza toda programación de paros preventivos.

- La "promoción" del entretenimiento al mantenimiento pasa por la "horizontalidad" de dos funciones, siguiendo el modelo siguiente:



En este contexto, el mantenimiento asegura el dominio de la "posesión" de un equipo:

- participación en la elección (con la producción),
- participación en las negociaciones de adquisición, en la instalación,
- dominio del mantenimiento bajo la óptica de una durabilidad predeterminada,
- búsqueda de mejoras y de optimización.

Esta estructura no elimina la *conflictividad* de las dos funciones.

Una concertación casi permanente es obligada, así como un buen conocimiento recíproco de requerimientos, misiones y problemas.

"Mientras yo juegue tenis con el jefe de producción, el mantenimiento será posible y eficaz", me decía un responsable de mantenimiento. . .

- La evolución en un futuro próximo tiende a una imbricación de las funciones.

En principio, por la fusión de los objetivos:

- gestionar la productividad,
- gestionar la calidad.

El mantenimiento esta cada vez más afectado por la calidad de los productos, que pasa por la calidad de las maquinas.

A continuación, por la convergencia de los medios.

La televigilancia permite la conducción de una cadena, responsabilidad natural de la producción. También permite igualmente la detección, con vistas a la corrección de los defectos, lo cual incumbe a mantenimiento.

De igual manera, la ayuda informática puesta en practica para gestionar la producción (G.P.A.O.) tiene numerosas conexiones con los sistemas G.M.A.O.

Finalmente, la T.P.M. (Total Productive Maintenance) japonesa muestra la conveniencia de confiar a los conductores de maquinas las acciones de mantenimiento de primer y segundo nivel. Con la misma lógica, el T.R.S. (Tasa de Rendimiento Sintético) es un indicador de gestión que tiene en cuenta a la vez los comportamientos de la producción y del mantenimiento.

## **2.4. ÁREAS DE ACCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO**

He aquí la lista de las diferentes tareas de las que un servicio de mantenimiento, según el contexto, puede ser responsable, lo cual prueba la necesidad de una formación polivalente. ..

- Por supuesto, el mantenimiento de los equipos: acciones correctivas y preventivas, arreglos, reparaciones y revisiones.
- La mejora del material, bajo la óptica de la calidad, de la productividad o de la seguridad.
- Los trabajos nuevos: participación en la elección, en la instalación y en la puesta en marcha de los nuevos equipos.
- Los trabajos relativos a la higiene, la seguridad, el entorno y la polución, las condiciones de trabajo, la gestión de la energía. . .
- Trabajos de reconversión de locales, modificación, demolición.
- La fabricación y la reparación de piezas de recambio.
- El aprovisionamiento y la gestión de las herramientas, de los recambios. . .
- Prestaciones diversas, para la producción (realización de montajes, por ejemplo) o para cualquier otra clase de servicio.
- El entretenimiento general de los edificios administrativos o industriales, de los espacios verdes, de los vehículos.. .

**Observación:** es muy importante codificar la naturaleza de las actividades (tiempos empleados) de manera que se puedan distinguir los costes específicos de mantenimiento del útil de producción de los costes relativos a otras actividades.  
Esto es de interés para la gestión de "presupuesto de entretenimiento".

## **2.5. ANÁLISIS DE UN ORGANIGRAMA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO**

### **a) ¿Qué es un organigrama?**

Se trata de una representación esquemática de la estructura de una empresa (de un servicio) que pone en evidencia las áreas de responsabilidad de cada elemento de que se compone.

Responde a la pregunta: "¿Quién hace que?"

El organigrama puede ser de orientación "jerárquica" (modelo militar construido sobre los grados) o "funcional" (véase el ejemplo de la página siguiente).

La separación de las funciones que muestra el organigrama no implica "el aislamiento": se deben definir los flujos de comunicaciones entre los diferentes bloques.

### **b) Interés del organigrama**

Su interés primordial es limitar el radio de acción de cada responsable, para evitar las incursiones y luchas de expansión de influencias: algunos hombres son bulímicos . . .

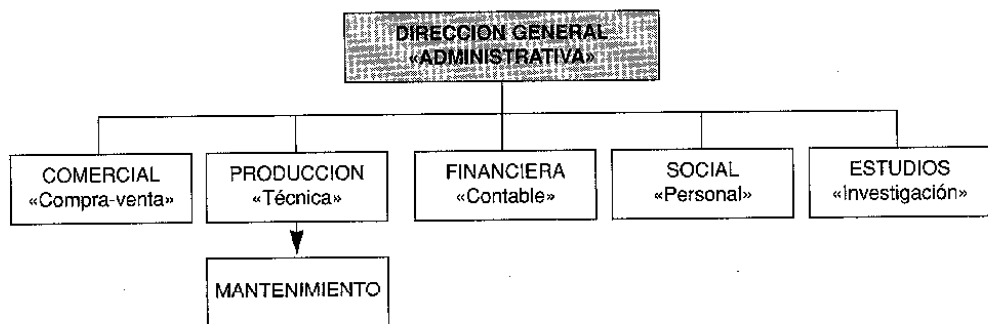
En el cuadro de la mutación de un servicio de entretenimiento, es indispensable "redistribuir las cartas" de manera compatible con los nuevos objetivos definidos: el primer trabajo de una empresa consultora de gestión encargada de hacer evolucionar el servicio de entretenimiento es volver a estudiar su organigrama.

