



# *INGENIERÍA INDUSTRIAL II*

UNIDAD VI

**“MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”**

AÑO 2025



**¿QUE ES MANTENIMIENTO?**  
**¿PARA QUÉ EXISTE?**



# CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

"El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de **corregir o prevenir fallas**, **buscando que éstos continúen prestando el servicio** para el cual fueron diseñados"

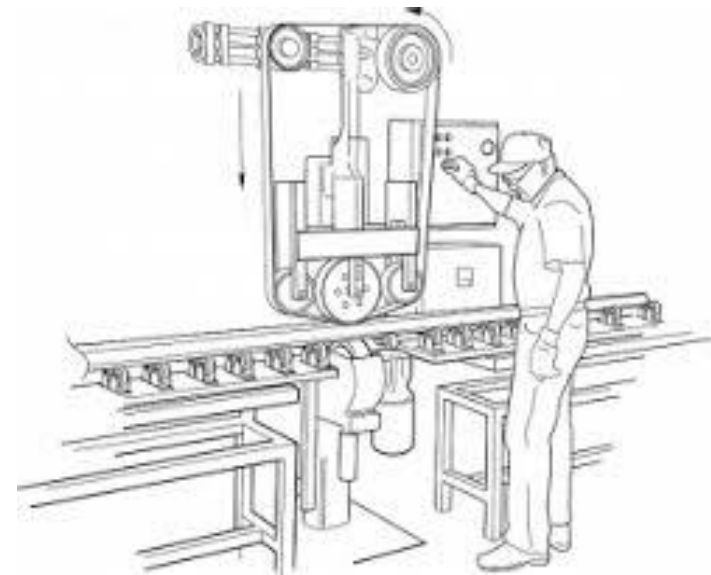
*(MANUAL DE MANTENIMIENTO; Divulgación Tecnológica; Santafe de Bogotá; 1991)*

"El mantenimiento es el **sustantivo del verbo mantener**. La función concreta de mantenimiento es **sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios**"

*(MORA GUTIERREZ, Alberto; 2009)*



**FUERA DE  
SERVICIO**



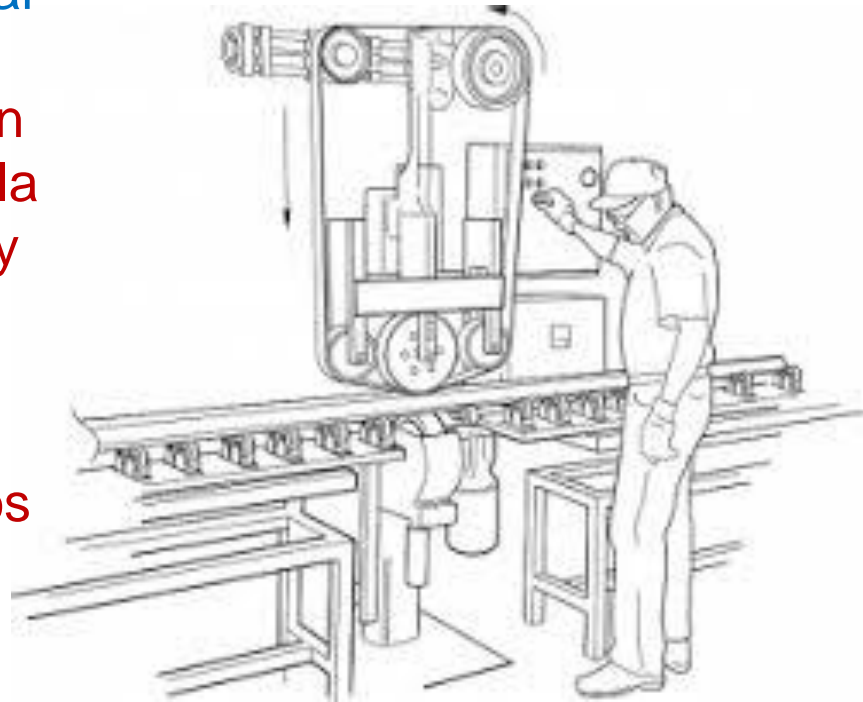
# CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

“Conjunto de procedimientos realizados a fin de **conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica)**, garantizando el **correcto funcionamiento del proceso de producción industrial**”

*(IntegralMarkets Escuela de Gestión Empresarial; 2018)*

"La finalidad del mantenimiento es **conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción**"

*(ROS MORENO, Antonio; 2010)*





# CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

Todas las acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de modo que permanezca de acuerdo con una condición especificada.

*(TAVARES, Lourival; 2000)*



"La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo"

*(MORA GUTIERREZ, Alberto; 2009)*



# CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

"El conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta **disponibilidad**) y con el máximo rendimiento"

*(GARCÍA GARRIDO, Santiago; 2003)*



“Conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de **confiabilidad**, calidad y al menor costo posible”

*(TORRES, Leandro; 2010)*

# TÉRMINOS DE MANTENIMIENTO USADOS EN LA INDUSTRIA

- **Equipo:** se puede definir como el conjunto total de máquinas que son necesarias para cumplir un objetivo. Ejemplo: equipo de transporte de cereal; está compuesto por elevadores de cangilones, roscas transportadoras y tuberías.
- **Máquina:** es una combinación de piezas de materiales resistentes que tienen movimientos definidos y son capaces de transmitir o transformar energía.
- **Mecanismos:** es una combinación de piezas de materiales resistentes, cuyas partes tienen movimientos relativos restringidos.
- **Accesorio:** Se puede decir que es todo elemento que forma parte de una máquina o sistema, y es un complemento de la máquina o sistema, y una vez definido es un producto o subproducto básico. Los accesorios pueden ser: arandelas, tuercas, tornillos, fusibles, resistencias, integrados, u otros.
- **Componente o pieza:** es un dispositivo que puede formar parte de un circuito eléctrico, electrónico, mecánico. Ejemplos de componentes o piezas: engranaje, polea, rodamiento, correa, rotor eléctrico, amplificador, acoplador electrónico, batería, cables, correas, bandas y otros.

# TÉRMINOS DE MANTENIMIENTO USADOS EN LA INDUSTRIA

- **Activo:** es cualquier cosa que una empresa o persona posee y que tiene valor monetario, pudiendo ser utilizado para obtener beneficios futuros. Esto incluye bienes físicos (como propiedades e inventario) o intangibles (patentes, dinero electrónico).
- **Función:** Es todo aquello que la empresa, espera que el equipo cumpla con sus estándares de diseño y de desempeño.
- **Ciclo de vida:** tiempo durante el cual un bien o activo conserva su capacidad de operación, y se tiene en cuenta desde el inicio cuando se adquiere el activo, hasta el final al momento de sustituirlo.
- **Evento de falla:** aquella situación que se puede presentar anómala de carácter técnico detectada en un equipo.
- **Falla:** situación dada, afectando la capacidad de un equipo, de cumplir su función.
- **Avería:** cualquier anomalía que impida mantener los niveles de producción. Debe tener en cuenta la falta de calidad del producto, la falta de seguridad, el mal aprovechamiento de la energía disponible y la contaminación ambiental.



# TÉRMINOS DE MANTENIMIENTO USADOS EN LA INDUSTRIA

- **Pronóstico:** es el análisis de los síntomas de daños, para predecir la condición futura del equipo y su vida útil restante.
- **Parámetro:** se considera como la variable por medir o cuantificar.
- **Inspección:** actividades que se realizan en el mantenimiento preventivo, usando rutas definidas con cierta periodicidad y corta duración en el momento de revisar el equipo, máquina, donde normalmente se utilizan instrumentos de medición o los sentidos del ser humano, para verificar el buen funcionamiento del equipo, sin provocar que esto genere pararlo.
- **Mantenimiento en parada:** acciones que se realizan solamente cuando el equipo o máquina está detenido o está en reposo.
- **Parada general:** situación en la que a un conjunto de activos, se les realiza periódicamente una serie de revisiones, reparaciones, mejoras, cambios, etc., y donde estas actividades están concertadas con los departamentos interesados y, por supuesto, están también programadas por un tiempo definido.

# EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO



# EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

- 1ª GENERACION
  - Mantenimiento Correctivo
    - Corrección parcial o definitiva
- 2ª GENERACION
  - Planificado
    - Preventivo
    - Predictivo
    - Modificativo
- 3ª GENERACION
  - Integración de Producción y Mantenimiento
    - TPM
    - RCM
    - Combinado
    - Orientado a resultados
    - Clase Mundial
    - Proactivo
- 4ª GENERACION
  - Relación con el mundo
    - Centrado en:
      - Habilidades y competencias
      - Servicio al cliente
      - Eliminación de defectos
      - Gestión de activos



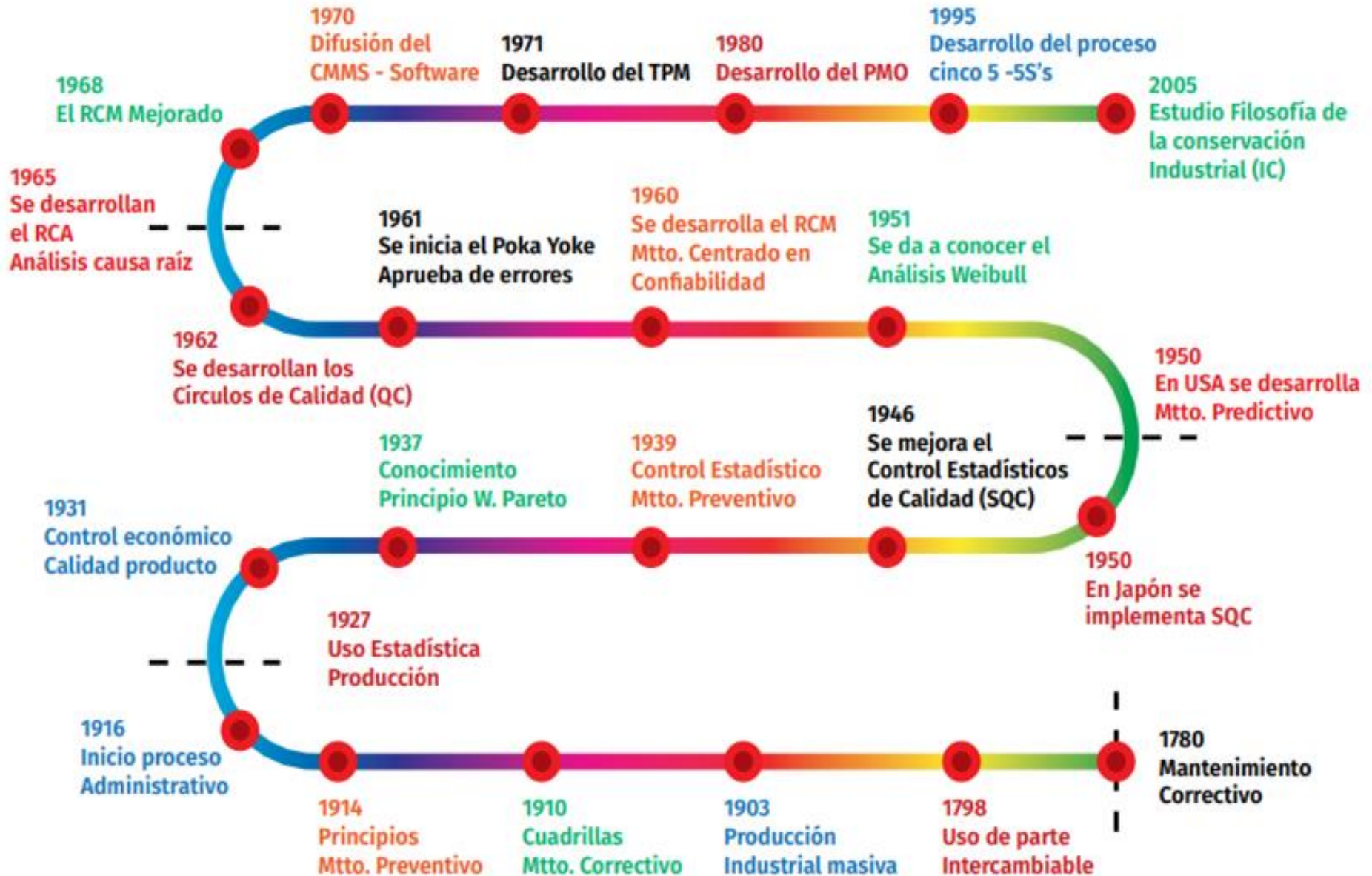
# EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

		Producción - Manufactura		Mantenimiento e ingeniería de fábricas	
Etapa	Sucede aproximadamente	Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica			
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos - Gestión de activos			

**Evolución histórica del mantenimiento y la producción.**

*Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009*

# EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO





Gestión integrada del mantenimiento, basada en nuevos conceptos TPM-RCM-CLASE MUNDIAL-PROACTIVO-CENTRADO EN RIESGO  
Gestión orientada a resultados y clientes  
Contratación compartiendo riesgos y resultados  
Motivación e Implicación en resultados  
Certificación integrada actividades ISO 9000/14000  
Bechmarking  
Análisis de riesgos y nuevas consistencia  
Reingeniería permanente para disponibilidad  
Gestion del conocimiento y eficiencia energética

4ª GENERACIÓN  
1995 - 2011

Mantenimiento predictivo  
Diseño para la mantenibilidad y fiabilidad  
Análisis del modo de fallos y sus efectos (AMFE)  
Análisis de costos de vida ICC  
Calidad total  
Contratación externa y subcontratación  
Sistemas expertos  
TPM-RCM

3ª GENERACIÓN  
1980 - 1995

Mantenimiento preventivo  
Mantenimiento correctivo fijo  
Sistemas de planificación y control

