



FUNDACIÓN  
PARA LA  
PREVENCIÓN  
DE RIESGOS  
LABORALES



CEPYME  
aragón



## *Volumen I*

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA  
EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONDICIONES  
DE TRABAJO DEL PERSONAL EN  
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL.**

# *Índice de materias.*

---

***Concepto***

***Pag.***

## ***Volumen I***

<b>0.- Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>1.- Mantenimiento Industrial .....</b>	<b>9</b>
<b>2.- Gestión del Mantenimiento .....</b>	<b>50</b>
<b>3.- Legislación Genérica .....</b>	<b>83</b>
<b>4.- Mantenimiento eléctrico .....</b>	<b>144</b>

---

**Concepto**

**Pag.**

***Volumen II***

<b>5.- Mantenimiento Mecánico .....</b>	<b>246</b>
<b>6.- Mantenimiento en Instalaciones con aparatos a presión .....</b>	<b>296</b>
<b>7.- Mantenimiento en Instalaciones de Climatización .....</b>	<b>341</b>
<b>8.- Dispositivos de Seguridad en Equipos de Trabajo .....</b>	<b>373</b>

# Introducción.

La seguridad dentro de la aplicación de la legislación vigente, amparada en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 en este tipo de trabajos **es peculiar y diferenciada** respecto a otras actividades profesionales. Las actuaciones suelen ser unipersonales o con reducidos grupos de trabajadores y por lo general **la subcontratación es mayoritaria** en este tipo de empresas de **servicios de mantenimiento industrial**, donde las empresas usuarias acuden cada vez más al outsourcing por lo que este tipo de trabajos no se realizan en un mismo centro de trabajo y la combinación de riesgos no relacionados entre sí es tan variada y tan dispar **como trabajos en altura, trabajos con electricidad, electrónica, neumática, hidráulica, automática, trabajos con elevadas tasas de riesgo postural, etc...** suelen conllevar accidentes graves o muy graves con altos porcentajes de jornadas perdidas.



El desarrollo de los trabajos de mantenimiento industrial se basa por parte de los operarios que los realizan en el **cumplimiento de las medidas preventivas** que se inducen de la aplicación de los reglamentos o normas siguientes dentro de los siguientes trabajos:

- *Instalaciones eléctricas.*
- *Mantenimiento Mecánico.*
- *Instalaciones de Aparatos a Presión*
- *Instalaciones de Climatización.*

- *Mantenimiento de Equipos de Trabajo.*

Se evaluarán dentro de este estudio cada uno de los trabajos y labores de mantenimiento presentas ninguno condensa todos los trabajos que se pueden desarrollar en una industria, así como teniendo en cuenta si este **mantenimiento se realiza a priori, in situ o posteriori (preventivo, predictivo y productivo).**

## **Fases**

En este apartado se va describir brevemente el proceso que se va a desarrollar el trabajo planteado mediante etapas o fases del proyecto cuya **planificación** viene descrita a continuación.



### **FASE 1**

Se realizarán y programarán las acciones complementarias **dentro de la definición de los trabajos de mantenimiento industrial** basados en los puntos expuestos anteriormente, recopilando documentalmente todo lo relativo a los trabajos de las materias relacionadas y supervisado por el Comité de Seguimiento del Proyecto de forma similar a años anteriores, desarrollando protocolos de actuación en el análisis de los riesgos que producen el desempeño de estas labores por parte del personal que lo realiza, teniendo en cuenta :

- *Número de trabajadores.*

- *Sector industrial donde se realiza las labores de mantenimiento.*
- *Separación de protocolos de actuación en mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.*
- *Instalaciones Industriales.*

Se realizará **una programación exhaustiva de trabajos con la empresa subcontratada** enmarcada en el plan de actuación, consistente en una toma de datos documental de los históricos generados por la citada empresa del trabajo desarrollado con anterioridad por la misma por instalación.

