



# Universidad Abierta y a Distancia de México

Ciencias Exactas, Ingeniería y Tecnología

## Gestión Industrial

5° Semestre

Fase 3. Diseño Industrial

**Unidad didáctica 5. Industrialización y  
productividad de los entornos**

**Unidad 1. Administración del  
mantenimiento industrial**





# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Índice

Introducción

Competencia específica

#### Semana 1

#### Autoevaluación

##### 1. Mantenimiento industrial

- 1.1. Definición y evolución del mantenimiento
- 1.2. Objetivos del mantenimiento industrial
- 1.3. Importancia del mantenimiento industrial
- 1.4. Tipos de mantenimiento industrial
- 1.5. El mantenimiento industrial y la productividad

##### Actividad 1. Diagnóstico de mantenimiento

#### Semana 2 y 3

##### 2. Organización del Mantenimiento Industrial

- 2.1. El mantenimiento industrial en una organización
- 2.2. Administración del mantenimiento industrial
- 2.3. Proceso y Calidad en el mantenimiento industrial
- 2.4. Diseño de Planta y Materiales de mantenimiento industrial
- 2.5. El mantenimiento industrial y las nuevas tecnologías

##### Actividad 2. Foro Caso práctico



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Semana 4

#### 3. Evaluación del Mantenimiento

- 3.1. Planificación y programación del mantenimiento industrial
- 3.2. Líneas estratégicas y políticas de un plan de mantenimiento industrial
- 3.3. Tipos de planificación de mantenimiento industrial
- 3.4. Etapas de un plan de mantenimiento industrial
- 3.5. Programación y técnicas del mantenimiento predictivo
- 3.6. Métodos de diagnóstico del mantenimiento predictivo
- 3.7. Evaluación del mantenimiento industrial

#### **Aprendizaje integrador. Ejercicio de Plan de Mantenimiento Preventivo**



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Introducción

En esta unidad se conocerá la definición, elementos y características del Mantenimiento Industrial, así como, la relación que tiene tanto con la productividad y organización de una industria, como con los procesos productivos y la calidad. También se describirán algunas técnicas para diseñar y gestionar planes y programas de conservación.

#### Competencia de la unidad

Aplicar técnicas para diseñar y administrar planes y programas de conservación de equipo e instalaciones en la industria.

#### Aprendizajes

- Comprende la diferencia entre el enfoque a la máquina y el enfoque actual al servicio.
- Define los conceptos de preservación periódica, progresiva y total, y los tipos de mantenimiento.
- Aplica Herramientas para administrar la conservación.
- Aplica distribución de planta en el diseño de un taller de mantenimiento.
- Diseña y evalúa programas de mantenimiento y presupuestos de mantenimiento.



# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

### Semana 1

#### 1. Mantenimiento industrial

##### 1.1. Definición y evolución del mantenimiento

En la Administración Industrial es muy importante establecer sistemas de mejora continua, y el mantenimiento industrial es, sin duda, un factor predominante para controlar diferentes procesos productivos, mismos que conllevan a una serie de actividades que están directamente relacionadas con el desempeño de todos los recursos de la industria.

El mantenimiento industrial es un conjunto de medidas, reglas o pautas, que, a través de la aplicación de algunas técnicas, nos permite establecer una preservación de herramientas, maquinarias e instalaciones de una industria, empresa u organización, y esto permitirá tener un mejor desempeño y optimizar procesos que conlleve a elevar la productividad.

El mantenimiento como tal, ha tenido un comportamiento que evolucionó no sólo en el uso de herramientas, maquinaria e instalaciones, sino en la creatividad y responsabilidad en el ser humano.

A continuación, se muestra una línea de tiempo donde se ilustra lo descrito anteriormente:



# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

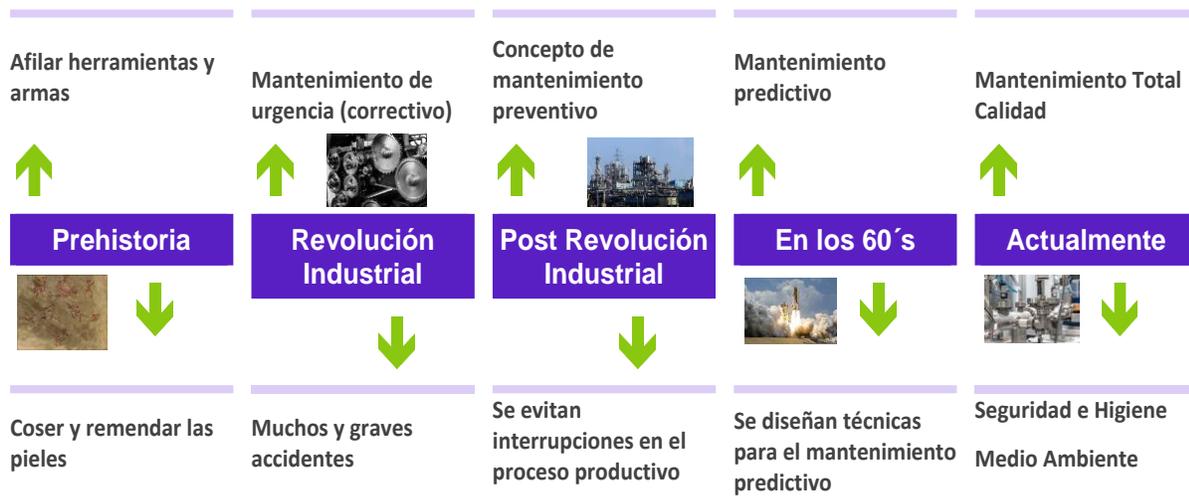


Figura 1.1. Evolución del mantenimiento

En términos técnicos, el mantenimiento industrial ha evolucionado a través del tiempo en relación principalmente a la optimización de recursos de las empresas, organizaciones e industrias, el aumento de la confiabilidad y disponibilidad de maquinaria y equipo, lo anterior se generaliza en la siguiente gráfica:

### Evolución Operativa del Mantenimiento Industrial

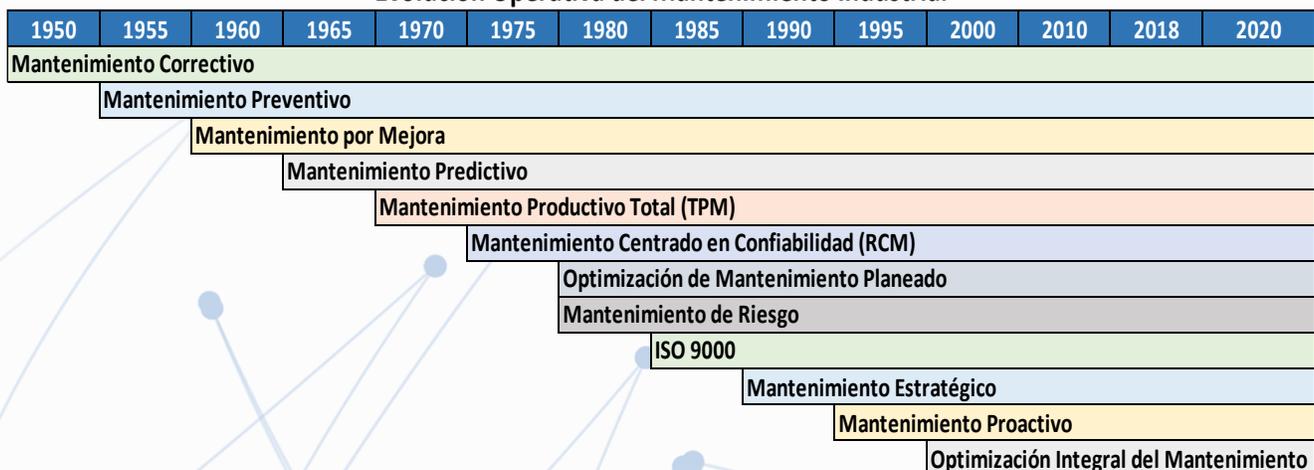


Figura 1.2. Evolución operativa del Mantenimiento industrial



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### 1.2. Objetivos del mantenimiento industrial

Para la aplicación y control efectivo del mantenimiento industrial, es primordial conocer los objetivos que éste determina desde su concepción y origen. A continuación, se enlistan cada uno de ellos:

- Evitar, reducir y, en su caso, reparar fallas.
- Disminuir la gravedad de fallas que no se puedan evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquina en producción.
- Evitar accidentes.
- Conservar bienes productivos en condiciones seguras de operación.
- Reducir costos.
- Prolongar la vida útil de los bienes (herramientas, maquinarias e instalaciones).