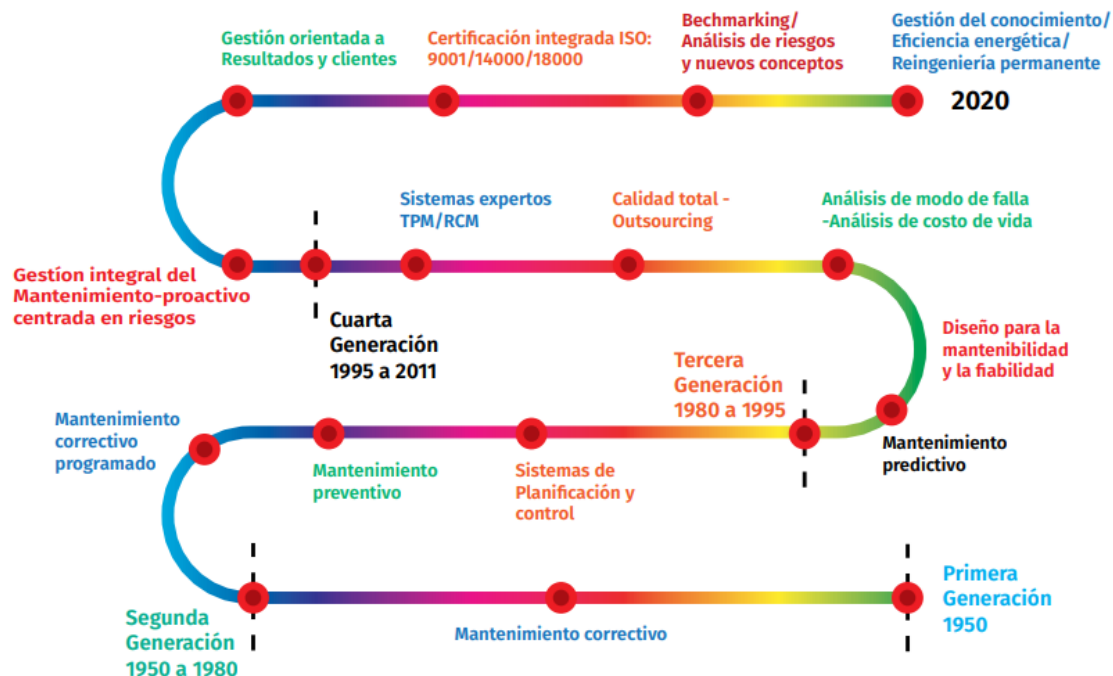
2ª GENERACIÓN  
1950 - 1980

Mantenimiento correctivo

1ª GENERACIÓN  
- 1950

# TENDENCIAS

Tendencias en la gestión del mantenimiento

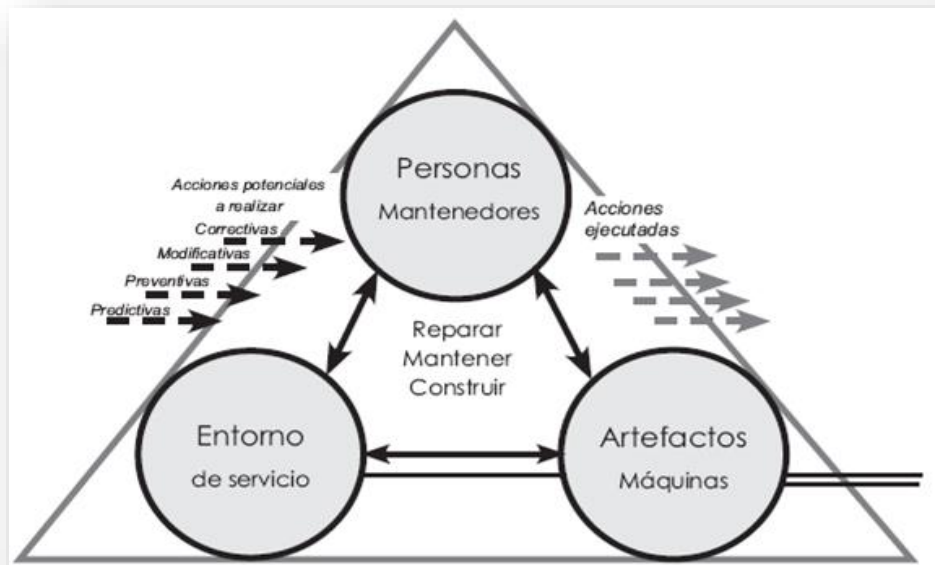


# FUNCION DEL MANTENIMIENTO DENTRO DEL SISTEMA ORGANIZACIONAL

- **Mantenimiento como cliente interno de Producción:**

El departamento de mantenimiento tradicionalmente han estado subordinados a producción. En un principio se lo establecía al departamento de mantenimiento como proveedor de producción.

Esta manera de establecer la relación entre Mantenimiento y Producción se ha modificado a partir del concepto de “Gestión del mantenimiento” (*optimizar los recursos que se utilizan*), tanto Producción como Mantenimiento son elementos igualmente importantes del proceso productivo.

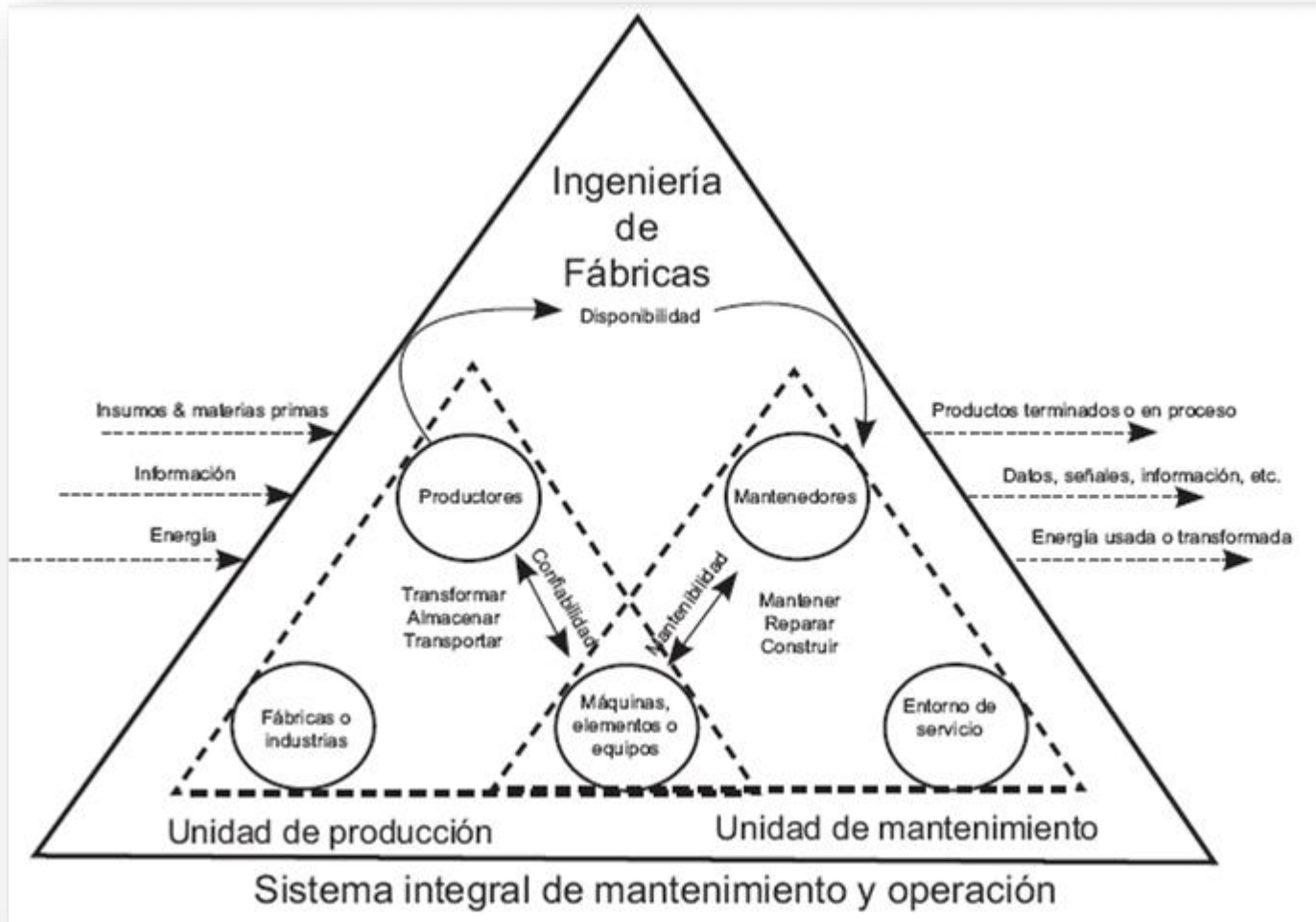


**Unidad elemental de mantenimiento.**

*Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009.*

*El enfoque sistémico puro en mantenimiento, reconoce tres elementos fundamentales: mantenedores, equipos industriales y sitios físicos donde se prestan los servicios de mantenimiento.*

***El enfoque sistémico kantiano establece que la relación entre los tres elementos es permanente o cerrada entre parque industrial y mantenimiento y operación, pero abierta entre estas dos, de modo que las mejores prácticas indican que la relación entre mantenimiento y producción debe hacerse con los equipos.***



**Sistema integrado de ingeniería de fábricas: mantenimiento-máquinas-producción.**

*Fuente: MORA GUTIERREZ, 2009.*

# FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO

Conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.

*Lo que implica:*

Conservar el sistema de producción y servicios funcionando con el mejor nivel de **fiabilidad** posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medio ambiente, controlar, y por último reducir los costos a su mínima expresión.