*Se dice que un "buen" organigrama es una condición necesaria para la realización de la función de mantenimiento de la empresa, pero no es una condición suficiente. . .*

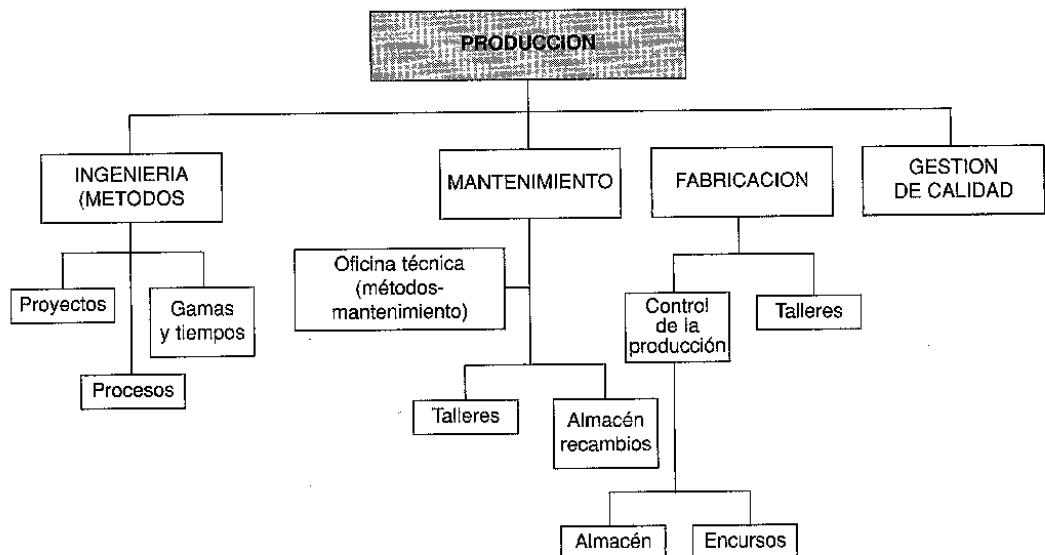
### c) Ejemplo de organigrama

El organigrama que se propone a continuación es un ejemplo "medio" compatible con un servicio de mantenimiento de 60 personas, en una empresa de 600 personas, que tiene cuatro unidades (o cuatro sectores) de producción.

Observación: un organigrama funcional no da ninguna indicación relativa a las comunicaciones interservicios. Así, por ejemplo, el servicio "metodos-mantenimiento" estará relacionado con el servicio comercial (maquina nueva), la oficina de estudios (trabajos de mejora pesados), la unidad 2 (análisis de una caída de disponibilidad).



**Figura I-5. Organigrama general**

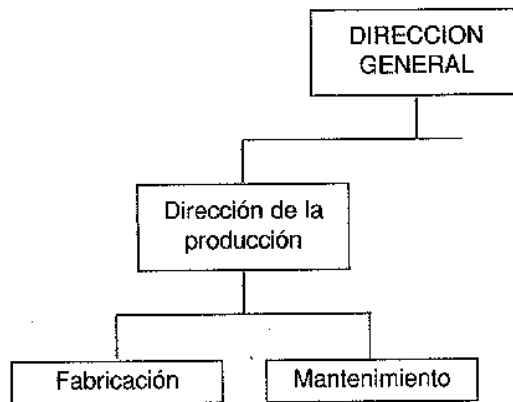


### d) Análisis crítico del organigrama anterior

(1) Es importante que los servicios "Producción" y "Mantenimiento" estén en "horizontal"

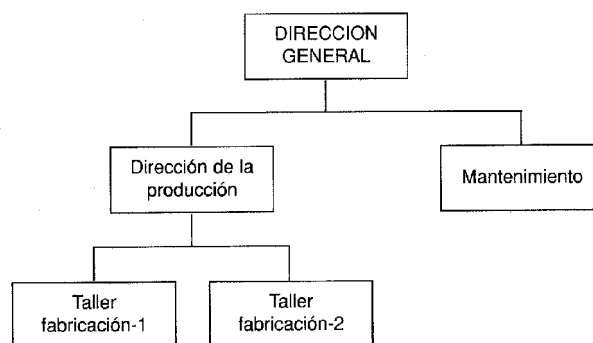
El primero tiene una visión a corto plazo del entretenimiento del parque.

El otro debe estar unido a medio y largo plazo: una relación "jerarquizada" no permitiría la realización de una política de mantenimiento racional. A cada uno sus objetivos...