Figura 1.3. Accidente aéreo. Tomado de Pixabay

Los objetivos del mantenimiento industrial se agrupan en la consecución de tiempo en el que todos los recursos de una empresa, organización e industria funcionan de manera adecuada, bajo condiciones de calidad y costo beneficio.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

En la siguiente figura se expresa el objetivo del mantenimiento industrial en relación con el beneficio y cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en la organización, empresa o industria:

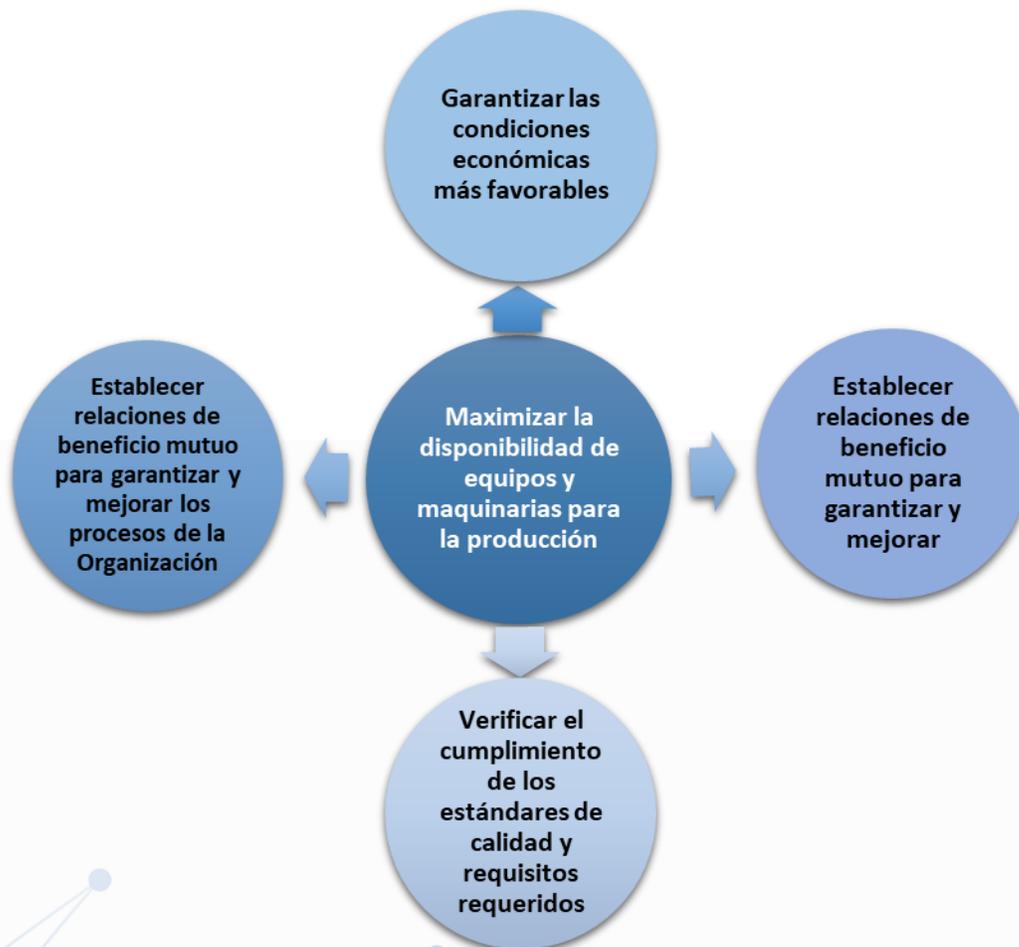


Figura 1.4. Objetivo del mantenimiento industrial

### 1.3. Importancia del mantenimiento industrial

En la nueva industria es un factor primordial el ser competitivo en una economía globalizada, por lo que todas las actividades que se llevan a cabo en la industria han experimentado una evolución



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

que establece tiempos de desarrollo, considerando como factores detonantes la calidad y productividad.

Por lo anterior, el mantenimiento industrial es importante y de gran valor dentro de las organizaciones, empresa o industria, ya que contribuye como se mencionó anteriormente tanto en **Calidad** como **Productividad**, cumpliendo con responsabilidad en sus procesos bajo un esquema de confiabilidad.

En una industria, empresa u organización que tiene como principal objeto la producción de bienes, un término muy utilizado y con frecuencia mal valorado es la capacidad instalada que está directamente relacionada con los tiempos de operación y la calidad con la que desarrolla sus productos, de tal manera que el mantenimiento industrial es un factor determinante que influye en todo el proceso o sistemas productivos.

Es por tal, que las áreas productivas dependen directamente de la capacidad instalada específicamente de maquinaria y equipos, por lo que a partir de ahí se genera una dinámica de operación que afecta directamente la calidad de los productos.

Por lo anterior, el Mantenimiento Industrial influye en todas las áreas de la empresa, y mayormente en las productivas donde se ven mejor sus efectos y por tanto las incidencias que suceden son mayormente en estos sistemas de producción. Sin duda el buen mantenimiento nos asegura la disponibilidad a lo largo del tiempo y esto es la confiabilidad.

La competitividad en la industria se ve afectada principalmente por los siguientes factores:

- Desbalance en el uso de recursos, mismos que se dan con los paros de procesos productivos por fallas en las herramientas y máquinas.
- Improvisación en los sistemas productivos, generando procesos alternativos costosos.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Mala calidad en los productos desarrollados.
- Aumento discriminado en los costos de los sistemas de producción.
- Competencia desleal en industrias del mismo ramo.
- Malas y deficientes reparaciones a herramientas y maquinaria, situación que merma su vida útil.

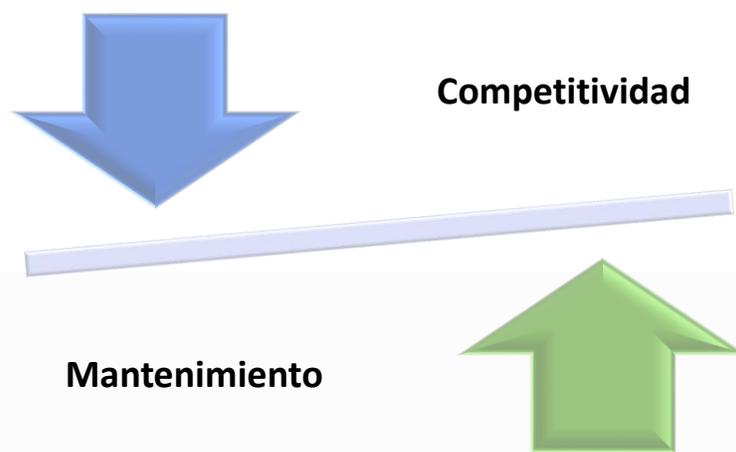


Figura 1.5. Competitividad y mantenimiento

Sin duda la relación que guarda la competitividad con el mantenimiento deja ver otros conceptos que se entrelazan en su operación, entre ellos están los costos de producción, la calidad de los productos desarrollados y por supuesto el cliente que espera tener el bien en el tiempo determinado.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial



Figura 1.6. Elementos que se relacionan con la competitividad y el mantenimiento

La conservación de la maquinaria y equipo de las empresas, organizaciones e industrias deben plantear objetivos muy concretos para buscar el equilibrio entre lo económico y lo técnico, siempre tomando en cuenta la parte administrativa, sobre todo como se ha denotado en los sistemas productivos, estos procesos son olvidados por la estrategia empresarial.

La tendencia en los últimos años es aplicar los esfuerzos empresariales principalmente en la calidad de productos y servicios, asumiendo que en la mayor parte de ellos los costos están bajo control. Sin embargo, los costos de mantenimiento no están bajo control, y son factor importante en el incremento y eficiencia operativa de las máquinas y equipos.

Lo primordial es generar las estrategias óptimas de mantenimiento industrial, donde se busca minimizar el efecto conjunto de los componentes de costos, es decir, identifica el punto donde el costo de reparación es menor que el costo de paro o pérdida en los sistemas de producción. El



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

costo total del mantenimiento se conforma a partir del costo de mantenimiento regular o costo de reparación y por el costo de la falla o de pérdida en producción.

#### 1.4. Tipos de mantenimiento industrial

Tipos de Mantenimiento Industrial	• Mantenimiento preventivo
	• Mantenimiento correctivo
	• Mantenimiento predictivo
	• Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance (TPM))

Figura 1.7. Tipos de mantenimiento

#### Mantenimiento preventivo

Conjunto de actividades **programadas con anterioridad**, mismas que son encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos o paros en las máquinas y equipos.

#### Puntos en contra:

- Cambios innecesarios cuando la maquinaria y equipo todavía tiene vida útil en partes, refacciones o en su totalidad.
- Problemas iniciales de operación, dado que se paran los procesos.
- Costo de inventarios medio, dado que deben existir refacciones en existencia.
- Mano de obra, ya que se ocupa en los periodos de mantenimiento correctivo.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Oportunidades:

- Se definen los elementos, equipos o maquinaria a dar mantenimiento.
- Se establece la vida útil de los equipos y maquinaria.
- Se determinan los trabajos a realizar de acuerdo con lo planeado.
- Se agrupan temporalmente los trabajos de mantenimiento.

#### Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el conjunto de acciones que se realizan para reparar o sustituir algún elemento que presente falla y se encuentre en mal estado.

#### Puntos en contra:

- Los fallos pueden aparecer en cualquier momento.
- Si no se detectan los fallos a tiempo, estos pueden causar daños irreparables en los equipos y maquinaria.
- El costo por reemplazo de refacciones es alto.

#### Oportunidades:

- Se aplican sistemas complejos, específicamente sistemas computacionales.
- No existe un esquema para predecir los fallos.
- Se interrumpe en cualquier momento los procesos y no se tiene un tiempo definido de paro.

#### Mantenimiento predictivo



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

En el mantenimiento predictivo se da seguimiento y se genera un diagnóstico de manera continua, esto permite una intervención oportuna para corregir posibles fallas y poder adelantarse a un viable paro en los procesos.

#### Ventajas:

- Se genera un registro de los seguimientos y diagnósticos.
- Se programa el mantenimiento considerando los tiempos adecuados en los procesos, no afectando las actividades.

#### Oportunidades:

- Se da seguimiento de acuerdo con factores e indicadores de presión, temperatura, ruido o vibraciones.
- Se genera una historia en los registros de los análisis de indicadores.
- Se programa el mantenimiento en el momento más adecuado.

#### Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance - TPM)

En el mantenimiento productivo total o TPM se estructuran tres conceptos que son importantes describir, ya que forman parte de una serie de procesos que nos permite analizar en específico los elementos y características de este mantenimiento.