Teniendo en cuenta:

- *Datos de la Empresa, sector industrial (CNAE), centros de trabajo, ubicación, número de empleados, categoría laboral, Sistema de Prevención elegido, procesos, materias primas y equipos utilizados.*
- *Reglamentos de aplicación a cada tipo de trabajo de mantenimiento industrial analizado.*
- *Comprobantes de las actividades realizadas en los aspectos de Información y Formación de los trabajadores tanto en las empresas que se dedican exclusivamente al mantenimiento industrial como en aquellos trabajadores que dentro de la empresa desempeñan estas labores, exclusivamente en los riesgos generados por la aplicación de los reglamentos analizados y citados en el apartado anterior.*

## **FASE 2**

Esta información, recopilada en dentro de la acción del apartado anterior serán clasificados por los diferentes sectores industriales de actividad empresarial y analizada posteriormente para que su información sea tratada estadísticamente y tabulada y sirva en la siguiente fase para:



- *realización del informe de situación actual,*
- *elaboración de las conclusiones*
- *elaboración de guías por tipo de trabajo de mantenimiento desempeñado según los puntos anteriormente descritos*
- *realización de las recomendaciones en cuanto a seguridad que los trabajadores deberán tener en cuenta en el uso y mantenimiento de las instalaciones citadas.*

### **FASE 3**

Dentro de esta fase se realizarán los siguientes trabajos:

Informe en cuanto al cumplimiento reglamentario de seguridad clasificado por las diferentes labores de mantenimiento en cada actividad industrial marcado el citado trabajo por la aplicación del Reglamento o ITC.

Elaboración de guías orientativas según sean los servicios (localización en naves industriales) o servicios (ubicados en locales) para el cumplimiento reglamentario correspondiente a la citada localización y actividad desempeñada. Estas guías estarán confeccionadas por Reglamento de aplicación en las instalaciones pertinentes.

Recomendaciones de seguridad en el uso, mantenimiento preventivo o correctivo y/o montaje de las instalaciones, dirigido al personal de mantenimiento del centro laboral y que deben tener en cuenta en cuanto a norma o legislación aplicable.

#### *FASE 4.*

Al igual que en los proyectos anteriores de otros ejercicios, se prepararán los textos generados en formatos pdf y word para su descarga por parte de las empresas interesadas desde el apartado que en la web de CEPYME/ARAGON está reservado al Gabinete, previa información de su existencia en la presentación de la finalización del trabajo y en circulares o difusión de su existencia a las diferentes asociaciones que integran CEPYME/ARAGON, para su posterior emisión a todas las empresas del sector que corresponda.

En resumen, los principales objetivos de este Trabajo son introducir:

- *El concepto de mantenimiento y sus procesos.*
- *El análisis de las tareas de mantenimiento, sus tipos y sus características.*



- *Las principales características, ventajas y desventajas de las políticas existentes de mantenimiento.*



- 
- *La metodología para la evaluación de la política óptima de mantenimiento para un elemento aislado y para un sistema complejo de acuerdo con diferentes criterios.*
  - *La integración de la seguridad y descripción de los riesgos que conllevan los trabajos de mantenimiento principalmente en las plantas industriales del sector metal.*

*Las nuevas tecnologías utilizadas para mejorar los procesos y tareas de mantenimiento y el control de los riesgos detallados.*

# 1.- Mantenimiento Industrial.

.La labor del departamento de mantenimiento, **está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador** ya que tiene la **responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo**, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la **introducción de controles** adecuados de costos.



Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

El mantenimiento **representa una inversión que a mediano y largo plazo** acarreará ganancias no sólo para el empresario quien a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.



## 1.1 Necesidades y problemática.

Hasta no hace muchos años y aun hoy en día, los servicios de mantenimiento han sido tachados de costosos y en muchas ocasiones ineficaces. Aunque el pensamiento presente de la política empresarial está cambiando respecto a esta idea mal concebida, aún son muchas **las empresas, especialmente pequeñas**, que no tienen pensado y mucho menos desarrollada una política de control de los costes, tecnificando al máximo sus estructuras y **formas de organización para conseguir mejoras tangibles en productividad y calidad**.