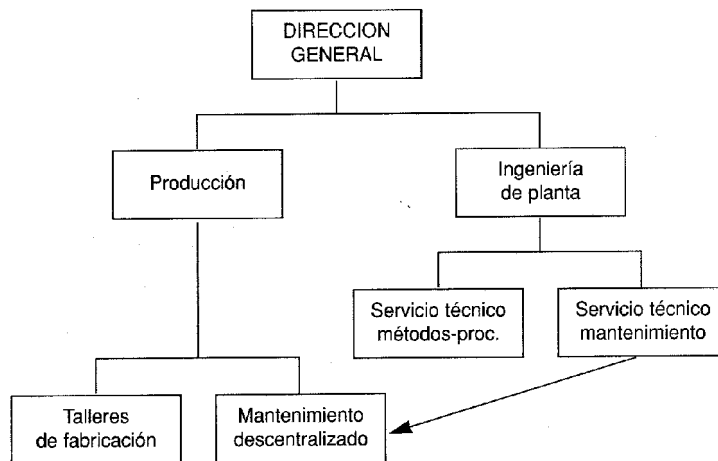


(2) Los destacamentos por sectores están ligados a un equipo al que ellos conocen perfectamente. Es importante que estén a cargo del responsable del entretenimiento; para:

- coherencia de la política,
- coordinación de los trabajos,
- seguimiento centralizado del material,
- procedimientos estandarizados que permitan la circulación de la información,
- facilidad de intercambio entre equipos, etc.



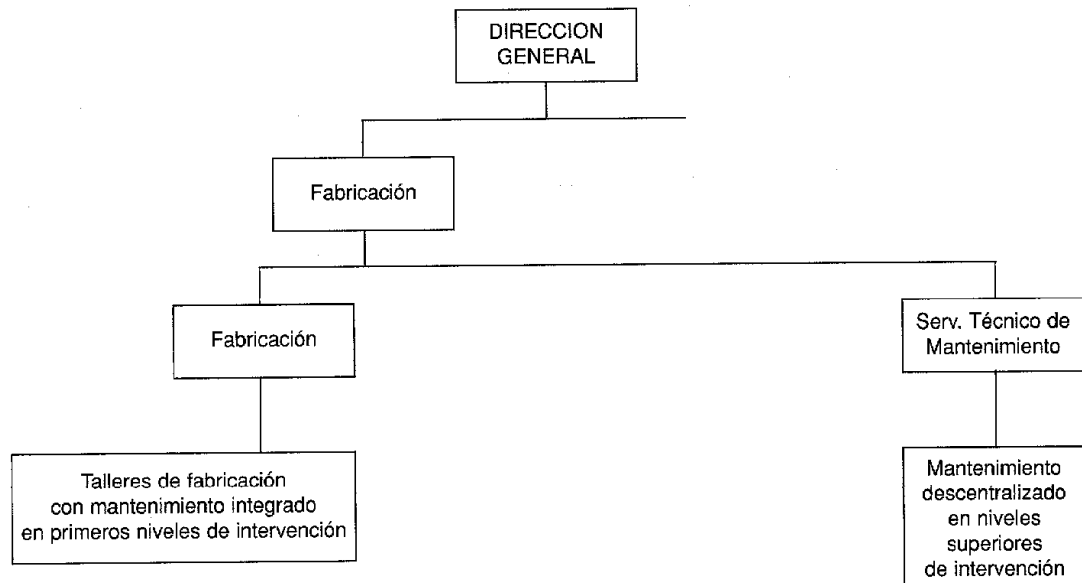
(3) Los destacamentos son equipos pluritecnicos de composición adaptada al material. Ejemplo: 1 jefe de equipo + 1 electricista + 2 hidráulicos + 2 tuberos + 1 mecánico. La estructura empírica del "servicio eléctrico" y servicio "mecánico" esta mal adaptada a las intervenciones en equipos con tecnologías múltiples. Plantea problemas de coordinación, de responsabilidad. . .



**(4)** La función "ordenamiento" es olvidada a menudo: permite realizar una intervención a una hora H racional con todos los medios a disposición del jefe de destacamento:

- personal,
- herramientas,
- preparaciones y dossiers técnicos,
- normas de seguridad,
- medios especiales (elevación, andamios...),
- materias y recambios.

El desarrollo del libro permitirá un análisis más profundo de las áreas de actividad de cada uno de los sectores que constituyen un servicio de mantenimiento.



## **2.6. ¿ HAY QUE CENTRALIZAR O DESCENTRALIZAR EN MANTENIMIENTO?**

Esta pregunta se plantea durante la estructuración del organigrama.

La experiencia de las sociedades "consultoras de mantenimiento" muestra:

- El interés de una centralización jerárquica que permite:
  - la optimización del empleo de los medios,
  - el mejor dominio de los costos (presupuesto seguimiento e imputación),
  - la estandarización de los procedimientos y medios de comunicación,
  - un seguimiento homogéneo de los materiales y sus fallos,
  - la agrupación de las inversiones costosas de materiales de mantenimiento, en el taller central, a disposición de los destacamentos sectoriales,
  - una mejor gestión de todo el personal involucrado en el entretenimiento.
- El interés de una descentralización geográfica (por los destacamentos de intervención sectorizados) que permite:
  - la delegación de la responsabilidad a los jefes de equipo,
  - mejorar las relaciones con el "obrero" (contacto permanente),
  - la ventaja del trabajo en equipos reducidos polivalentes,
  - la eficacia y rapidez de las intervenciones en materiales bien conocidos.

La proporción relativa de centralización-descentralización se debe adaptar al tamaño y naturaleza de la empresa.