- **Mantenimiento:** Mantener las instalaciones, equipo y maquinaria, siempre en buen estado.
- **Productivo:** Se enfoca directamente al aumento de productividad.
- **Total:** Implica a la totalidad del personal, áreas y responsabilidad de la gerencia o dirección general.

En el TPM los usuarios u operarios de equipos y maquinaria realizan pequeñas tareas de mantenimiento de su área o responsabilidad. Así mismo, las acciones de mantenimiento



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

productivo total (TPM) se realiza con la participación de todo el personal reunido en grupos y, principalmente, una dirección motivadora.

La siguiente figura establece en forma general las características principales de los tipos de mantenimiento descritos anteriormente:



Figura 1.8. Principales características de los tipos de mantenimiento

### 1.5. El mantenimiento industrial y la productividad

Es particularmente importante considerar como un factor de relevancia, **la productividad**, a la que convergen todas las actividades del quehacer empresarial y del que no puede exonerarse el mantenimiento industrial, más aún, consideramos que es uno de los factores que contribuye de manera fundamental a su logro y desarrollo en todas las empresas. La productividad se ha



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

estancado en México en los últimos 25 años. Las diferencias de productividad per cápita con otros países son enormes, como se puede observar en la siguiente gráfica:

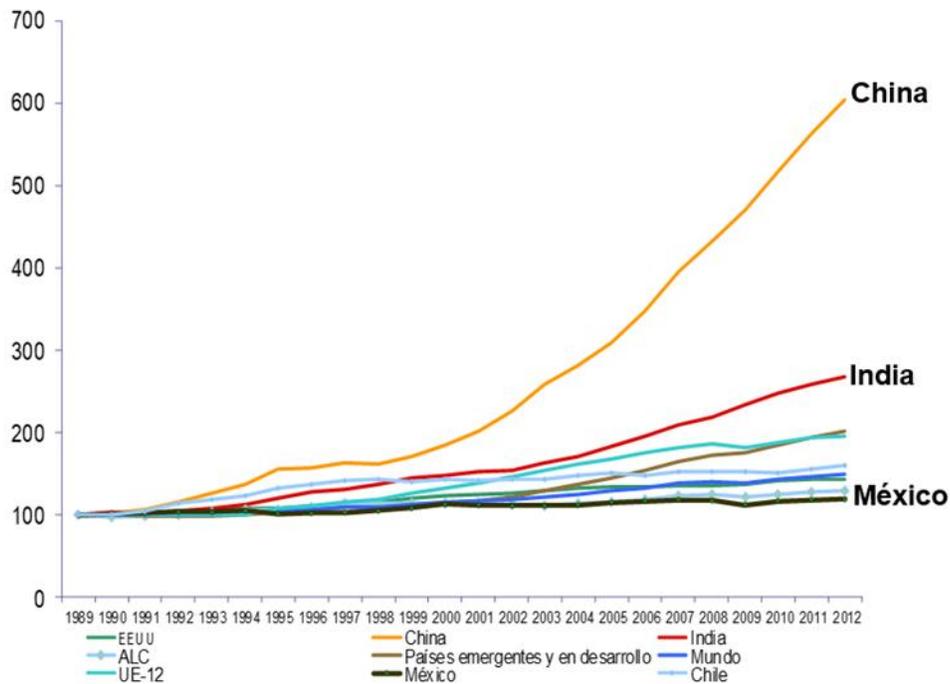


Figura 1.9. Gráfica de productividad per cápita, con información de The Conference Board, 2013

La productividad de los trabajadores de Noruega es 6 veces mayor y la de Corea del Sur el doble que la de los mexicanos:



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

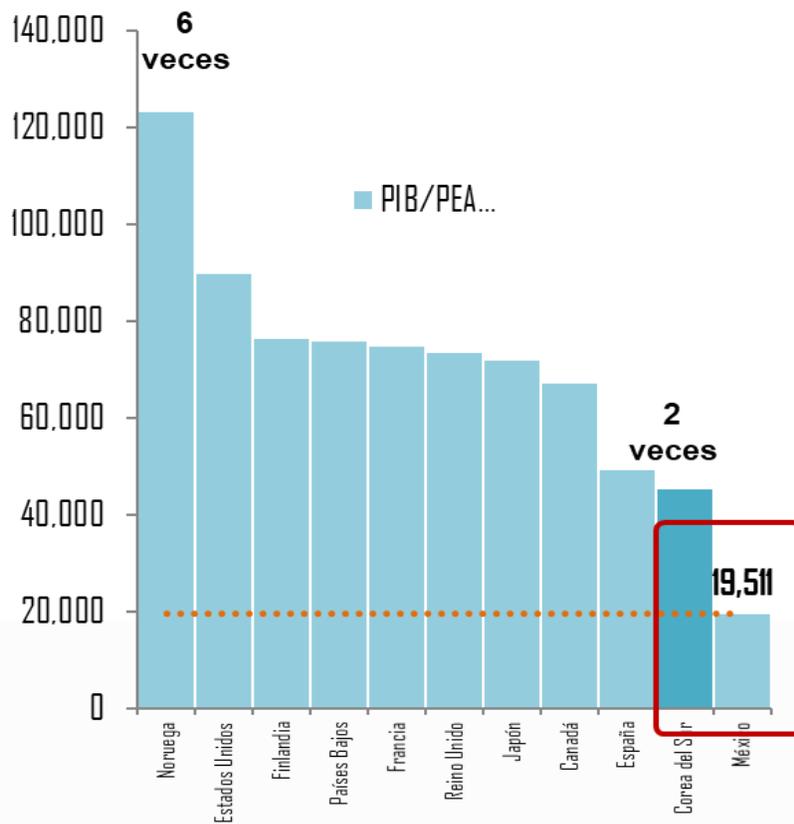


Figura 1.10. Gráfica de producción entre Noruega, Corea del Sur y México, con información de The Conference Board, 2013

Los números fríos que determinan una situación operativa, que puede ser generada por una "mala administración" o por una "errada política empresarial", tiene una sintomatología que es muy común advertir en la industria de los países menos desarrollados, tales como el nuestro.

Por lo anterior, surge la necesidad de potenciar las labores de mantenimiento industrial, de lo contrario se produce el agobio de los procesos productivos, por tanto, la disminución de los ingresos con lo cual debían iniciarse las inversiones de reposición, y al no producirse se ingresa inevitablemente a un círculo vicioso de baja calidad y/o reducción en el volumen de productos manufacturados.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Sin duda, la consecuencia de asignar menores presupuestos para la función de mantenimiento industrial desencadena una drástica evolución donde la productividad se muestra bajo la tendencia al colapso de las empresas, organizaciones o industrias.

El uso de nuevas tecnologías de automatización que procuran el aumento de la productividad de los procesos y sistemas de producción, operación y mantenimiento industrial, así como, la reducción de los costos de comercialización y administración se generan a través del desarrollo de la informática y telecomunicaciones; por lo que, es necesario desarrollar las investigaciones que generan cambios que procuran la optimización de actividades productivas, disminución de costos y generación de mayor riqueza, con el deber de contar con el capital humano capacitado.

El valorar adecuadamente la incidencia que presenta el mantenimiento en el buen funcionamiento y logro de los objetivos de la organización, empresa o industria, es algo que debemos analizar en dos planos:

1. Funcionamiento cotidiano de la empresa, y
2. Exige las nuevas realidades y tendencias más recientes.



# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

### Semana 2 y 3

## 2. Organización del Mantenimiento Industrial

### 2.1. El mantenimiento industrial en una organización

La industria en general está constituida por áreas o departamentos organizados y sincronizados encargados de gestionar factores o recursos productivos, trabajo, capital y recursos naturales, para producir bienes y servicios que después se venden en el mercado.

Una de esas áreas, es mantenimiento, cuya función se extiende al conjunto de la organización, manteniendo una estrecha relación con el resto de las áreas funcionales.

Un deficiente funcionamiento de la administración del mantenimiento industrial puede condicionar seriamente la calidad del producto final, la eficacia del proceso de producción o la situación financiera de la empresa, por lo que cualquier acción orientada al objetivo del área de mantenimiento ha de contemplar, necesariamente, las exigencias del resto de las áreas de la empresa.

Como se ha expuesto, las actividades de mantenimiento según el o los tipos de mantenimiento que se implementen deberá tener ubicación adecuada a las responsabilidades y actividades asignadas.

### 2.2. Administración del mantenimiento industrial

Una empresa, organización o industria que decide hacer el mantenimiento a sus equipos y máquinas o procesos en vez de tomar servicios, debe gestionar una función de mantenimiento. La administración del mantenimiento industrial tiene en cuenta numerosos factores, tales como



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

los costos de reparación, inventario y de transporte, la disponibilidad de suministro, la eficacia en las entregas y la calidad de los proveedores.

La administración del mantenimiento industrial tiene múltiples funciones que pueden ser agrupadas en:

#### Función general:

Administrar la disponibilidad de equipos y maquinaria para los sistemas productivos que deben estar siempre en condiciones óptimas para la operación inmediata, con la finalidad de tener a la mano lo que es necesario y sobre todo cumplir con las especificaciones establecidas.

#### Funciones directivas:

- Planificar programas de mantenimiento industrial: establecer objetivos y estrategias.
- Organizar programas de mantenimiento industrial: estructura organizativa y funcionamiento.
- Controlar las variables principales: precio, nivel de servicio, confiabilidad, nivel de inventario y costos indirectos.
- Decidir por la reposición y modernización de equipos y maquinaria.
- Crear los mecanismos de control para el seguimiento del mantenimiento,
- Establecer la mejora continua como proyecto estratégico.