*(TORRES, Leandro; 2010)*



# VARIABLES DEL MANTENIMIENTO

que **repercuten** en el desempeño de los sistemas:

*Fiabilidad*

*Disponibilidad*

*Mantenibilidad*

*Costos*

*Calidad*

*Entrega / plazos*

*Seguridad*





# VARIABLES DEL MANTENIMIENTO

## que **repercuten** en el desempeño de los sistemas:

*La **Fiabilidad** es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.*

La **probabilidad de falla** está necesariamente unida a la fiabilidad.  
El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza la **tasa de falla** (cociente del N° de fallas sobre el total de horas de operación del equipo).

*La **Disponibilidad** es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.*

Depende de:

- La frecuencia de las fallas.
- El tiempo que demande reanudar el servicio.

# VARIABLES DEL MANTENIMIENTO

## que **repercuten** en el desempeño de los sistemas:

*La **Mantenibilidad**, es la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.*

Refiere a la facilidad de realizar mantenimiento a una máquina.  
Depende del diseño y pueden ser expresados en términos de frecuencia, duración y costo.

# OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- Maximizar la vida útil de equipos e instalaciones (mayor tiempo de servicio)
- Optimizar la Producción / Minimizar los costos por averías
- Aumentar la calidad, la seguridad y el cuidado ambiental
- Reducir costos directos de Mantenimiento (ajustarse al presupuesto)
- Cumplir con los índices de **disponibilidad** y **fiabilidad**

*La **Disponibilidad** es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.*

*La **Fiabilidad** es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.*

# LAS FALLAS

No podemos conformarnos con detectar una falla y repararla, lo importante es **descubrir el origen del desperfecto y prever que no se repita en el futuro.**

Es una tarea de aprendizaje, utilizando la experiencia propia y ajena, que nos va permitiendo predecir cualquier inconveniente en la producción.



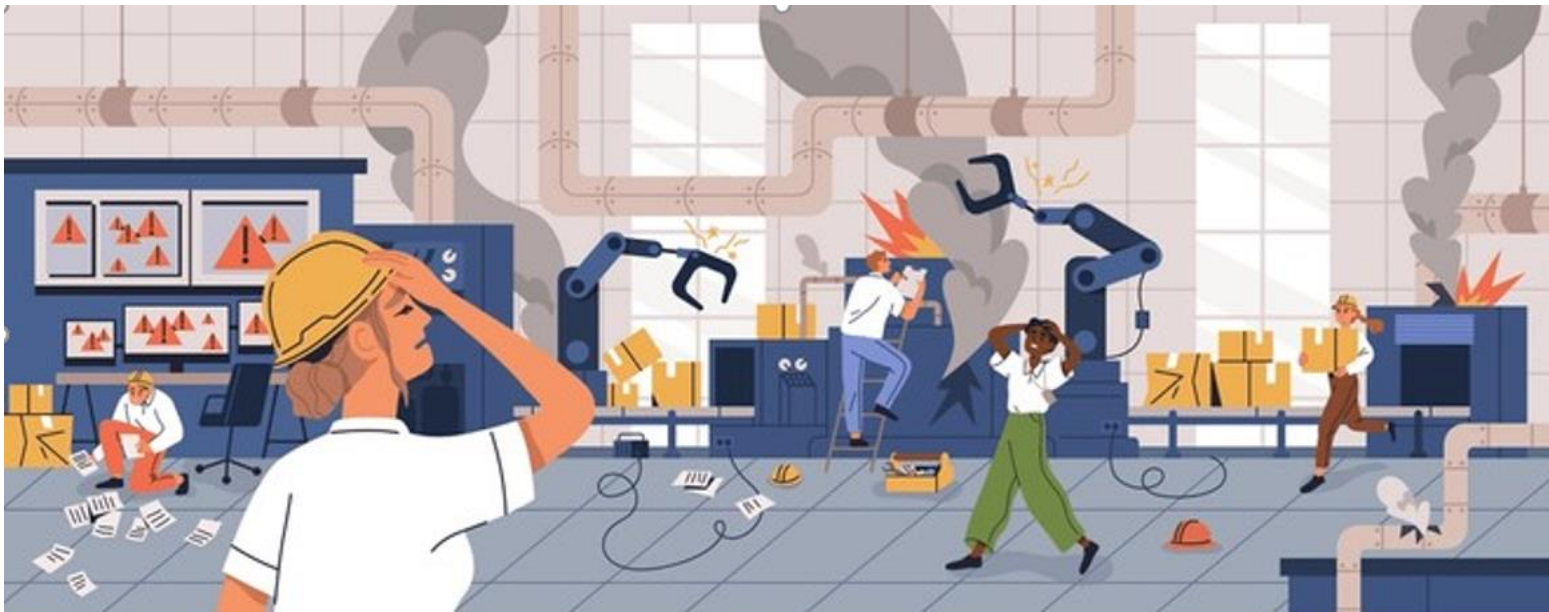
*Se define **Falla** como el deterioro o desperfecto en las instalaciones, máquinas o equipos, que no permite su normal funcionamiento.*

Con una adecuada gestión de mantenimiento es posible reducir al mínimo los perjuicios que ocasionan las fallas.

# CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

*desde el punto de vista de la actividad productiva*

- 1) Fallas que afectan a la **producción**
- 2) Fallas que afectan a la **calidad del producto**
- 3) Fallas que comprometen la **seguridad de las personas**
- 4) Fallas que **degradan el ambiente**





# CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

## *desde el punto de vista del Mantenimiento*

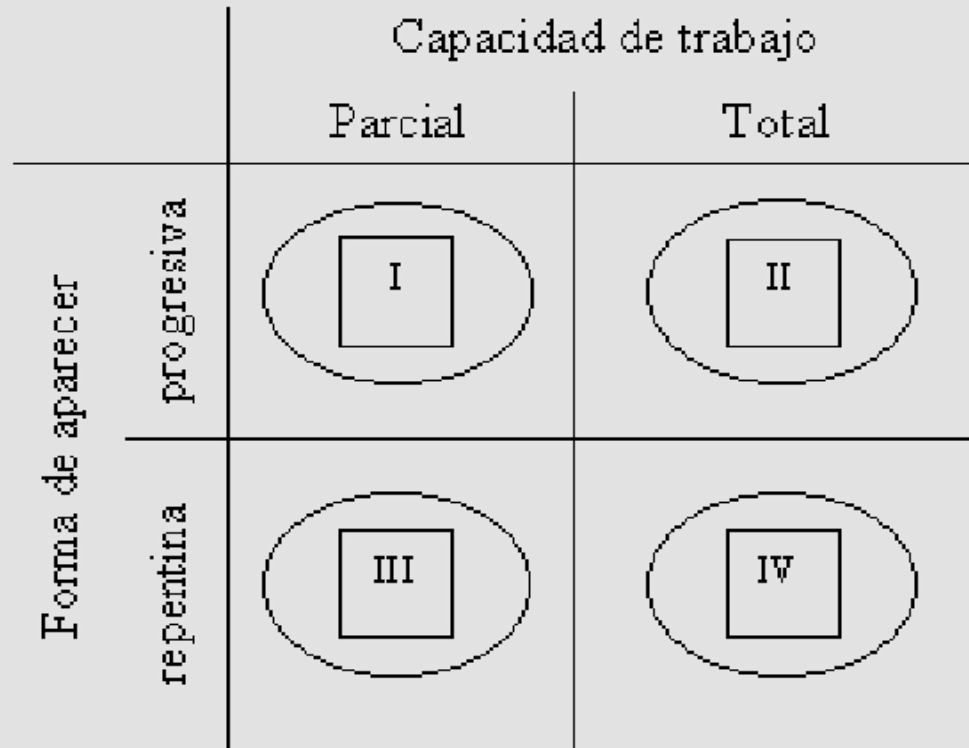
- **En función de la capacidad de trabajo de la instalación:**
  - > **Averías totales:** dejan fuera de servicio a todo el equipo.
  - > **Fallas parciales:** dejan fuera de servicio sólo a una parte.
- **En función de la forma que aparece la falla:**
  - > **Fallas repentinas:** antes de lo previsto, o suma de circunstancias que no se pueden predecir.
  - > **Fallas progresivas:** se pueden determinar antes que se produzcan.