## **3. TERMINOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO**

### **3.1. ALGUNAS DEFINICIONES BÁSICAS**

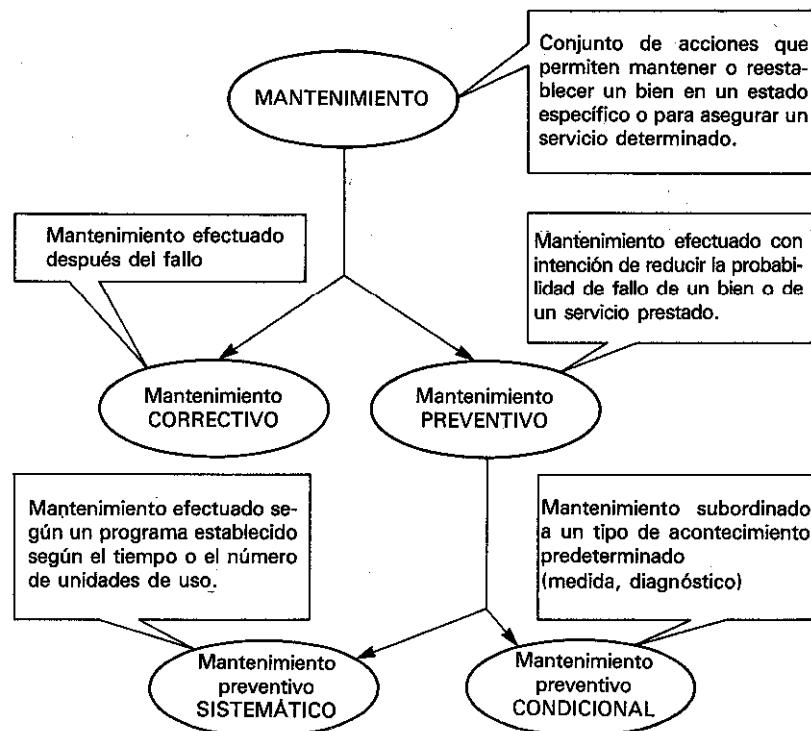
AFNOR difunde desde 1981 un conjunto de normas relativas "al mantenimiento y la gestión de bienes duraderos", normas destinadas a unificar el vocabulario y los métodos de mantenimiento.

Sin embargo, no ha tenido en cuenta el importante vocablo conocido como la terotecnología.

### **a) La terotecnología**

Es una combinación de *management* (gestión) de la economía y del *engineering* (tecnología), con vistas a la fiabilidad y mantenibilidad de los equipos, sus comportamientos y precio de coste; su instalación, entretenimiento, modificación y durabilidad.

### **b) Tipos de mantenimiento (según las normas AFNOR X 60 010 y 60 011)**



### **c) El mantenimiento correctivo**

Se descompone en dos tipos, con definiciones no normalizadas:

- mantenimiento **paliativo**, que comprende las intervenciones tipo **arreglo**;
- mantenimiento **curativo**, que comprende las intervenciones "tipo" **reparaciones**.

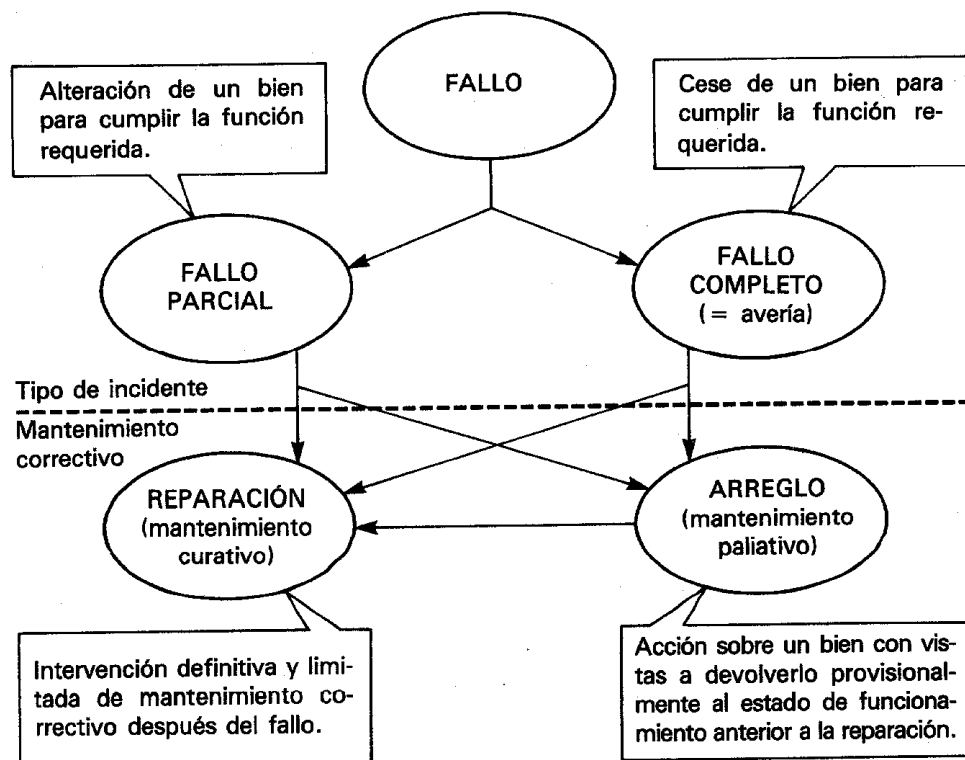
Acciones del mantenimiento correctivo:

- test**: comparación de las respuestas de un dispositivo a una solicitud con las de un dispositivo de referencia;
- detección**: acción de descubrir por vigilancia intensiva, la aparición de un fallo;



- localización:** acción de localizar los elementos por los que se manifiesta un fallo;
- diagnostico:** identificación de la causa del fallo con la ayuda de un razonamiento lógico;
- arreglo, reparación:** véase el esquema que se dará más adelante;
- las revisiones:** "conjunto de controles, exámenes, intervenciones efectuadas con vistas a asegurar el bien contra cualquier fallo mayor durante un numero de unidades de uso determinado". Pueden ser "limitadas" o "generales".