#### Funciones administrativas y operativas:

1. Seleccionar, instalar, operar, conservar y modificar los servicios de planta, instalaciones, edificios, lubricantes y equipos de control ambiental.
2. Supervisar las especificaciones estipuladas para la compra de un equipo, maquinaria o proceso y así hay que asegurar que están de acuerdo con las condiciones de la empresa, organización o industria.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

3. Conservar en excelente estado los dispositivos de seguridad y cuidar que se cumplan las normas de seguridad en la operación de los equipos.
4. Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo las funciones.
5. Seleccionar el factor humano.
6. Administrar y solicitar herramientas y repuestos, coordinar la elaboración y solicitud de adquisición de los medios para el desarrollo de la administración, además de manejar o asesorar su adecuado almacenamiento.
7. Crear los mecanismos de control para asegurar el desarrollo de la función de mantenimiento.

Un deficiente funcionamiento de la administración de mantenimiento industrial puede condicionar seriamente la calidad del producto final, la eficacia del proceso de producción o la situación financiera de la empresa, por lo que el área de mantenimiento deberá cumplir con sus actividades según las funciones que tiene asignadas, y lograr los objetivos propuestos por el área de mantenimiento y la empresa, por lo que será necesario considerar las exigencias y relaciones con el resto de las áreas de la empresa.

#### 2.3. Proceso y Calidad en el mantenimiento industrial

El proceso de mantenimiento industrial dependerá del conjunto de variables que condicionan la organización, planeación y demás variables administrativas del mantenimiento a partir del tamaño y capacidad de planta, sector industrial, personal involucrado, etcétera.

A manera de ejemplo se plantea el flujograma para la administración del área de mantenimiento donde es importante describir el conjunto de acciones que realiza la empresa, organización o industria, sobre todo las que se relacionan sistemáticamente, específicamente la aplicación de principios metodológicos:



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial



Figura 2.1. Flujograma para la administración del área de mantenimiento

Coordinación y comunicación del departamento de mantenimiento con las demás áreas de la empresa

La empresa es un sistema, en la cual todas sus áreas se interrelacionan, para solicitar información, materiales e incluso colaboración con el propósito de satisfacer al cliente.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial



Figura 2.2. Esquema de la relación entre el área de mantenimiento y el resto de áreas de la empresa

En el siguiente gráfico se muestran las áreas que tienen relación directa con mantenimiento, las cuales proporcionan información que sirve de soporte para el desarrollo de las actividades del área de mantenimiento industrial.

La información procesada por mantenimiento retroalimenta a dichas áreas para permitir un mejor desarrollo de sus actividades y lograr la adecuada coordinación entre todas las áreas de la empresa, organización o industria, a fin de lograr los resultados esperados según los planes y programas de trabajo.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

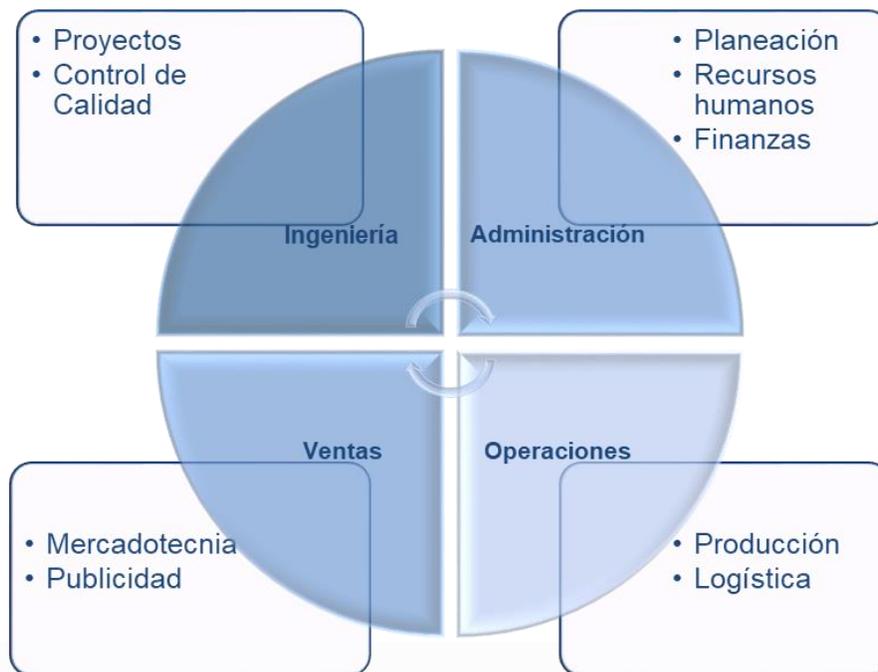


Figura 2.3. Mantenimiento industrial y sus relaciones

Los procesos y sistemas de producción sufren una serie de cambios a lo largo de su vida útil, se evidencia la necesidad del mantenimiento industrial, causadas por la influencia de factores ambientales o inherentes al entorno de trabajo como la obsolescencia tecnológica, originada por las condiciones del negocio y cuyo principal elemento de generación es el hombre y sobre todo el desgaste físico, originado por las condiciones de operación.

Lo anterior genera en la empresa una pérdida en la productividad, lo que se traduce en baja rentabilidad, y es donde la función del mantenimiento industrial surge en el campo de la Ingeniería, como estructura de apoyo, debido al gran interés económico, derivado de la repercusión, que su carencia o insuficiencia, tiene en los beneficios empresariales, por lo tanto, esta función es admitida como un eslabón muy importante de la cadena productiva.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Sin duda, los procesos productivos deben realizar un mantenimiento adecuado, con el fin de conservar los sistemas, por lo cual deben tener en cuenta los aspectos técnicos, económicos y de organización referentes a esta función y los cuales pertenecen a los recursos estratégicos de la **administración del mantenimiento industrial**, por medio de los cuales se enfrentará el conflicto referido a la pérdida de productividad, para obtener un nivel aceptable de la misma y con esto el logro de la excelencia, eficacia y eficiencia.

Dentro de una empresa, organización o industria, el mantenimiento industrial debe **administrarse** desde su origen y hasta la entrega al cliente del producto o servicio, pasando obviamente por la ejecución de las tareas que son las que agregan valor.

La **administración del mantenimiento industrial** consiste en la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos y humanos, con la finalidad de optimizar los procesos que permitan alcanzar los objetivos del mantenimiento industrial.

#### Control de calidad y mantenimiento industrial

Control de calidad es uno de los aspectos más importantes en el logro de la persistencia y confiabilidad de los productos, incluyendo el área de mantenimiento industrial. Al igual que todos los aspectos del mercadeo, el control de calidad requiere una buena planificación, investigación, administración y disciplina junto con el entrenamiento regular y revisión de los procedimientos.

#### Puntos importantes para asegurar la calidad:

- El área de mantenimiento industrial necesita estar al tanto de lo que se requiere.
- La orden de mantenimiento industrial debe estar desarrollada con la descripción exacta de lo que se necesita.
- La gerencia debe de ser informada de las necesidades del área de mantenimiento industrial.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Se debe forjar un control de calidad de los repuestos y accesorios y en el caso de materiales se deben aplicar medidas de inspección y prueba con el fin de comprobar que cumple con todos los requisitos.
- Los repuestos y materiales que se reciban por parte del proveedor deben estar totalmente y de acuerdo con las definiciones de calidad o con los requisitos establecidos en la orden de compra o contrato.
- Las especificaciones deben permitir al proveedor tener una idea clara de la calidad que se le está solicitando en el producto comprado.

Algunas interrogantes que permiten establecer el control de calidad en una empresa, organización o industria son:

1. ¿Existe un departamento de calidad en su empresa?, ¿cómo está organizado?
2. ¿Cómo está organizado el departamento de servicio al cliente?, ¿qué rol juega el departamento de servicio al cliente en administrar la calidad?
3. ¿Su empresa tiene políticas de calidad en la compra de materias primas e insumos?, ¿cómo están establecidas?
4. ¿Qué datos guarda y archiva cuando tienen algún problema de calidad?
5. ¿Qué hace acerca del control estadístico para la calidad?, ¿qué niveles de calidad son aceptables para ustedes?, ¿qué tipo de entrenamiento de calidad dan al área de producción?
6. ¿Cómo implementa el compromiso de calidad en su grupo de trabajo?
7. ¿Qué tipos de programas de calidad practica su empresa?
8. ¿Su empresa utiliza el sistema de control total de calidad y cómo está organizado?
9. ¿Qué clase de costos de calidad reportan en su sistema y qué tipo de auditorías de calidad manejan?
10. ¿Qué medidas toman para asegurar que sus proveedores les entreguen materia prima de la calidad que necesitan?



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

11. ¿Sus vendedores visitan a sus proveedores?
12. ¿Qué rol juegan sus áreas de mantenimiento y compras en asegurar la calidad de sus proveedores?