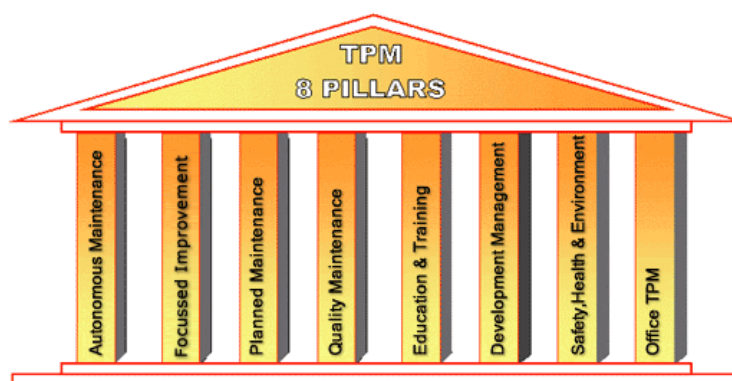
El problema del mantenimiento es hoy en día muy complejo y no fácil de plantear para estructuras industriales rígidas como las hoy existentes. La I+D, base de las Innovaciones Tecnológicas, no son ajenas al mantenimiento, al contrario le afectan directamente con:

- *las Nuevas Tecnologías.*
- *la Informática Industrial.*
- *los Nuevos Materiales.*

La evolución actual tanto de los medios de producción automatizados como de los medios informáticos y el tratamiento de la información permiten facilitar el control de sus programas y tareas. Mediante una adecuada tipificación de las tareas, es posible distinguir las actividades específicas de un *mantenimiento moderno de aquellas otras que comportan inversiones, modificaciones de los sistemas productivos y otras tareas conceptualmente diferentes a las propias del mantenimiento en la fabricación.*



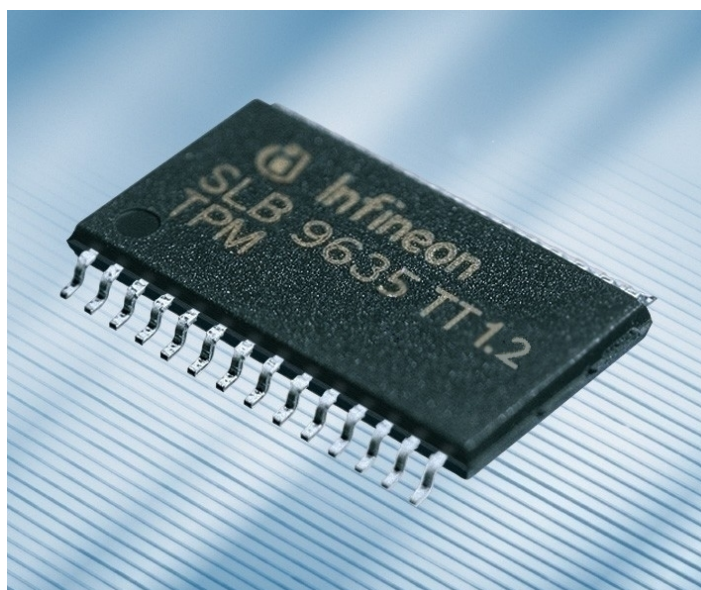
Las actividades de mantenimiento deben concretizarse en resultados y objetivos bien definidos, **que aporten valor añadido a la función productiva**, proceso en el que también se encuentran implicados el resto de servicios que integran la estructura productiva, por lo que se ha de extender el concepto de **Mantenimiento Total**.



Cuando los objetivos de las unidades de producción están orientados hacia la optimización de los procesos para obtener altas cuotas de productividad, el mantenimiento toma su sentido global en la empresa dentro del contexto del TPM (Mantenimiento Productivo Total) tomado como **filosofía a seguir y trazando caminos orientados a la consecución de los objetivos** que esta filosofía marca.