**d) Los fallos (según la norma AFNOR X 60 011)**



**3.2. LOS CINCO NIVELES DE MANTENIMIENTO  
(según la norma AFNOR X 60 011)**

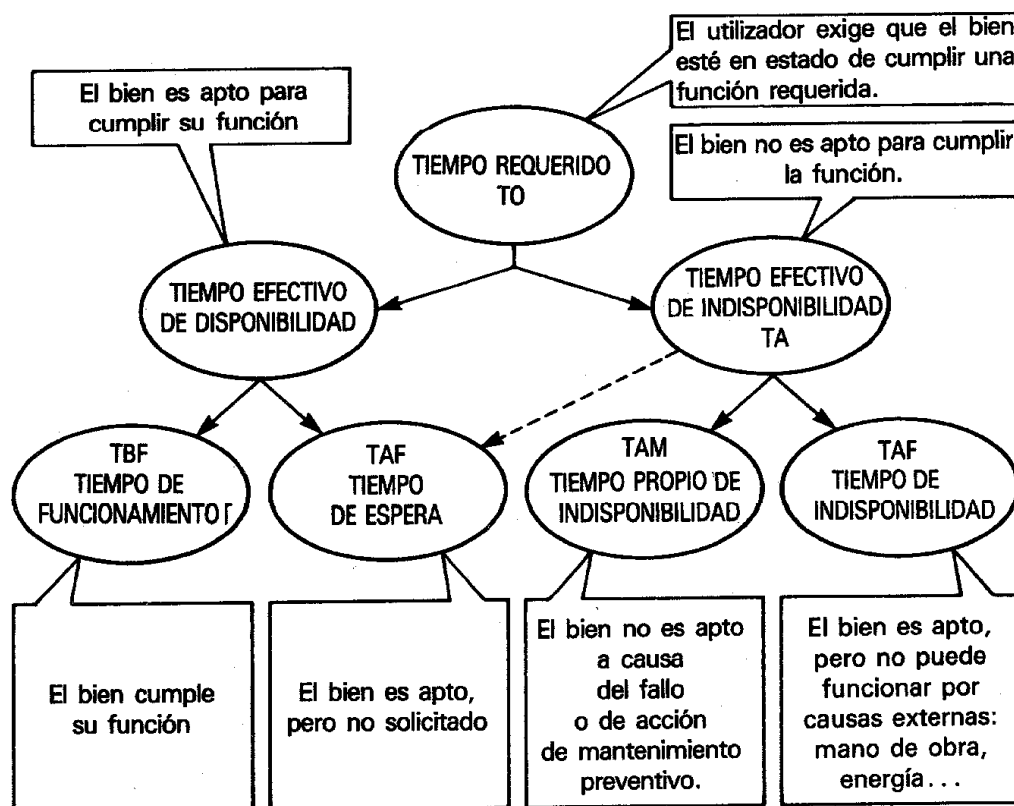
- 1º nivel: Ajustes simples previstos por el constructor en medio de órganos accesibles sin ningún desmontaje del equipo, o cambio de elementos accesibles para plena seguridad.
- 2º nivel: Arreglos por cambio-estandar de elementos previstos para este fin, u operaciones menores de mantenimiento preventivo (rondas).
- 3º nivel: Identificación y diagnostico de averías, reparación por cambio de componentes funcionales, reparaciones mecánicas menores.

4º nivel: Trabajos importantes de mantenimiento correctivo o preventivo.

5º nivel: Trabajos de renovación, de reconstrucción o reparaciones importantes confiadas al taller central.

### 3.3. LOS TIEMPOS RELATIVOS AL MANTENIMIENTO (según la norma AFNOR X 60 015)

#### a) Algunas definiciones básicas



En el marco de la gestión del mantenimiento, se distinguen los tiempos de paro TA imputables al mantenimiento, que se llaman TAM, y los no imputables al mantenimiento TAF (F de "fabricación").

Por la forma de recogida de los tiempos, los tiempos de espera serán imputados a la fabricación (TAF). En efecto, los contadores horarios que afectan a una máquina totalizan solamente los TBF.

Entonces la codificación puede distinguir, para cada paro, el tiempo de espera de los diferentes tiempos de indisponibilidad.

Se llamara T O al "tiempo-requerido" de la norma, con referencia al "tiempo de apertura", termino utilizado corrientemente en las cadenas de producción.

$$T O = \sum TBF + \sum TAM + \sum TAF.$$

### **b) La noción de "duración de uso"**

La noción de tiempo, fundamental en mantenimiento, aparece a menudo en las definiciones de AFNOR bajo la forma de "unidades de uso".