#### Administración de la calidad en el mantenimiento industrial

Todos los puntos importantes para asegurar la calidad se logran a través de una adecuada administración de calidad en el mantenimiento industrial, tal como se muestra en la gráfica siguiente:

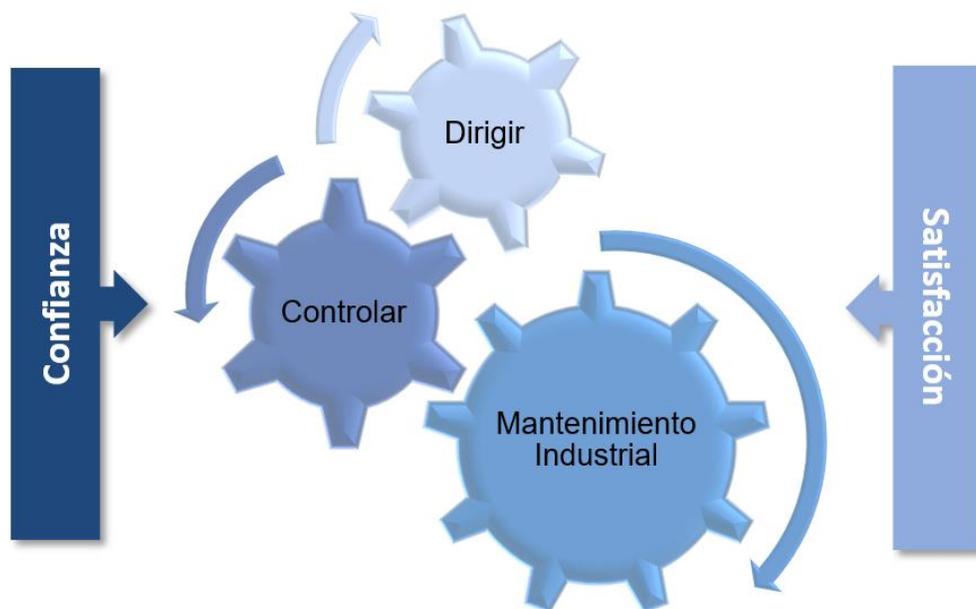


Figura 2.4. administración de calidad en el mantenimiento industrial

Para administrar la calidad se requiere de un conjunto de actividades coordinadas, principalmente la planeación para dirigir y controlar el proceso completo de los sistemas productivos, con la finalidad de obtener productos confiables que satisfagan las necesidades del cliente.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Se requiere para una adecuada planeación, la recopilación de información que nos permita determinar metas y objetivos, así como, la formulación de planes, tanto generales como específicas, para alcanzar los objetivos dentro de las políticas establecidas.

La planeación se inicia con:

1. Con la obtención de información sobre la base de una investigación.
2. Identificación de las necesidades.
3. Selección de proveedores.
4. Puesta en marcha de la acción.

#### 2.4. Diseño de Planta y Materiales de mantenimiento industrial

Para lograr servicios de mantenimiento de calidad, deberá de proveerse de las herramientas, los materiales, repuestos y todos los insumos necesarios, según los programas de actividades.

El problema del mantenimiento industrial no es mono disciplinario, pues sus planes deben estar centrados en los objetivos más que en los detalles inmediatos, deben conducir a plantear un enfoque sistémico, que permita realizar un trabajo coordinado con logística, la adquisición de repuestos y los materiales, para garantizar el éxito en los resultados en la administración del mantenimiento y de la empresa.

Los repuestos y materiales se empiezan a administrar al tener una clara conceptualización de la planta, luego al planear el mantenimiento industrial de manera sistemática y con la Administración de las Órdenes de Trabajo.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Administración de repuestos y materiales

En general la administración de materiales se ha convertido en un factor fundamental de la Eficiencia del Proceso productivo de una empresa y es determinante en las relaciones con sus proveedores y clientes. Oportunidad en los suministros, inventarios adecuados, costos racionales de administración y óptimo servicio hacia producción y mercadeo, se constituyen en los principales objetivos de la administración de materiales.

Dentro del mismo criterio, los suministros de materiales y repuestos requeridos al mantenimiento industrial deberán considerar los mejores costos; el equilibrio entre los costos de hacer las compras, costos de almacenaje y costos de los paros por la falta de repuestos y materiales oportunos y adecuados.

Las cantidades de repuestos y materiales requeridos por el mantenimiento industrial no pueden establecerse solamente con base en un consumo periódico determinado, sino también en la administración del mantenimiento industrial a aplicar, pues al programar los trabajos a realizar, se pueden considerar las necesidades de partes y repuestos.

El objetivo principal de la administración de repuestos y materiales es disminuir los inventarios a un mínimo, el uso de procedimientos produce también otros beneficios: minimiza los costos de adquisición de repuestos y materiales, asegura que se compren las cantidades adecuadas de cada artículo, elimina la duplicación y provee un método confiable para suministrar la información requerida.

Algunos factores que afectan la demanda son el estado de los equipos, su operación, tiempo de servicio, enfoque del mantenimiento industrial y condiciones ambientales; por lo que es recomendable hacer un análisis cuidadoso de los equipos en general, así como de sus partes, ya que el desgaste y el esfuerzo a que están sometidos no es el mismo para cada componente de los mecanismos.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

El estudio de repuestos es una herramienta muy efectiva para determinar los stocks para un equipo o grupos idénticos. Es simplemente un listado detallado de las partes de la máquina, agrupados por mecanismos o partes de esta y de acuerdo con un ordenamiento referido a algún catálogo.

La información básica que es conveniente registrar en un estudio de repuestos, debe relacionar los datos de los equipos con sus manuales hasta conseguir el número de repuestos en función de la cantidad instalada y el número de equipos iguales.

Como se ha indicado, la administración de repuestos está dirigida al dominio y administración de partes y materiales necesarios para el mantenimiento, su utilización, almacenamiento, requisición, recepción representan una actividad de carácter ingenieril, técnico y administrativo no referida solamente como un problema de “manejar un almacén”.

Los principales factores para una administración exitosa de repuestos son:

**Conocer la cantidad instalada de partes por equipo.**

**Mantener los catálogos actualizados.**

**Conocer las fallas e intervenciones clasificadas y su relación con los consumos.**

**Establecer un sistema de clasificación de repuestos y materiales**

**Establecer presupuestos reales de consumo.**

**Instalar procedimientos de control adecuados.**

Figura 2.5. Factores para una administración de repuestos



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Establecer procedimientos adecuados para la fijación de puntos de reorden

- Adquirir las cantidades económicas.
- Utilizar unos sistemas de control de inventarios.
- Definir métodos adecuados de pedido de repuestos en equipos.
- Conocer los costos de comprar y de tener.
- Conocer el costo de los repuestos y materiales en inventario.
- Conseguir inventarios rentables de partes.
- Hacer mantenimiento dentro del almacén.
- Impulsar el ínter cambiabilidad, la estandarización y normalización.
- Apoyar a la administración de compras informando sobre las equivalencias.
- Evaluar la sustitución de repuestos del fabricante con la fabricación de repuestos local.

#### Determinación de existencias

El determinar partes necesarias en existencia y sus montos, se basa en la cantidad instalada, usada, estimada y los de entrega por proveedores. No es fácil efectuar estudios de costos para evaluar el monto de tener en inventario el total o una parte de un componente costoso, comparando con los perjuicios causados a la producción por no llevarla en existencia, y teniendo en cuenta el tiempo necesario para su instalación, por la falta de interés de las organizaciones en conocer estos datos.

Las piezas se almacenan por dos razones: la parte que será requerida con frecuencia para la operación de la planta y la que corresponde al equipo crítico para la producción, el repuesto debe ser mantenido a mano para asegurarse contra fallas en la maquinaria. Ambas situaciones deben ser consideradas cuando se desarrolla un procedimiento de control de inventarios.

En cuanto a los repuestos y materiales debe cuestionarse:



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- ¿Está la empresa realizando un adecuado proceso de administración de repuestos y materiales?
- Garantiza este proceso y su sistema de control un óptimo servicio de repuestos y materiales para las actividades de Mantenimiento. ¿Se ejecuta a costos racionales?
- ¿Está relacionado sistemáticamente el proceso de administración de repuestos y materiales a los procesos: Producción, Mantenimiento, Contabilidad, Costos y Presupuesto, ¿entre otros?
- Conoce la Empresa cuál debe ser el valor ideal de sus inventarios de repuestos y materiales para mantenimiento.
- ¿Sus proveedores efectúan los suministros de máxima calidad, a los mejores precios y en la debida oportunidad?
- ¿Los costos de comprar y almacenar se conocen y son racionales?
- ¿Conoce los costos de agotamiento que se causan por indisponibilidad de repuestos y materiales en un periodo de tiempo?
- ¿De acuerdo con la importancia y criticidad de los diversos materiales, tienen estos asignados diferentes niveles de servicio que garanticen su respectiva disponibilidad en los Almacenes?

#### Almacén de mantenimiento industrial

La organización de un almacén de partes del mantenimiento industrial depende en gran parte de las estrategias que dirigen el desarrollo de la compañía, del grado de centralización adoptado y de la existencia de almacenes por áreas.

Algunas acciones que se deben hacer para disminuir los costos de almacenamiento son:

- Conocer la historia de planta.
- Revisar periódicamente las existencias.
- Ajustar frecuentemente las cantidades requeridas.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Retirar los artículos obsoletos.
- Asegurar el pedido de artículos estrictamente necesarios.
- Definir consignación de artículos por parte de los proveedores. Solicitar, pedir, recibir y despachar con rapidez.
- Verificar las existencias de los proveedores.
- Tener un sistema de compras genérico "negociado" por períodos.
- Un buen sistema de comunicaciones.
- Establecer almacenes auxiliares satélites y móviles.

El control administrativo del almacén de partes del mantenimiento industrial deberá tener claramente fijados los criterios especialmente en lo que compete a la clasificación de partes y elementos. El área que se encargue del manejo de los repuestos y partes es responsable por la disponibilidad en lo que a recursos materiales respecta, y su compromiso afecta a otras áreas por la efectividad del servicio prestado.