El mantenimiento es considerado hoy en día un factor estratégico cuando se busca incrementar los niveles de **productividad, calidad y seguridad** en una empresa. El desarrollo de un sistema computarizado de mantenimiento se encarga de informar oportunamente sobre las operaciones de mantenimiento que deben realizarse al día, generando historiales y medir el desempeño de las operaciones de mantenimiento y tomar acciones para mejorarlas.

Otra innovación en cuanto a métodos y procedimiento de trabajo será una vez establecidos los intervalos de mantenimiento de cada equipo e instalación, se podrá visualizar en un calendario anual o mensual las actividades diarias a realizar por equipo y sus procedimientos dando un simple doble click en el día deseado mediante motor diseñado de búsqueda en las bases introducidas por empresa partícipe, generando por consiguiente órdenes de trabajo que se imprimirán a manera de lista de verificación para plasmar los aspectos realizados por su personal e inclusive la lista de recursos necesarios para realizar los mantenimientos preventivo y correctivo y en muchos de los casos se podrá adelantar a las posibles averías **implantando un plannig de sustitución de elementos: "predecir la averia"**.



En cuanto al sistema diseñado permitirá generar documentación sobre, mano de obra, herramientas y servicios externos requeridos para realizar cada actividad, organizando el historial de consumos y reportando los costos de mantenimiento globales por equipo o por centro de costes. **Los costes de Materiales, Mano de Obra y de Servicios Externos** utilizados en cada operación serán controlados por el software en costo y existencias, elaborando de manera automática resúmenes anuales o mensuales de los recursos utilizados. Todo lo expuesto en este punto se incluirá en un interface donde se obtengan gráficas comparativas de cualquier información introducida durante las operaciones, eligiendo los factores que desea visualizar de una lista predeterminada (costos totales, mano de obra, servicios externos) vs. períodos de tiempo definidos.



## **Análisis del coste del proceso de mantenimiento**

Para muchos sistemas o productos, el coste de mantenimiento constituye una parte importante del coste de posesión. Los **recursos se expresan normalmente en términos monetarios, en forma de costes**. Los costes pueden clasificarse en varias categorías, desde el punto de vista del análisis de los recursos de mantenimiento (Maintenance Resources Analysis, MRA), estudiándose brevemente a continuación las más corrientes:

A) **Costes fijos y variables**: los costes fijos **son aquellos que se producen sin tener en cuenta el número de tareas de mantenimiento realizadas** (por ejemplo, costes de instalaciones). Aunque se supone que los costes fijos deben mantenerse constantes al producirse cambios en el nivel de actividad, pueden variar como respuesta a otros factores, como los cambios en los precios, por ejemplo. Los costes variables **son aquellos que dependen del volumen de las tareas de mantenimiento realizadas**. Normalmente, estos costes se deben al material y a la mano de obra empleados. Conviene indicar que muchos costes contienen elementos tanto de costes fijos como de costes variables. Sin embargo, la cantidad de trabajo de mantenimiento comprometido y los repuestos necesarios pueden variar de acuerdo con la producción de la planta y de los equipos. Como consecuencia, los costes anuales de mantenimiento por planta y equipo, a lo largo de varios años, constarían de elementos fijos y elementos variables. Puede que no sea factible determinar con precisión qué parte es fija y qué parte es variable, o puede que se precisen técnicas de medida y registro. El coste de la **pérdida de utilidad** está relacionado con el coste de **los salarios de los operarios o empleados, calefacción, seguros, impuestos, instalaciones, teléfono, etc.**, estos costes no deben despreciarse, porque podrían ser incluso superiores a los de las otras categorías de costes.

B) **Costes directos, indirectos y generales:** los costes directos **son costes que pueden atribuirse claramente a cada tarea**. Los costes directos de material y de mano de obra se conocen usualmente como costes de producción. Los costes indirectos, por otro lado, **son difíciles de asignar a actividades particulares**. Los costes generales **son todos aquellos distintos de los costes directos de material y mano de obra**. Tradicionalmente, la función de mantenimiento se ha incluido en los costes globales y, por tanto, ha sido difícil de identificar.