Precisemos esta expresión (norma NF X 60 010).

- Uso: "Utilización de un producto con vistas a obtener un servicio"
- Unidad de uso: "Magnitud definida escogida para evaluar cuantitativamente el uso en condiciones convencionales eventualmente normalizado"

Concretamente, las unidades de uso que se utilizan en la industria son la hora, a veces la semana, el mes o el año.

Pero estas pueden ser igualmente unidades de tiempos "indirectos", tales como:

- ciclos de funcionamiento (para una electroválvula, por ejemplo),
- piezas producidas (para una maquina de producción),
- cantidades producidas (toneladas para un proceso),
- distancias recorridas (km. para un vehículo).

### **c) Escalas de tiempos de referencia**

Se utilizan escalas de tiempos absolutos o relativos.

Se toma un ejemplo sencillo:

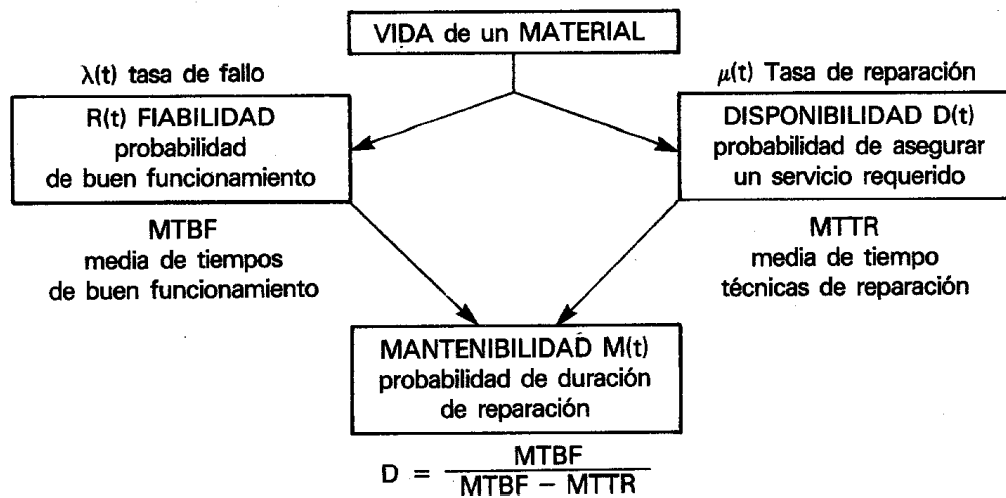
La utilización de un vehículo desde hace tres años (enero 1983 a enero 1986).

Es una referencia a una escala "absoluta".

El recorrer 45.000 o 60.000 km. es una referencia de la utilización propia del vehículo.

La ultima escala es técnicamente más interesante; pero conduce a una **individualización** de la gestión a veces poco practica.

## **3.4. FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD, 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, de acuerdo con la norma X 60-015.

#### 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) esta 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 en tre paros consecutivos, para un periodo dado de la vida de un dispositivo:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=0}^n TBF_i}{n}$$

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

$$MTTR = \frac{\sum_{i=0}^n TBF_i}{n}$$

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

### **3.5. LOGÍSTICA DEL MANTENIMIENTO**

--Este termino de origen militar se refiere al sostén de las tropas aportado por el transporte y el abastecimiento.

Por extensión, la industria ha tomado el termino, que engloba todos los medios (incluso el mantenimiento) que ayudan a la producción.