#### 2.5. El mantenimiento industrial y las nuevas tecnologías

Ante el avance de las nuevas tecnologías, el impacto y la relevancia de la función mantenimiento es cada vez mayor, ello por dos razones: la primera, porque al hacerse la empresa más intensiva en capital (y normalmente las nuevas así lo exigen) la sensibilidad a las paradas es mucho mayor, ya que se multiplican los costos de las máquinas y el lucro cesante. En segundo lugar, porque la tendencia de la tecnología es hacia la **integración de la manufactura**, por lo cual una falla aún en una parte secundaria del proceso resulta una parada casi completa.

Todos sabemos que cuando decimos en la actualidad integración de la manufactura nos referimos también a los sistemas de administración: Ventas-Producción-Logística-Mantenimiento. Integración que no sólo se da por las computadoras, sino por sistemas de producción, como el Justo a Tiempo (Just in time).



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Igualmente, los nuevos enfoques expuestos en los criterios de administración para la competitividad abogan por el Mantenimiento Productivo, en el cual, se capacita a los operarios para que realicen las labores rutinarias de Mantenimiento y aprendan a diagnosticar los posibles defectos a partir del comportamiento del equipo en operación. Es claro que esto es una perspectiva que apoya a la Calidad Total y a la Productividad Integral.

Un elemento adicional que comprueba la relevancia asignada a la función de Mantenimiento es la creciente participación del personal de Mantenimiento en las actividades de pequeños grupos (círculos de calidad, equipos de productividad y los planes de sugerencias).



# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

### Semana 4

### 3. Evaluación del Mantenimiento

#### 3.1. Planificación y programación del mantenimiento industrial

La **planificación** es proyectar el futuro deseado, medios necesarios y actividades a desarrollar para conseguirlo.

##### Programa o Plan de Mantenimiento Preventivo

Se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

##### Programación de actividades de mantenimiento

Son las acciones tendientes para organizar la ejecución de un conjunto de tareas en un período generalmente preestablecido, distribuyendo frente a las necesidades derivadas de la carga de trabajo programada, donde los recursos deben ser optimizados. Es definir:

- Con quién
- Con cuánto
- Cuándo, y
- Cómo

La planeación de los trabajos específicos se realiza a través de órdenes de trabajo, a las que se asigna los recursos materiales y humanos previstos; en el caso de los rutinarios se trata de listas de tareas a realizar una tras otra.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

En el mantenimiento sistemático se realiza la planeación, programación y ejecución; en el mantenimiento correctivo es posible realizar programas de trabajo sin haber sido planeados, su necesidad surge durante el proceso.

Cuando existen emergencias, en cambio, no pueden siquiera ser programadas, dada la premura con que se requiere solucionarlas.

Para tal caso, las intervenciones rutinarias se deben manejar como mantenimiento sistemático. Un caso especial es el mantenimiento por Diagnóstico de Condición, este se realiza mediante inspecciones evaluativas de las variables claves que evidencian el estado de los equipos y maquinaria, a fin de establecer una verdadera estrategia preventiva que permita anticipar y evitar los problemas que resultan de deterioros imprevistos.

El mantenimiento industrial constituye así en una solución que es económicamente más conveniente que el preventivo, al reparar y/o reemplazar piezas en función de su estado de conservación y no simplemente por el simple transcurso del tiempo.

El plan de acción es extender los programas sistemáticos a los equipos en donde estas actividades disminuyan realmente los tiempos perdidos y se mejore su confiabilidad, el objetivo es definir el tipo de mantenimiento acorde a las circunstancias de utilización, ubicación y tiempo de vida útil de cada equipo.

La planeación y programación de las actividades de mantenimiento industrial necesitan contar con la información adecuada para el manejo de las actividades estándares y las de emergencia. Una inferencia fundamental para poner en marcha el plan de mantenimiento, la normalización de equipos y sus actividades, procedimientos y repuestos; basado en la historia de la planta, proyectada al análisis de fallas y diagnóstico de condición.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Programa de mantenimiento industrial

Un Programa de Mantenimiento Industrial para un equipo o máquina determinada es fácil, aplicarlo es más complejo. Unas ideas básicas son:

- Es altamente aconsejable comenzar por localizar el manual de uso y mantenimiento original, y si no fuera posible, contactar con el fabricante por si dispone de alguno similar, aunque no sea del modelo exacto.
- Establecer un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya la limpieza del equipo y el espacio cercano.
- Comenzar de inmediato la creación de una bitácora de fallas e incidencias.
- Establecer una lista de puntos de comprobación, bajo indicadores establecidos, como los niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, así como, sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días o semanas.
- Establecer en su caso un Plan-Programa de Lubricación de la misma forma, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Para establecer los plazos exactos de limpieza y/o sustitución de los filtros, nos ayudará revisarlos y comprobar su estado de forma periódica.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, los fabricantes suelen facilitar un número de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad y vibraciones. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento e incidencias anteriores.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal.
- Agrupar en el Plan o Programa de Mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran el paro del equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados (por ejemplo, si establece el fabricante la



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

comprobación de presión de un elemento cada 30 días, podemos establecerlo nosotros cada 28, para coincidir con otras tareas preventivas del plazo semanal (7 x 4 semanas = 28 días).

- Pueden crearse aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos) y Excel (Hoja de Cálculo), que nos permitirán tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etcétera. Cuantos más datos recojan y guarden, el Programa de Mantenimiento será más exacto.

#### Plan Maestro de Mantenimiento Preventivo

La planeación es un elemento fundamental para la aplicación del mantenimiento preventivo, para poder programar y desarrollar trabajos posteriores.

En este proceso se correlacionan los códigos y nombres de los equipos con las periodicidades, épocas de programación, de ejecución de actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, formularios de registro de datos de medición, centros de costos, códigos de material y cualquier otro dato juzgado por el usuario como necesario de interrelacionar el desarrollo del proyecto.

Para estructurar un **programa maestro de mantenimiento preventivo** se necesita generar formularios, donde son registrados, en la primera columna, el código de mantenimiento, que es correlacionado en las columnas siguientes con el nombre del equipo, los códigos de la instrucción del mantenimiento industrial y hoja de registro de datos, órgano responsable por el mantenimiento y periodicidad.

Por ejemplo, cuando el registro se realiza por semanas, debemos contar con 52 columnas, una para cada semana del año, donde son marcadas las semanas previstas para realizar los servicios programados de acuerdo con la periodicidad establecida para cada equipo. Las marcas señaladas





## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### 3.2. Líneas estratégicas y políticas de un plan de mantenimiento industrial

Para la aplicación del mantenimiento industrial, existen una serie de líneas estratégicas, donde de acuerdo con el diagnóstico y tipo de mantenimiento, se elige la más adecuada. Las líneas estratégicas son:

1. **Reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo:** Para modelos de fallo claramente dependientes del tiempo.
2. **Mantenimiento según condición:** Para determinar cuándo se debe realizar el mantenimiento correctivo.
3. **Mantenimiento de oportunidad:** Acciones de mantenimiento realizadas cuando en otros elementos:
  - a) Se ha producido el fallo y hay que parar para reparación.
  - b) Se han realizado reparaciones o sustituciones a intervalo fijo o según el estado.
4. **Operación hasta fallo y mantenimiento correctivo:** Cuando un elemento falla y se encuentra bajo una condición.
5. **Mantenimiento modificativo:** Intenta eliminar las causas del fallo.

Para el buen funcionamiento del mantenimiento industrial se han establecido políticas de mantenimiento preventivo y correctivo, mismas que se combinan para cada equipo o máquina a inspeccionar o atender de acuerdo con un plan de mantenimiento:

- Política de reparación o sustitución a intervalo fijo antes del fallo,
- Política de mantenimiento según condición,
- Política de mantenimiento de oportunidad,
- Política de operación hasta fallo y mantenimiento correctivo, y
- Política de mantenimiento modificativo.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### 3.3. Tipos de planificación de mantenimiento industrial

En las empresas se implementan diversos tipos de planes dependiendo del tipo de organización y la dinámica de las circunstancias.

El mantenimiento no es ajeno a la participación y desarrollo de planes de largo y corto plazo, dentro de los primeros se ubica el plan estratégico que traza las necesidades y el curso general con alcance de largo plazo. Luego, los planes operativos que procura implementar las actividades de los planes estratégicos, en el corto plazo.

Los planes permanentes adoptan la forma de políticas y procedimientos organizacionales, de manera que la política es un plan permanente que comunica lineamientos flexibles para orientar las decisiones y emprender acciones en circunstancias específicas.

#### Tipos de planes:

- **Planeación estratégica:** Es el plan en el que se establecen los objetivos, las estrategias y los planes globales a largo plazo, normalmente es entre 3 y 5 años. Esta actividad es desarrollada por la alta Dirección, que se ocupa de problemas de gran amplitud, tanto en términos de actividad organizativa como de tiempo.
- **Planeación operativa:** Es donde se concretan los planes estratégicos y objetivos a un elevado grado de detalles. Así se establecen las tareas a desarrollar para que se cumplan los objetivos y planes a largo plazo. En esa etapa las actividades son un poco más limitadas.
- **Planeación adaptativa:** Pretende eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellos.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Hay quienes consideran un nivel intermedio entre la planificación estratégica y la operativa, y que denominamos **planificación táctica o de medio plazo**. Esta comparte algunas características de cada una de ellas y su misión es conectarlas.