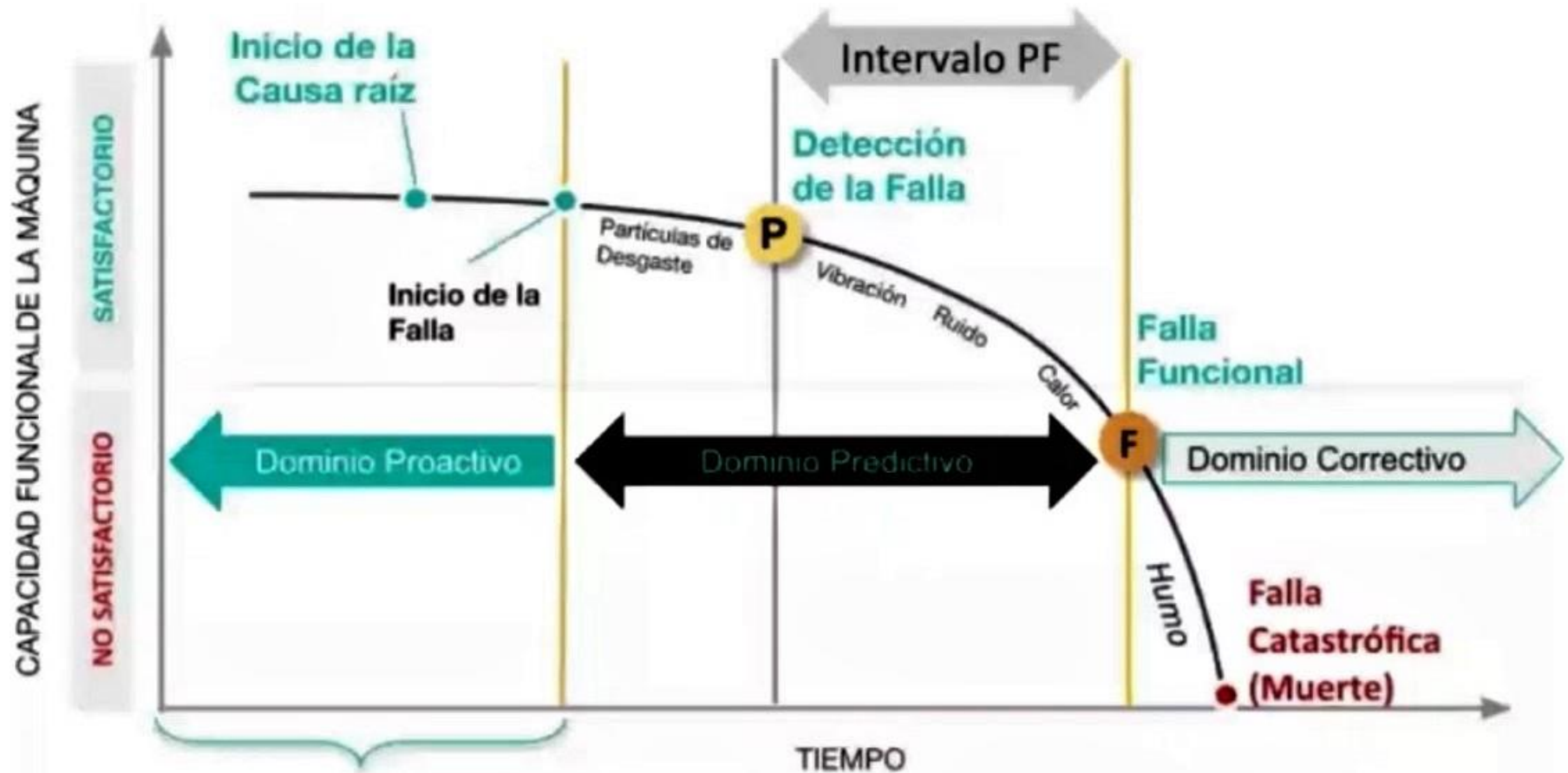
# CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

## *desde el punto de vista del Mantenimiento*

DIAGRAMA DE CUATRO CUADRANTES  
(combina las dos clasificaciones anteriores)



# FALLAS y su relación con los tipos de Mantenimiento



El Mantenimiento Proactivo permite mantener la maquinaria en la zona donde su capacidad es máxima

# IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS FALLAS

- Es parte del estudio de las fallas
- No siempre es fácil.
- Se han desarrollado numerosas técnicas para identificar y analizar fallas.
- Estas técnicas no sólo se aplican en mantenimiento, sino también donde se implementa la mejora continua (calidad de procesos, diseño y desarrollo de productos, control de inventarios, etc.)



# Estrategias de Mantenimiento





# LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

En mantenimiento es necesario reconocer dos aspectos básicos:

**Gestión:** refiere al manejo de los recursos, a su planeación y a su control.

**Operación:** realización física del servicio de mantenimiento”.

*(MORA GUTIERREZ; 2009)*

La **gestión del mantenimiento** se debe establecer en dos direcciones; la primera a través de la **gestión de mantenimiento con los otros departamentos en forma sistémica** y la segunda a través de la **gestión propia (interna)** del departamento. El esquema moderno de mantenimiento incorpora el uso de herramientas propias de la gestión.

# LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

- PRESUPUESTO
- OBJETIVOS
- AUTOMATIZACIÓN
- ENTORNO
- PRODUCCIÓN / SERVICIOS
- DECISIONES ESTRATÉGICAS
- EVALUACIÓN
- INFORMACIÓN
- EJECUCIÓN (ÓRDENES DE TRABAJO)
- PROGRAMACIÓN (CALENDARIO)
- PLANES DE MANTENIMIENTO



“La gestión de mantenimiento contempla la planeación, la organización, la coordinación, la dirección, la ejecución y el control de todas las actividades inherentes a mantenimiento, con el fin de cumplir su misión”.

*(MORA GUTIERREZ; 2009)*

# LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

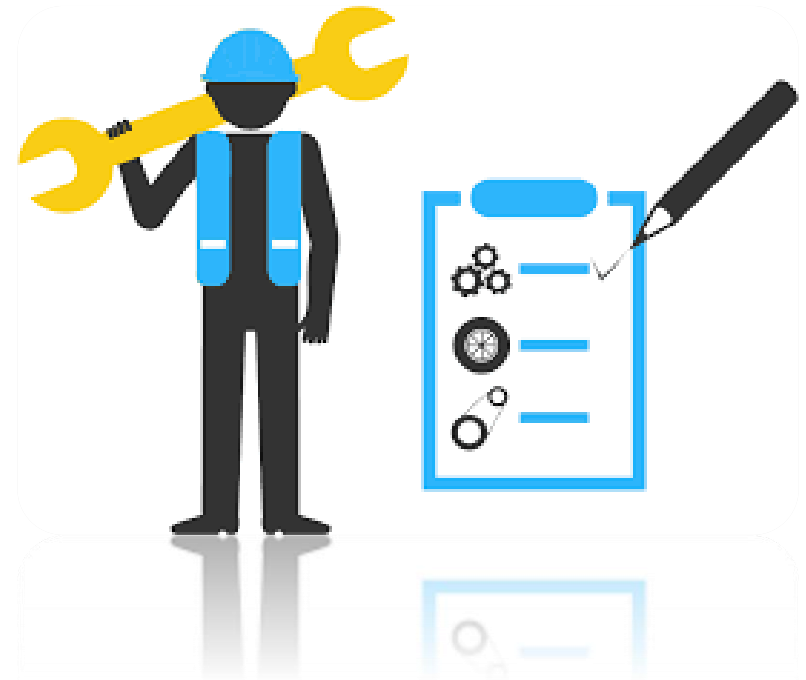
En cuanto al mantenimiento industrial, su composición e información hay que enfocarse en la constante búsqueda de los siguientes objetivos que son importantes:

- ▶ *Optimizar la disponibilidad de los equipos productivos.*
- ▶ *Disminuir los costos de mantenimiento.*
- ▶ *Optimizar los recursos humanos.*
- ▶ *Maximizar la vida útil de la maquinaria.*



# GESTION DE LA INFORMACION (DOCUMENTOS)

Mantenimiento genera una gran cantidad de datos que se deben tratar y ordenar adecuadamente para poder convertirlos en información.