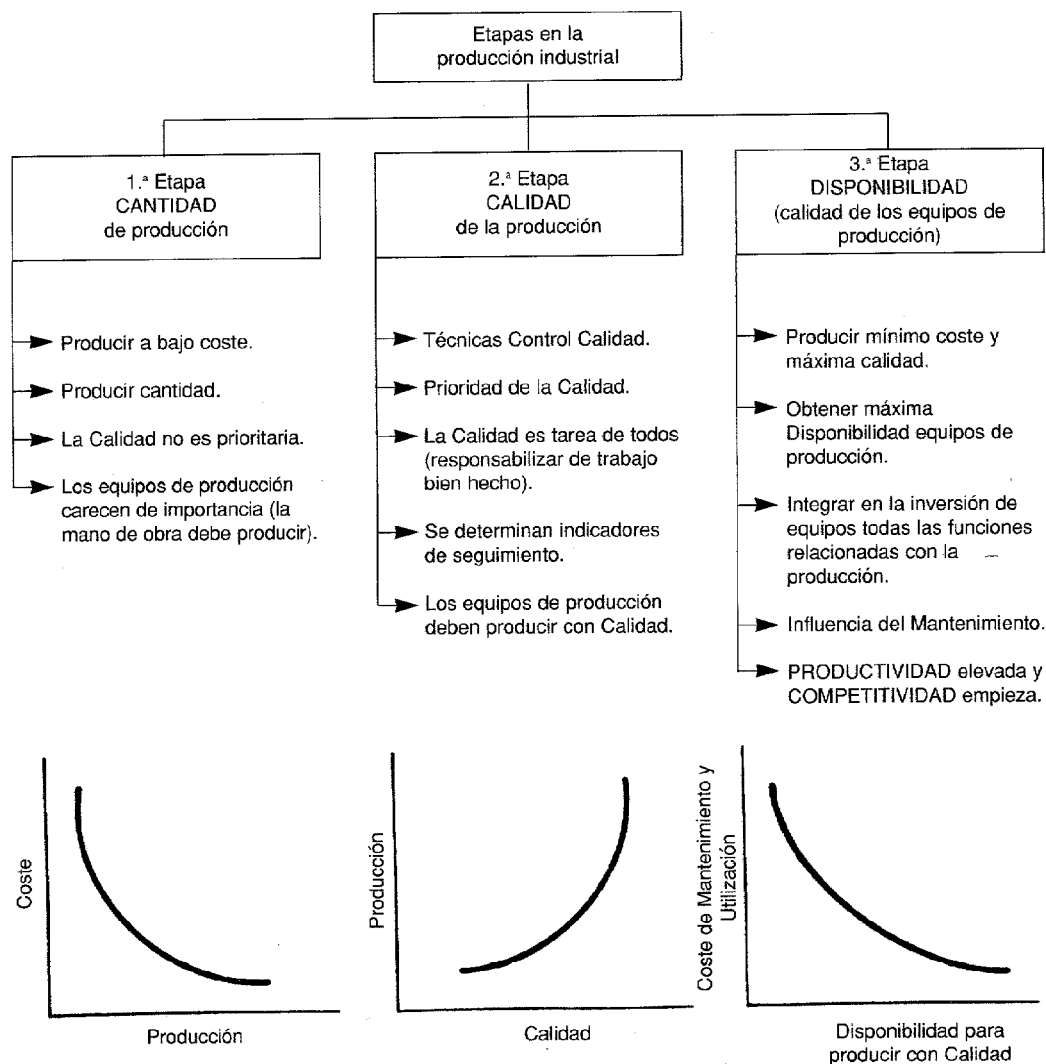
--En mantenimiento, la "logística" es el conjunto de medios puestos a disposición para asegurar una misión de mantenimiento; a saber, las herramientas, los recambios, los medios de elevación, de manutención, el personal necesario . . .

## **4. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO**

En las dos primeras etapas antes enumeradas, los servicios de Mantenimiento han pasado inadvertidos cuando <<las cosas marchaban bien>> y han sido tachados de ineficaces y costosos en otras situaciones.

Sin embargo, el Mantenimiento ha tenido también su evolución a través de tres etapas muy marcadas (véase figura I-13), coincidentes más o menos con las etapas del desarrollo industrial ya enumeradas.

**1ª Etapa: Mantenimiento por rotura.** Hast~ los años 50, con una organización y planificación mínimas (mecánica y engrase) pues la industria no estaba muy mecanizada y las paradas de los equipos productivos no tenían demasiada importancia al tratarse de maquinaria sencilla y fiable, debido a esta sencillez, así como fácil de reparar.



**2ª Etapa: Mantenimiento Planificado (PM).** La creciente automatización de los procesos productivos y su complejo mantenimiento, hizo que a partir de los años 50 en EE.UU. se introdujese el concepto de Mantenimiento Preventivo. Ya en la década de los 60 surge en EE.UU. el concepto de Mantenimiento Productivo en el seno de General Electric Co. Este concepto hacía referencia a que el objetivo del mantenimiento no era únicamente reparar los equipos sino también planificarle y mejorar la productividad mediante adecuadas acciones de mejora en los mismos. De esta manera, el PM engloba el Mantenimiento Correctivo-Preventivo-Predictivo y la mejora (véase figura I-13).