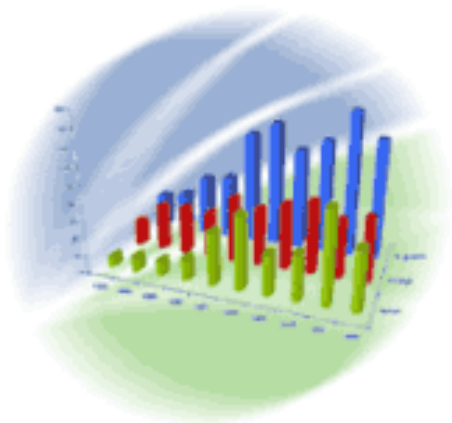
Costes globales típicos son los materiales indirectos, la mano de obra indirecta, los impuestos, los seguros, los alquileres el mantenimiento y las reparaciones, las depreciaciones, el personal supervisor y el administrativo, la calefacción, la luz y el combustible. La contabilidad de costes asigna una cantidad proporcional de los costes globales a los productos fabricados o a los servicios realizados. Los costes globales no pueden asignarse como cargas directas a ninguna actividad en particular, y por tanto deben distribuirse de acuerdo con alguna regla arbitraria. Como métodos corrientes para la distribución se pueden citar:

- *La cantidad por hora de mano de obra directa.*
- *Un porcentaje del coste de mano de obra directa.*



- *Un porcentaje del coste de producción (coste de material directo más coste de mano de obra directa).*

C) **Coste inicial de mantenimiento:** el coste de inversión inicial **es la inversión total necesaria para establecer un sistema de mantenimiento preparado para la operación.** Generalmente esos costes son no recurrentes, a lo largo de la vida del elemento. Los costes de inversión inicial de una máquina-herramienta, por ejemplo, pueden incluir el coste de la máquina, la formación del personal, la instalación, el transporte, la dotación inicial de accesorios y el equipo de apoyo.



D) **Coste de oportunidad:** el mantenimiento acarrea costes, pero **las consecuencias que surgen de no efectuar el mantenimiento también acarrear otros costes**, que a menudo pueden ser bastante mayores. Como el alcance del mantenimiento y su frecuencia de ejecución son necesariamente limitados, se debe controlar y optimizar el mantenimiento según ciertos criterios.



## Políticas de Mantenimiento

Con respecto a la relación **entre el instante de producción del fallo, TTF** (Time to Failure, tiempo hasta el fallo), y el instante de **ejecución de la tarea de mantenimiento, TTM** (Time to Maintenance, tiempo para el mantenimiento), existen las siguientes políticas de mantenimiento:

- *Política de mantenimiento basada en la producción del fallo (Failure-based Maintenance, FBM), en que las tareas de mantenimiento correctivo se inician tras la producción del fallo, es decir, tras la presentación de anomalías en la función o las prestaciones.*
- *Política de mantenimiento basada en la vida del sistema (Life-based Maintenance, LBM), donde se realizan tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos predeterminados durante la vida operativa del sistema.*
- *Política de mantenimiento basada en la inspección (Inspection-based Maintenance, IBM), donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de inspecciones a intervalos fijos del tiempo de operación, hasta que se requiere la realización de una tarea de mantenimiento preventivo.*
- *Política de mantenimiento basada en el examen (Examination-based Maintenance, EBM), donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de exámenes, según la condición observada en el elemento o sistema, hasta que se necesita la ejecución de una tarea de mantenimiento preventivo.*
- *Política de mantenimiento basada en la oportunidad (Opportunity-based Maintenance, OBM), donde se lleva a cabo un mantenimiento correctivo sobre el elemento averiado, así como tareas de mantenimiento preventivo en los elementos restantes del grupo de elementos designado.*