# ORDENES DE TRABAJO (OT)

**Es el documento que informa al operario y/o técnico de mantenimiento acerca de la tarea que debe realizar.**

Que información contiene una OT:

- *Nº de orden correlativo (único)*
- *Tipo de orden*
- *Equipo o instalación a intervenir*
- *Trabajo que se debe realizar*
- *Herramientas y materiales a emplear*
- *Los riesgos del trabajo a realizar*
- *La prioridad del trabajo*
- *Fecha y hora de emisión de la orden*
- *Datos del emisor, ejecutante y jefe de aprobación*

**1****Descripción detallada del trabajo**

Incluye una descripción clara y completa de las tareas que deben realizarse. Cuanto más detallada sea la descripción, mejor comprenderá el personal lo que se espera.

**6****Historial de mantenimiento previo**

Si es relevante, incorpora información sobre el historial de mantenimiento anterior del equipo o activo. Esto ayuda al personal a comprender mejor el contexto y las necesidades específicas.

**2****Prioridad y fecha de vencimiento**

Especifica la prioridad del trabajo y fecha límite asociada. Esto ayuda a la planificación y asignación adecuada de recursos.

**7****Firma de aprobación**

Incluye un espacio para la firma de aprobación del supervisor o la persona autorizada. Esto confirma que la orden de trabajo ha sido revisada y autorizada. Y como antecedente del trabajo.

**3****Ubicación exacta**

Indica la ubicación precisa donde se llevarán a cabo las tareas de mantenimiento. Proporciona detalles para que el personal sepa exactamente dónde dirigirse.

**8****Tiempo para completar el trabajo**

Establece un tiempo estimado para la finalización del trabajo. Esto ayuda en la programación y permite un seguimiento más preciso en caso de paros.

**4****Lista de materiales y herramientas**

Incluye una lista completa de los materiales, herramientas y equipos necesarios para completar el trabajo. Esto evita retrasos al garantizar que todo esté disponible.

**9****Registro de tiempo y costos**

Incluye secciones para registrar el tiempo real dedicado y los costos asociados con el mantenimiento. Esto es valioso para el seguimiento del rendimiento y la gestión de costos.

**5****Instrucciones de seguridad y procedimientos**

Proporciona instrucciones claras sobre los procedimientos y equipo de seguridad asociados con el trabajo. La seguridad es fundamental en el mantenimiento.

**10****Espacios para comentarios y observaciones**

Permite que el personal incluya comentarios o notas sobre el trabajo realizado. Esto proporciona retroalimentación valiosa y puede ayudar en futuras planificaciones.





Responsable: KOROL, JUAN {963}

Duración estimada: 0 h 30 m

Fecha y hora de recepción de la OT: \_\_/\_\_/\_\_ :\_\_

Fecha y hora de la devolución de la OT: \_\_/\_\_/\_\_ :\_\_

Referencia

E133

**LÍNEA DE LIJADO VIET - 214 KW - BIESSE -**

Localización: \PTA VIRASORO\ 1-COMPENSADO\ LINEA LIJADO

Equipo padre:

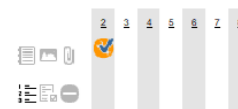
Prioridad: Alta

Plan ligado: 20 - PLAN LIJADORAS VIET

Actividades rutinarias

A1280

CONTROLAR Y TENSAR CORREAS



Prioridad: Alta  
Duración aprox.: 0 h 30 m  
Último manto. realizado fuera  
del periodo: \_\_/\_\_/\_\_  
Tipo de trabajo: Preventivo

**Anexo: Detalle de las actividades**

hoja: 1 de 1

Folio OT: 003691



Del 2/10/2023 al 8/10/2023

**20 - PLAN LIJADORAS VIET**

**\ CONTROLAR Y TENSAR CORREAS**

Frecuencia: 15 día(s)

Duración aproximada: 00 h 30 m

Días de paro:

Prioridad: Alta

Clasificación 1: TM- MECANICO

Clasificación 2:

**Procedimiento:**

Controlar y tensar correas de motores de ambas lijadoras

Reemplazar las que se encuentren en mal estado

# DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA OT

## ¿Cómo crear órdenes de trabajo?



1. Identificar el trabajo



2. Marcar prioridades



3. Analizar los recursos necesarios



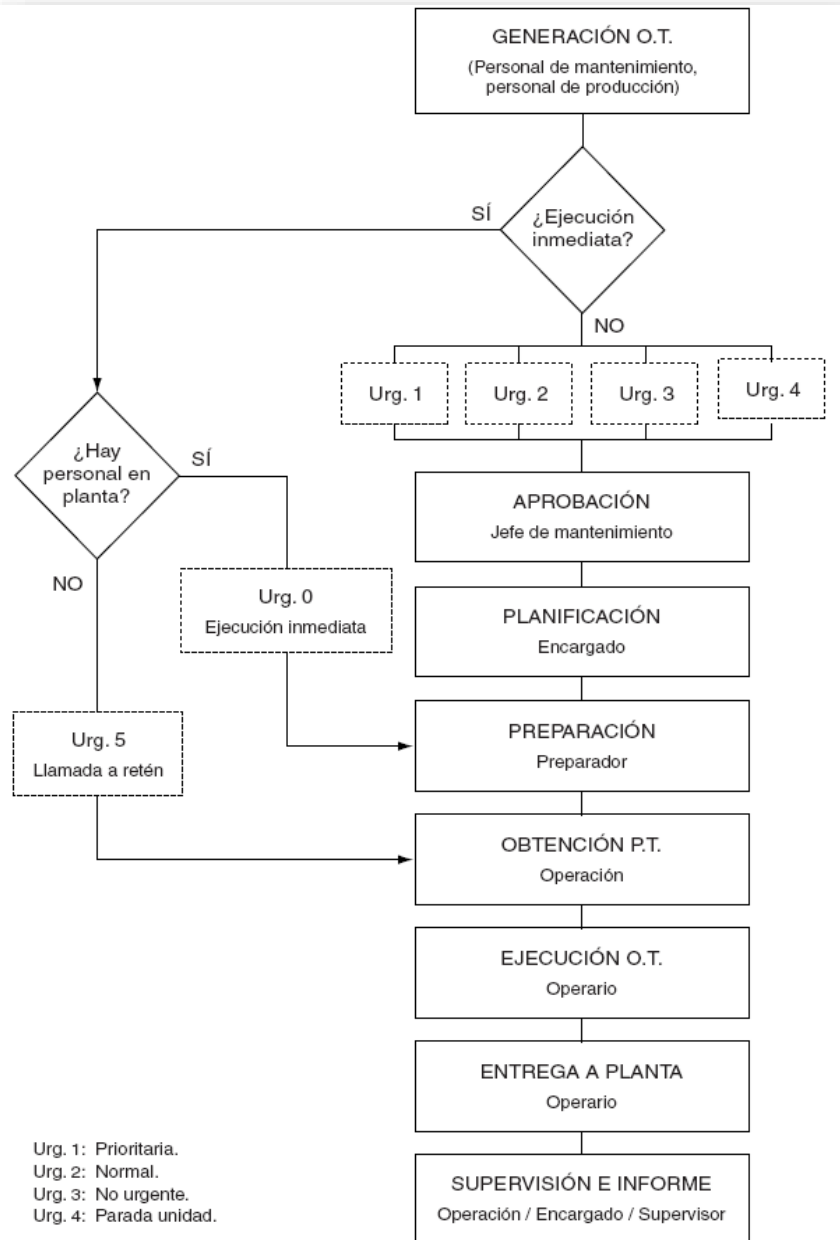
4. Explicar al detalle las especificaciones