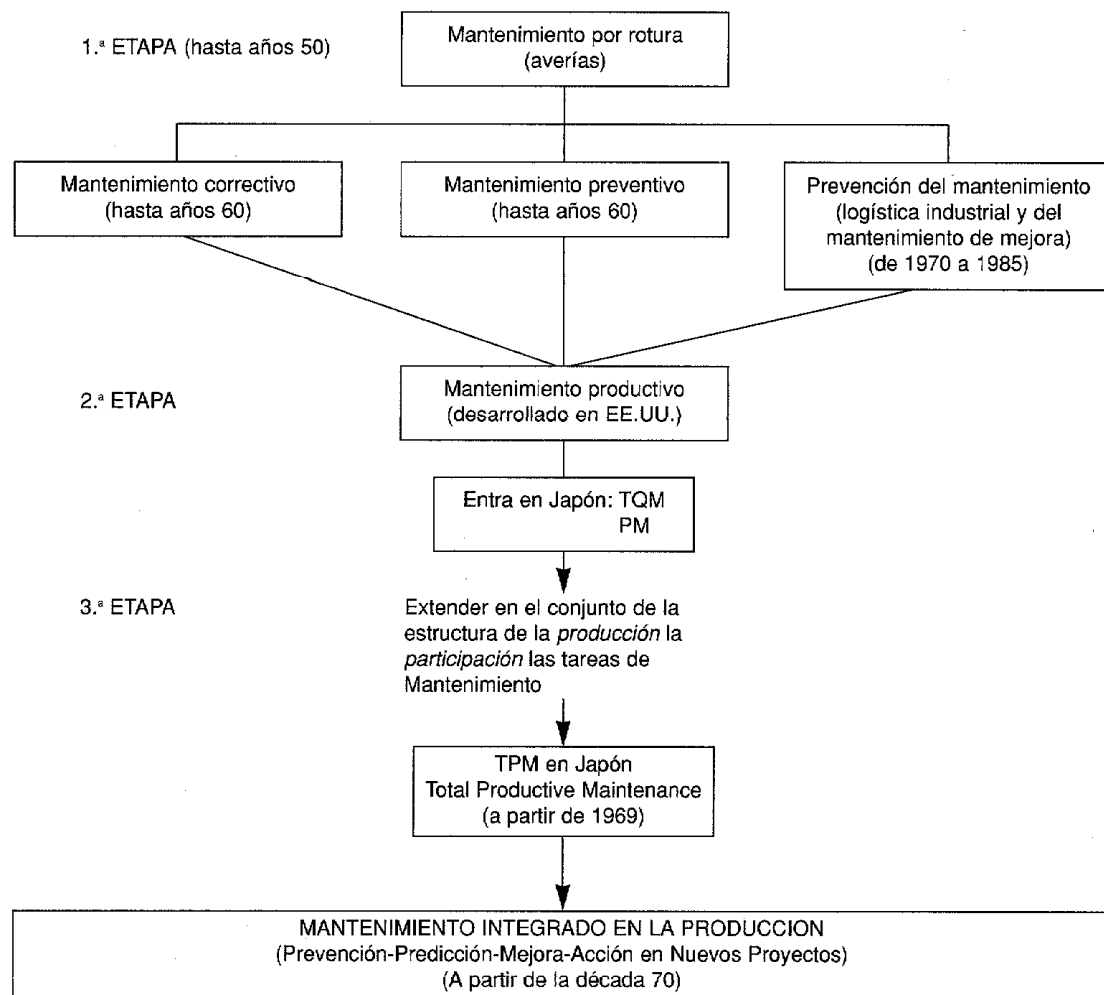
A partir de 1964 se introduce el PM en Japón, no sin antes haberle dotado del toque característico japonés: mientras en la mayoría de las empresas americanas el Mantenimiento y la Producción se mantenían separados, los japoneses consiguen que todos los operadores participen en el mantenimiento de los equipos de producción.

El Mantenimiento Preventivo al que nos hemos referido consiste en revisiones periódicas de las instalaciones buscando anticiparse a las posibles averías. Se trataba, por tanto, de una serie de actuaciones Sistemáticas en las que se desmontaban las máquinas, y se observaban para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

El elevado coste de estas revisiones (de mano de obra, de tiempo de parada, etc.) hizo que el Mantenimiento Preventivo fuese reemplazado, allí donde fue posible, por el Mantenimiento Predictivo. En este caso, las intervenciones sobre los equipos productivos no dependen de un programa preestablecido, sino de las condiciones de funcionamiento de dichos equipos. Son estas las que anuncian que alguna de sus partes esta llegando a un punto en el que va a ser necesaria una intervención que podemos planificar.

El Mantenimiento Predictivo consiste, por tanto, en un conjunto de técnicas y métodos que aplicados sobre las maquinas y equipos, permiten conocer su estado para poder así intervenir con anterioridad a que pueda producirse el fallo.

Debemos, por tanto, establecer una serie de parámetros medibles cuya variación va a reflejar el deterioro de aquellos componentes que pueden producir fallos o averías en los sistemas.



**3ª Etapa: Mantenimiento Productivo Total (TPM).** Si bien el TPM fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippondenso del grupo Toyota y Japón lo generaliza a partir de 1971, esta etapa en nuestro entorno no comienza hasta el final de la década de los 80. Partiendo del concepto americano del PM que habían adoptado en la 1ª etapa y que separaba al personal de mantenimiento del de la

producción y evolucionaron hacia el mantenimiento y mejora de los equipos con la implicación de toda la organización.

## **RESUMEN**

---

### **Niveles de mantenimiento**

#### **Primer nivel TPM: Automantenimiento**

- Primera intervención ante una incidencia (vigila comportamiento de máquinas).
- Cambio y reglajes de herramientas-útiles.
- Colabora con especialistas de mantenimiento.
- Cuida y maneja la instalación y su entorno.
- Realización del primer nivel de M/P

#### **Segundo nivel TPM: Especialistas**

- Especialistas electromecánicos.
- Especialistas automatismos.
- Primer diagnóstico y reparación.
- Colabora con Mantenimiento Central.
- Realiza segundo nivel M/P.

#### **Tercer nivel: Profesionales de Mantenimiento**

- Mantenimiento condicional.
- Mantenimiento programado nivel 3.
- Intervención de las averías complejas.
- Realiza propuestas de mejoras de máquinas

#### **Cuarto nivel: Técnicos de mantenimiento**

- Participa en nuevos proyectos de equipos
- Participa en la recepción y puesta en marcha.
- Asegura el funcionamiento continuo.
- Estudia mejoras y modificaciones.
- Estudia y optimiza gamas de Mantenimiento Preventivo.
- Control del Mantenimiento Contratado

#### **Quinto nivel: Mantenimiento Contratado**

- Contrato de asistencia con fabricantes de equipos especiales y de alta tecnología.
- Contrato de mantenimiento con empresas exteriores especializadas como ayuda a los niveles 3+4.
- Contratos de conformación específica.