A continuación, se presenta un gráfico donde se muestra la interacción entre las planeaciones del mantenimiento industrial:

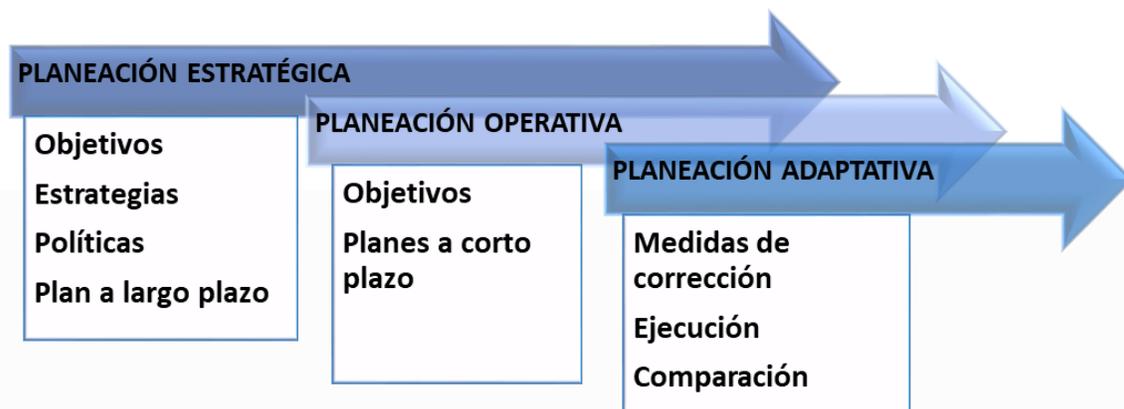


Figura 3.2. Interacción entre las planeaciones del mantenimiento industrial

En el gráfico anterior se observa la correspondencia entre las fases desarrolladas en el área productiva y los que representan a la planificación en ámbito del conjunto empresarial.

#### 3.4. Etapas de un plan de mantenimiento industrial

1. Clasificación e identificación de equipos.
2. Recogida de información:
  - a) Modelo de producción (continuo, fluctuante, intermitente).
  - b) Naturaleza del proceso.
  - c) Recomendaciones de los fabricantes.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- d) Características de fallo.
  - e) Características de reparación.
  - f) Factores económicos.
  - g) Factores de seguridad y medio ambiente.
3. Selección de la política individual:
    - a) Sustituciones a intervalo fijo: Equipos de fácil sustitución, de bajo coste.
    - b) Mantenimiento basado en condición: Equipos de difícil sustitución, de elevado coste.
    - c) Equipos con alto coste de mantenimiento: Conveniencia de modificar el diseño.
    - d) No es efectivo el mantenimiento preventivo ni el modificativo: El equipo operará hasta su fallo.
  4. Programa de mantenimiento preventivo total.
  5. Líneas generales del programa de mantenimiento correctivo.

#### 3.5. Programación y técnicas del mantenimiento predictivo

##### Ventajas

Más eficiente y flexible que cualquier otro tipo de mantenimiento:

- Se puede programar la parada del equipo con antelación al fallo.
- Se reducen la cantidad de piezas sustituidas innecesariamente.

##### Casos no convenientes

No todas las causas de fallo de la planta pueden ser detectadas con antelación:

- Monitorización demasiado costosa en mano de obra y equipos.

##### Aplicación



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Costes de monitorización: reducción esperada de costes de mantenimiento y disponibilidad.
- Necesario por seguridad y medio ambiente.

#### Tipos de control

- Control sin interrupción de la operación del equipo.
- Control que requiere la parada del equipo o con condiciones de funcionamiento diferentes a las normales.

#### Técnicas de control en marcha

1. Inspección visual, acústica y táctil de los componentes accesibles:
  - Holgura de componentes no rotativos.
  - Restos de material de desgaste o corrosión (uniones, remaches, juntas de fricción).
  - Desplazamiento relativo dos componentes ( $1\mu\text{m}$ ).
  - Laca frágil sobre una junta, desplazamiento relativo entre las dos partes.
  - Partes internas inaccesibles mediante técnicas ópticas.
  - Movimiento de juntas con holgura, golpeteo.
2. Control de temperatura:
  - Se monitorizan las variaciones de temperatura.
  - Termómetros, termopares, termistores, pinturas, infrarrojos:
    - Temperatura del lubricante a la salida del cojinete.
    - Temperatura del agua de refrigeración de una máquina.
3. Control de lubricante:
  - Filtros magnéticos.
  - Análisis del aceite y de los filtros:



# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Desgaste de los engranajes e inicio de la fatiga (Análisis de la forma de las virutas).

### 4. Detección de pérdidas:

- Varios métodos (agua jabonosa)

### 5. Monitorizado de vibraciones:

- Detecta gran cantidad de fallos.
- Técnica mayoritariamente empleada.
- Gran cantidad de información:
  - Vibraciones cerca de los cojinetes: Detecta y diferencia entre desequilibrio, alineamiento, fallo de cojinetes, fallo de engranajes.
  - Desgaste
  - Cavitación

### 6. Control de ruidos:

- Sonidos especiales (fugas).
- Análogo al control de vibraciones.

### 7. Control de corrosión:

- Cambio de la resistencia eléctrica de probetas de medida con la corrosión

### Técnicas de control en parada

#### 1. Inspección visual, acústica y táctil de los componentes en movimiento o inaccesibles

- Estado de la superficie de los dientes de los engranajes (sobrecarga, fatiga, desgaste, pobre lubricación)

#### 2. Detección de fisuras:



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Líquidos penetrantes en las superficies de las fisuras (hasta 0,025  $\mu\text{m}$  a simple vista).
  - Pulverizado de partículas magnéticas.
  - Resistencia eléctrica.
  - Corrientes inducidas.
  - Ultrasonidos
3. Detección de fugas:
- Mediante ultrasonidos.
4. Ensayo de vibraciones:
- Respuesta del sistema ante una vibración.
5. Control de corrosión:
- Instalación de probetas en el equipo e inspección periódica (mediante ultrasonidos).

#### Técnicas de control de aplicación general

- Control de lubricantes.
- Control de temperatura.
- Monitorización de vibraciones y ruidos.

#### Control de lubricantes

- Residuos depositados (Partículas más grandes).

#### Filtros: Extracción del filtro

- Análisis de los residuos (tamaño, contorno, composición).
- Cambios en los componentes en contacto con el aceite.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Colectores magnéticos

- Recogida de componentes ferrosos.
- Residuos en suspensión (partículas más pequeñas).

#### Análisis con espectrómetro

- Medida de concentración de partículas.
- Velocidad de formación.

#### Análisis ferrográfico

- Decantación de partículas magnéticas, distribuidas en función del tamaño.
- Análisis de las partículas por concentración, tamaño, distribución y forma.

<i>Síntoma</i>	<i>Causas</i>	<i>Acción</i>
Espuma	Exceso de agitación o paso bajo presión a través de restricciones	Revisar el sistema
	Contaminación por detergentes	Cambiar el aceite
Emulsión		
Se separa naturalmente	Agua mezclada	Drenar el agua
Se separa con centrifugación	Agua mezclada	Cambiar el aceite
Color oscurecido	Oxidación del aceite	Cambiar el aceite
	Exceso de temperatura	
	Combustión o existencia de otros productos en el aceite	