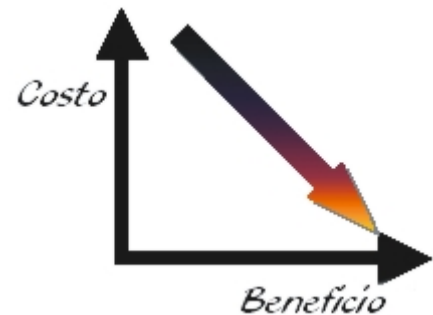
Dentro de cada política de mantenimiento, excepto la FBM, la programación de las tareas de mantenimiento condicional y preventivo se determina mediante una estrategia específica, determinada por el usuario del elemento o sistema.

## 1.2 Definición.

El **mantenimiento** representa un aspecto importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes **son causados por desperfectos en los equipos e instalaciones que pueden ser prevenidos.**

El mantenimiento produce un bien real, que puede resumirse en:

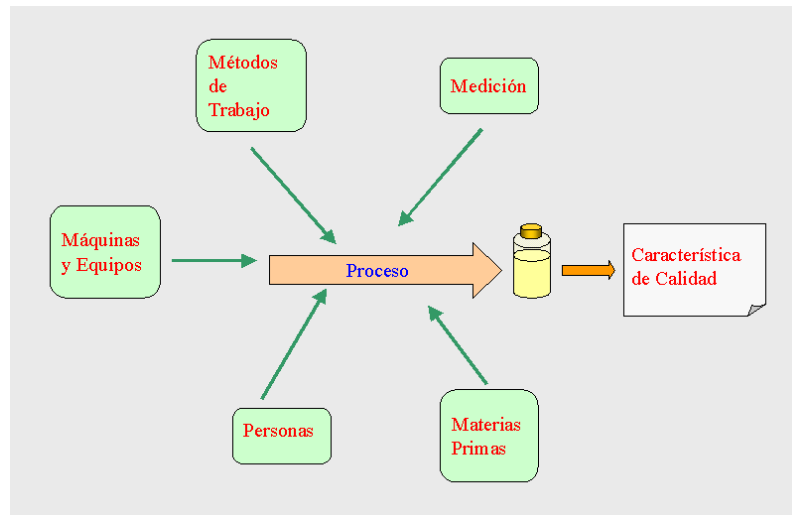
- *Capacidad de producir con calidad*
- *Seguridad*
- *Rentabilidad.*



Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó las empresas a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento **fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente**, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une una **la filosofía de calidad total**, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian sino que requiere la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades. Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, **¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa?**



Puede incidir en:

- *Costos de producción.*
- *Calidad del producto servicio.*
- *Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).*
- *Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.*
- *Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.*
- *Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.*
- *Imagen y seguridad ambiental de la compañía.*

Por dar alguna de tantas definiciones de ***mantenimiento industrial*** podremos considerar que:

- Es un **proceso compuesto por una serie de operaciones técnicas** que son de aplicación directa, estructural y de control económico **y que debe ser capaz de prolongar el ciclo vital de la maquinaria, las instalaciones y los edificios para que el valor de las inversiones se mantenga activo durante el tiempo de amortización e incluso a posteriori.** Además esto se ha de hacer con unos costos de explotación mínimos y en las condiciones de máxima seguridad.
- El mantenimiento consiste **en prevenir fallos en un proceso continuo,** comenzando en la etapa inicial de todo proyecto y **asegurando la disponibilidad planificada a un nivel de calidad dado,** al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso y, de **las normas de seguridad y medio ambiente aplicables.**
- **Es mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo,** lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral. Será un **conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.**

Las acciones u operaciones que se consideran directas y propias del trabajo de mantenimiento son **las inspecciones, revisiones, pruebas, y las reparaciones de cualquier tipo o nivel.**



En ocasiones, especialmente en grandes instalaciones o plantas con gran volumen de trabajo **es recomendable el manejo de la información** pertinente a la gestión del mantenimiento a través de un sistema informático para mantenimiento. No obstante no hay que olvidar que esos programas no mantienen la empresa, sino que **son simples herramientas en las que se registran una serie de datos** incidencias, averías, stocks de repuestos, planes de mantenimiento.