5. Asignar al técnico encargado



6. Hacer un documento explicativo final



# INFORMES PERIODICOS DE MANTENIMIENTO

## ASPECTOS GENERALES

*Personal; Medios técnicos; Plan de formación; Seguridad*

## DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA

*Indicadores de disponibilidad*

## COSTOS

*Mano de obra; Materiales; Subcontratos; Medios auxiliares*

## OTROS INDICADORES

*Relativos a: Gestión de OT; Gestión de almacenes y compras; Seguridad; Formación*

## PRINCIPALES INCIDENTES

*Principales averías y problemas*

## MEJORAS PROPUESTAS Y REALIZADAS

*Propuestas de mejoras y estado de las mismas*

## PROGRAMACION DE TRABAJOS PARA PERIODO SIGUIENTE

*Trabajos importantes a realizar en el periodo siguiente*

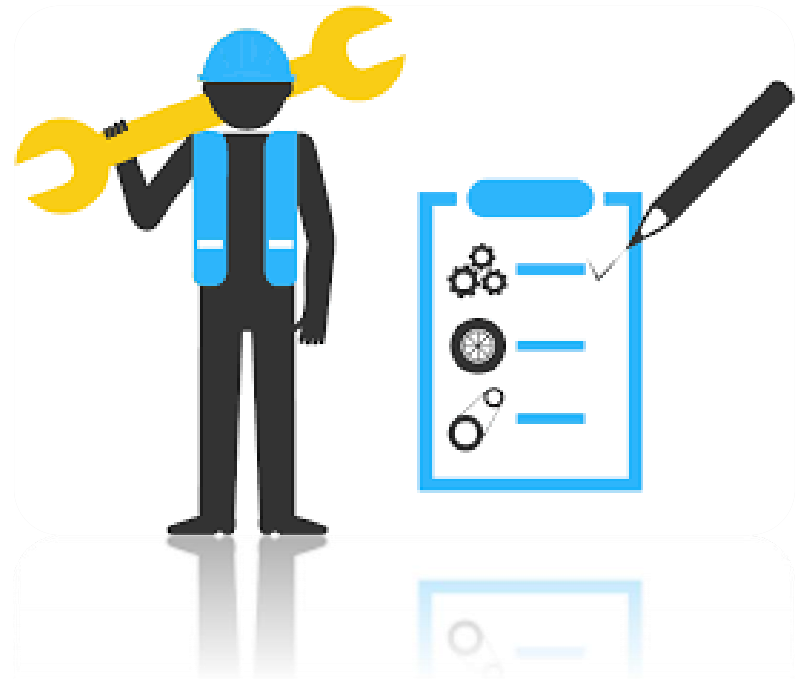
# ARCHIVOS DE MANTENIMIENTO

- Ordenes y Permisos de Trabajo
- Valores de referencia de parámetros de funcionamiento de equipos
- Informes de Intervención
- Planes de Mantenimiento
- Propuesta de mejoras
- Procedimientos de trabajo
- Histórico de averías/fallos
- Información económica diversa
- Informes periódicos
- Fichas de Personal
- Inventario de herramientas
- Planes de calibración



## ARCHIVOS TÉCNICOS

- Descripción de equipo
- Manual de Instalación
- Manual de Operación
- Manual de Mantenimiento
- Esquemas mecánicos y eléctricos
- Diagnóstico de Averías
- Despiece y lista de repuestos
- Información de instalaciones (memorias técnicas; planos y pruebas funcionales)



# PRINCIPALES PERDIDAS Y EFICIENCIA DE EQUIPOS

## PÉRDIDAS:

- Ajustes de máquinas
- Marchas en vacío, esperas y averías menores
- Velocidad de operación reducida
- Defectos en el proceso Productos fuera de especificación, reprocesos)
- Pérdidas de tiempo (Micro paradas)
- Fallas del equipo

Pérdidas por  
Disponibilidad

Pérdidas por  
Rendimiento

Pérdidas por  
Calidad



# Eficacia Global de Equipos Productivos (Overall Equipment Effectiveness)

*El OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso.*

El calculo de la O.E.E. permite visualizar de forma los factores que disminuyen la capacidad de nuestro sistema productivo.



TIEMPO REAL OPERATIVO  
TIEMPO PLANIFICADO



X

VELOCIDAD REAL  
VELOCIDAD PLANIFICADA



X

UNIDADES VÁLIDAS  
TOTAL UNIDADES PRODUCIDAS



=



Disponibilidad

Rendimiento

Calidad

OEE

# Cálculo de la Eficacia Global de Equipos Productivos (OEE)



# Eficacia Global de Equipos Productivos

## OEE: NIVELES DE EXCELENCIA

**0% <OEE<65%**

**INACEPTABLE**

*(Muy baja competitividad)*

**65%<OEE<75%**

**REGULAR**

*(Baja competitividad)*

**75%<OEE<85%**

**ACEPTABLE**

*(Continuar con las mejoras)*

**85%<OEE<95%**

**BUENA COMPETITIVIDAD**

*(entra en valores World Class)*

**95%<OEE<100%**

**EXCELENTE COMPETITIVIDAD**

*(Valores World Class)*

# Relación entre OEE y los tipos de mantenimiento



# INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO (KPIs)

*Los Indicadores de Gestión, también llamados KPIs (Key Performance Indicators) permiten medir el nivel del desempeño de un proceso, a fin de establecer el grado en que un objetivo fijado, se pueda alcanzar.*

- El desafío consiste en saber qué medir, cómo, cuándo, donde, o con qué herramientas.

***“Si defines malos indicadores, obtendrás malos resultados”***



**“Lo que no se mide, no se puede mejorar”**

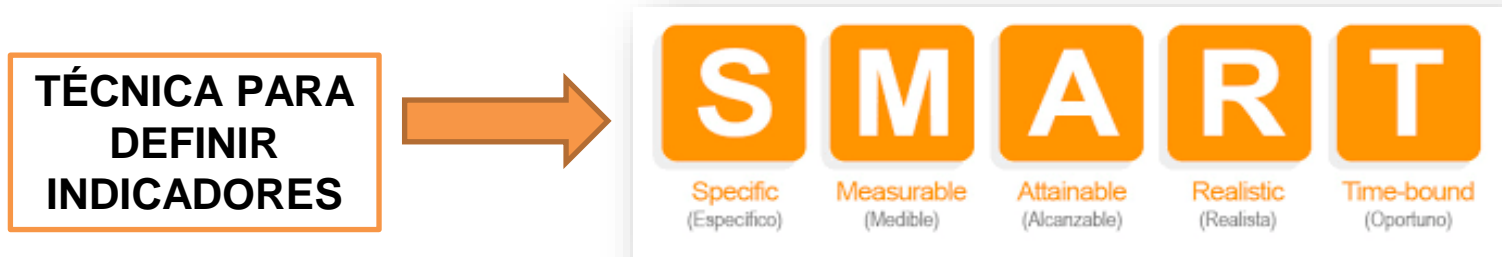
## **INDICADORES**

- INDICES DE DISPONIBILIDAD
- INDICES DE GESTION DE OT
- INDICES DE COSTE
- INDICES DE PROPORCION DE TIPO DE MANTENIMIENTO
- INDICES DE GESTION DE ALMACENES Y COMPRAS
- INDICES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
- INDICES DE FORMACION



# Características de los Indicadores de Gestión del Mantenimiento

- ✓ Deben permitir conocer el grado de cumplimiento de los objetivos.
- ✓ Deben ser fáciles de medir, entender y de interpretar.
- ✓ Deben ser representativos de las actividades realizadas.
- ✓ Deben permitir establecer una relación entre trabajo solicitado y trabajo entregado.
- ✓ Deben permitir la medición y evaluación de tiempos asociados a actividades.
- ✓ Deben replicar las buenas prácticas de gestión de otros procesos y/o empresas.
- ✓ Deben motivar la competitividad y el deseo de mejorar.
- ✓ Deben ser solo unos cuantos (los más significativos o representativos).
- ✓ Deben ser concebidos partiendo del punto de vista del parámetro a ser medido.
- ✓ Deben responder a la realidad actual, por cuanto deben ser adaptables al cambio.
- ✓ Deben permitir medir parámetros que sean dinámicos (no se puede medir algo que no cambia).
- ✓ Deben ser usados para permitir crear estrategias de trabajo orientado a la mejora continua.