Figura 3.3. Estado del aceite usado



# Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

## Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

### 3.6. Métodos de diagnóstico del mantenimiento predictivo

Diagnóstico basado en modelos

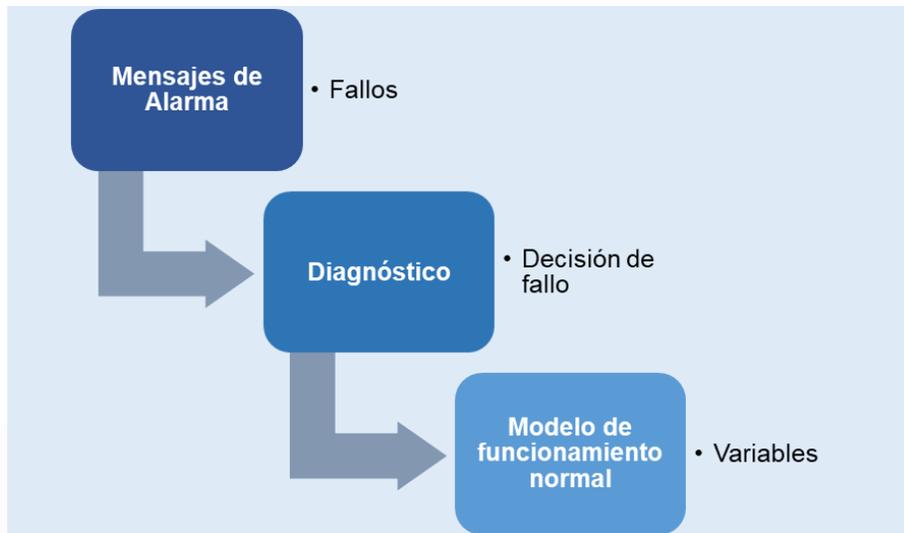


Figura 3.4. Esquema de diagnóstico basado en modelos

Diagnóstico basado en sistemas expertos

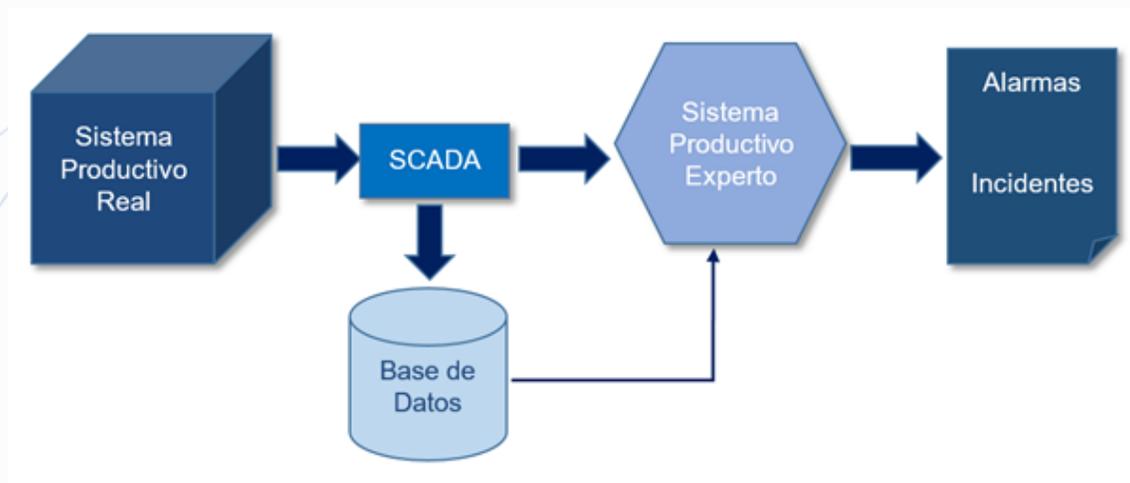


Figura 3.5. Esquema de diagnóstico basado en sistemas expertos



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

\*SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos

Diagnóstico basado en redes neuronales

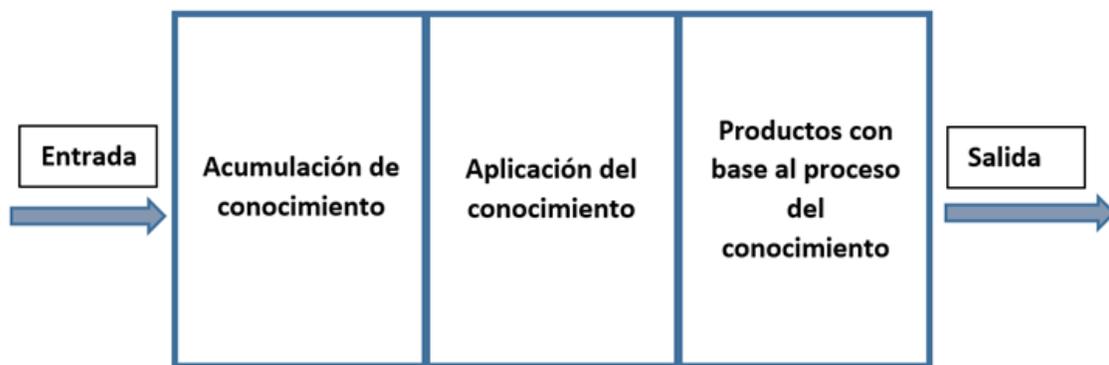


Figura 3.6. Esquema de diagnóstico basado en redes neuronales

### 3.7. Evaluación del mantenimiento industrial

El objetivo fundamental del mantenimiento industrial es la consecución de un número determinado de horas disponibles de funcionamiento de la planta, instalación, máquina o equipo en condiciones de calidad de fabricación o servicio exigible con el mínimo coste y el máximo de seguridad para el personal que utiliza y mantiene las instalaciones y maquinaria.

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 mediano y largo plazo.

La importancia económica del mantenimiento es cada vez mayor. Así, se puede decir que los gastos de mantenimiento de las empresas españolas con ventas superiores a 1.500 millones de



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

pesetas anuales representan aproximadamente el 6% del valor de esas ventas, lo cual nos lleva a la conclusión de que una buena administración del mantenimiento, que minimice dicho coste, puede afectar de manera importante al nivel de beneficio alcanzado por las empresas.

Un correcto mantenimiento permitirá tanto la disminución de los costes indirectos provocados por la pérdida de producción, como de los costes directos del propio mantenimiento.

La efectividad del mantenimiento comienza mucho antes del día en el que se produce la primera avería de una máquina, pues en el mismo instante de la concepción de ésta ya se determinan ciertas aptitudes como su fiabilidad, su mantenibilidad y su disponibilidad.

Un bajo nivel de mantenimiento genera unos costes elevados y un exceso de éste puede resultar más caro incluso que los daños producidos por los posibles fallos. Por este motivo, se debe tener muy clara la idea de que los costes de mantenimiento entran en el precio de venta de los productos fabricados.

El uso de índices o indicadores es recomendable, ya que de ese modo se cuantificará el estado de un programa de mantenimiento. Las características de los índices deben ser las siguientes: que se refieran a algún aspecto significativo, que sean claros, medibles, fáciles de obtener, fiables y objetivos.

No obstante, en muchos casos los índices a determinar son difíciles de evaluar de forma cuantitativa, siendo útil el uso de la lógica difusa como elemento de valoración.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Cierre de la unidad

En el tema 1 se describen algunas características que refieren la mala utilización de los recursos, la desatención y las interrupciones de las líneas productivas, con mala calidad en los productos y el incremento de los costos de producción por reparaciones deficientes que disminuyen la vida útil de los equipos, son los factores que dan origen al mantenimiento.

Por lo anterior, el resultado de una empresa, organización o industria en términos de producción este compuesto por la capacidad instalada, el ritmo de operación, la calidad de sus productos y la disponibilidad de sus instalaciones. El mantenimiento influye en todos, sin embargo, es a través de la disponibilidad donde se ven mejor sus efectos y por lo tanto la incidencia que tiene en el resultado global. El buen mantenimiento nos asegura la disponibilidad hoy a lo largo del tiempo y esto es la confiabilidad.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

En el actual escenario de competitividad, el mantenimiento se destaca como una función operacional que influye y mejora los tres ejes determinantes del performance industrial:

- Costo
- Plazo
- Calidad del producto y servicios

En la búsqueda de reducir los costos se ha replanteado la función del mantenimiento industrial, orientando los procesos hacia la eficacia y tener mayor influencia en los costos totales empresariales, mismos que minimicen y estabilicen la operación. Se debe considerar el uso de las nuevas tecnologías que han ampliado las tareas, responsabilidades y exigencias en cuanto a tiempos, calificación y exactitud en la ejecución y organización de las tareas del mantenimiento industrial.

En el mantenimiento industrial debe considerar básicamente:

- Participación en la toma de decisiones
- Mantenimiento como administración
- Inmediata atención al cliente
- Participación en la selección de tecnología
- Definición de políticas de reposición de equipo
- Procedimientos estandarizados
- Sistema de Información apropiado
- Planeación y programación de actividades
- Control presupuestal
- Inspecciones Sistemáticas
- Documentación Apropiada
- Personal capacitado y convencido



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

- Mantenimiento de primera línea por el operario

El tema de incentivos es importante en este proceso porque permite disminuir el porcentaje de productos defectuosos e incrementa la productividad.

En el tema de organización del mantenimiento industrial, se abordó el cómo la industria está constituida por áreas o departamentos organizados y sincronizados encargados de gestionar factores o recursos productivos, trabajo, capital y recursos naturales, para producir bienes y servicios que después se venden en el mercado. Una de esas áreas es mantenimiento, cuya función se extiende al conjunto de la organización, manteniendo una estrecha relación con el resto de las áreas funcionales.

El objetivo del mantenimiento industrial de máquinas y equipos lo podemos definir como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Las funciones del área de mantenimiento industrial son:

- Planificar programas de mantenimiento.
- Establecer objetivos, estrategias.
- Organizar programas de mantenimiento.
- Estructura organizativa y funcionamiento.
- Controlar las variables principales: precio, nivel de servicio, fiabilidad, nivel de stock, costos indirectos.
- Decidir por la reposición y/o modernización de los equipos actuales y llevados a cabo si es necesario.
- Crear los mecanismos de control para el seguimiento del desarrollo de la función de Mantenimiento.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

Los puntos importantes para asegurar la calidad son:

1. El área de mantenimiento necesita saber justo lo que se requiere: especificaciones técnicas.
2. La orden de mantenimiento debe estar desarrollado con la descripción exacta de lo que se necesita.
3. La gerencia debe de ser informado de las necesidades del área de mantenimiento.
4. Se debe hacer un control de calidad de los repuestos y accesorios y en el caso de materiales se deben aplicar medidas de inspección y prueba, con el fin de comprobar que cumple con todos los requisitos.
5. Los repuestos y materiales que se reciban de parte del proveedor deben estar totalmente de acuerdo con las definiciones de calidad o con los requisitos establecidos en la orden de compra o contrato.
6. Las especificaciones deben permitir al proveedor tener una idea clara de la calidad que se le está solicitando en el producto comprado.



## Unidad didáctica 5. Industrialización y productividad de los entornos

### Unidad 1. Administración del mantenimiento industrial

#### Fuentes de consulta

##### Básica

- Avallone, Eugene and Baumeister, Theodore. *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*. Tenth Edition. México: McGraw-Hill Handbooks.
- G. Schroeder, Roger. (1992). *Administración de operaciones*, 3 ed. México: McGraw-Hill.
- Niebel, Benjamín y Freivalds, Andris. (s/f). *Ingeniería industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. 11ª ed. México: Alfaomega.
- Vallhonrat B., J. M. (1991). *Localización, Distribución en Planta y Manutención*. España: Marcombo.

##### Complementaria

- Baca Urbina, G. (2003). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. México: McGraw-Hill.
- Díaz Del Rio. (2007). *Manual de Maquinaria de Construcción*. 2ª ed. México: McGraw-Hill.
- Dounce Villanueva, E. (1982). *La administración en el mantenimiento*. México: CECSA.
- Newbrough E. T., Ramond, A. (1967). *Effective maintenance management. Organization, motivation, and control in industrial maintenance*. New York. México: McGraw-Hill.