# INDICADORES DE MANTENIMIENTO

## ÍNDICES DE DISPONIBILIDAD

Disponibilidad Total

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Disponibilidad por averías

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

Tiempo medio entre fallos

$$MTBF = \frac{\text{N.º de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{N.º de averías}}$$

Tiempo medio de  
reparación

$$MTTR = \frac{\text{N.º de horas de paro por averías}}{\text{N.º de averías}}$$

# TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}}$$



$$\text{MTBF} = \frac{140 + 190 + 215}{3} = 181,6 \text{ horas}$$

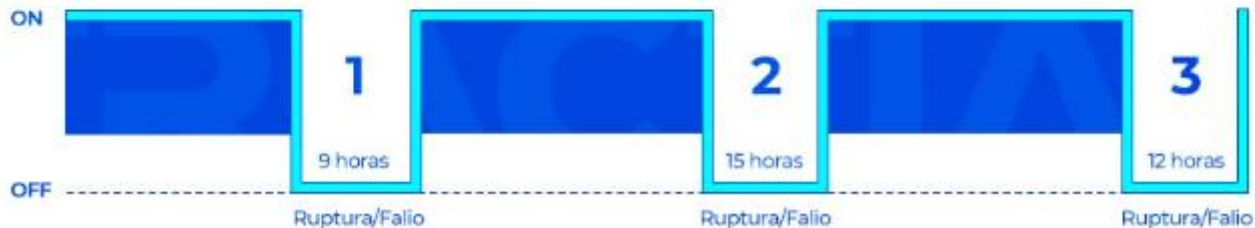


# TIEMPO MEDIO DE REPARACIONES

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Suma de los tiempos de reparación}}{\text{Número de intervenciones realizadas}}$$



$$\text{MTTR} = \frac{9 + 15 + 12}{3} = 12 \text{ horas}$$



$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

$$D = \frac{181,6}{181,6 + 12} \times 100 \longrightarrow D = 93,8 \%$$

$$\text{CONFIABILIDAD} = R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$$

$\lambda$  = tasa de fracaso

$$\lambda(t) = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

$t$  = tiempo

Debe seguir la unidad  
**MTBF (horas, días...)**

$e$  = El Número de Euler

**2,71**

$$\text{BACKLOG} = \frac{\sum \text{HH registro de los trabajos}}{\sum \text{total HH X Factor de productividad (\%)}} \times 100$$

$$\sum \text{HH registro de los trabajos} = \left[ \begin{array}{l} \sum \text{HH OS Planificado} \\ + \\ \sum \text{HH OS Pendiente} \\ + \\ \sum \text{HH OS Programado} \\ + \\ \sum \text{HH OS Ejecutado} \end{array} \right]$$

El **backlog** es el tiempo de mano de obra necesarios para realizar todos los trabajos actuales dentro de un programa de mantenimiento.

$$\text{CMF} = \frac{\text{Coste total de mantenimiento}}{\text{Facturación en bruto}} \times 100$$

$$\text{CMF} = \frac{200.000}{5.000.000} \times 100 \longrightarrow \text{CMF} = 4,00\%$$

El indicador CMF hace una comparación directa entre la facturación y el costo de mantenimiento



## CPMV: Costo de mantenimiento sobre valor de reposición

Este indicador analiza el costo de mantenimiento empleado en cada equipo e identificar si sería más ventajoso continuar manteniendo el activo o comprar uno nuevo.

$$\text{CPMV} = \frac{\text{Coste total de mantenimiento}}{\text{Precio de compra de los nuevos equipos}} \times 100$$

$$\text{CPMV} = \frac{750}{36.000} \times 100 \longrightarrow \text{CPMV} = 2.08\%$$

## Distribución por tipos de mantenimiento

Este indicador revela Cuál es el porcentaje de la aplicación de cada tipo de mantenimiento que se está desarrollando.



## 2. ÍNDICES DE GESTIÓN DE ORDENES DE TRABAJO

Nº de O.T. generadas, Nº de O.T. generadas por secciones, Nº de O.T. acabadas, Nº de O.T. pendientes, Nº de O.T. de emergencia, Horas estimadas de trabajo pendiente.

Índice de cumplimiento de la planificación:

$$\text{Índice de cumplimiento de la planificación} = \frac{\text{N.º Órdenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{N.º de Órdenes totales}}$$

## 3. ÍNDICES DE COSTE

Coste de la mano de obra por secciones, Proporción de coste de la mano de obra de mantenimiento, Coste de materiales, Coste de subcontratos (Fabricantes, especialistas, inspecciones de carácter legal, empresas de mantenimiento genéricas), Coste de medios auxiliares (alquiler o contratación de grúas, herramientas especiales, etc.).

## 4. ÍNDICES DE PROPORCIÓN DE TIPO DE MANTENIMIENTO

✓ Índice de Mantenimiento Programado  $IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$

✓ Índice de Mantenimiento Correctivo:  $IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$

## 5. ÍNDICES DE GESTIÓN DE ALMACENES Y COMPRAS

✓ Consumo de materiales en mantenimiento

$$\% \text{ consumo materiales en mantenimiento} = \frac{\text{Valor de materiales consumidos para mantenimiento}}{\text{Valor total del material consumido}}$$

✓ Rotación de almacén:

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Valor repuesto consumido}}{\text{Valor del stock de repuestos}}$$

✓ Eficiencia en la cumplimentación de pedidos:

$$\text{Eficiencias de compras} = 100 - \frac{\text{Peticiones de materiales no atendidos en un plazo determinado}}{\text{N.º de pedidos cursados}} \times$$

✓ Tiempo medio en la recepción de pedidos:

$$\text{Tiempo medio de demora} = \frac{\sum \text{Demora de cada pedido}}{\text{N.º de pedidos total}}$$

## 6. ÍNDICES DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Índice de frecuencia de accidentes, Índice de jornadas perdidas, Índice de tiempo medio de permanencia de residuos, Índice de incidentes medioambientales:

## 7. ÍNDICES DE FORMACIÓN

✓ Proporción de horas dedicadas a formación, Proporción de desarrollo del programa de formación.



## MANTENIMIENTO

*"Cuando todo va bien, nadie recuerda que existe"*

*"Cuando algo va mal, dicen que no existe"*

*"Cuando es para gastar, se dice que no es necesario"*

*"Pero cuando realmente no existe, todos concuerdan en que debería existir"*

**A.SUTER**

# BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. Editorial Díaz de Santos, SA, 2010.
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Editorial Alfaomega, Bogotá, 2009.
- RODRIGUEZ RAMIREZ, José. Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora. Cujae; 2003.
- TORRES, Leandro Daniel. Mantenimiento, su implementación y gestión. Editorial Universitas, Argentina, 2005.
- TORRES, Leandro Daniel. Gestión integral de activos físicos y mantenimiento. Editorial Alfaomega, Argentina, 2015.