La pregunta que surge es inmediata;

### ***Necesidad de hacer mantenimiento en una empresa.***

El mantenimiento representa una inversión, que a mediano y largo plazo, acarreará ganancias no sólo para el empresario quien a quien **esta inversión** se le revertirá en **mejoras en su producción**, sino también el ahorro que representa tener **trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos**.



---

El mantenimiento ***representa un arma importante en seguridad laboral***, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos.



## 1.3 Objetivos del Mantenimiento

La finalidad principal que los trabajos de mantenimiento tienen es la de **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.

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.



En concreto, en el caso del mantenimiento, su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:



- *Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.*
- *Disminución de los costos de mantenimiento.*
- *Optimización de los recursos humanos.*



- *Maximización de la vida de la máquina*
- *Evitar accidentes. Disminución de ratios de siniestralidad en el lugar de trabajo.*
- *Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes precitados.*
- *Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar*
- *Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.*
- *Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.*

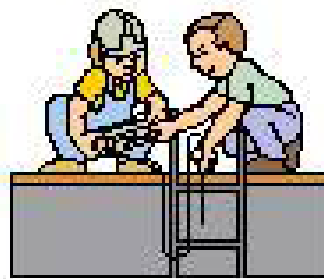
El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

Decimos que algo falla **cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables**, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

## 1.4 Tipos de mantenimiento

### **Correctivo**

En este **se repara la avería una vez que ya se ha producido el error** dejando el equipo o instalación en condiciones de servicio. Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo.



Se clasifica en:

**No planificado:** Es el **mantenimiento de emergencia** (reparación de rupturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).



**Planificado:** Se **sabe con antelación qué es lo que debe hacerse**, de modo que cuando se pare la actividad para efectuar la reparación, se disponga del personal, capacitado para realizarla correctamente.



## Preventivo

En él se realizan reparaciones y cambios de elementos **en el momento que se ha cumplido un período de tiempo prefijado**. Esto se hace así con el fin de disminuir la posibilidad de producirse una avería.



La implementación de un programa de mantenimiento preventivo requiere de los siguientes pasos:

- *Sistema de órdenes de trabajo.*
- *Levantamiento de inventario de equipos y áreas*

- *Elaboración de procedimientos de trabajo*
- *Historiales de equipos*
- *Control de materiales y refacciones*
- *Elaboración de programación de actividades*

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:

***Prevenir la ocurrencia de fallos:*** Se conoce como ***Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico FTM*** (Fixed Time Maintenance) por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la ***Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada***. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.



Detectar los fallos antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en:

- *Inspecciones.*
- *Medidas.*
- *Control del nivel de condición de los equipos.*

También conocido como **Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición CBM** (Condition Based Maintenance), detallado en el punto siguiente.

## **Predictivo**

Es un tipo de mantenimiento preventivo que se hace a partir de un **profundo conocimiento del estado real de la maquinaria o equipo**. Para llevar a cabo el mantenimiento predictivo, los equipos **son evaluados a intervalos de tiempo**. Este seguimiento nos permitirá determinar si se debe llevar a cabo o no una operación de mantenimiento sin sacrificar la operación productiva.

Las ventajas principales de llevar a cabo un mantenimiento predictivo son las siguientes:

- *Identificar fallos en sus primeros estados de aparición y anticipar la necesidad de reparaciones.*
- *Reducir el stock de recambios, que se pueden solicitar sólo cuando se necesiten.*
- *Poder planificar y reservar los recursos para llevar a cabo las reparaciones.*
- *Reducir labores de mantenimiento preventivo.*

Hace una mezcla conveniente de los tipos preventivo y predictivo, y aprovecha sus fortalezas para corregir antes de fallar, pero permitiendo a cada componente **acercarse al final de su vida útil, con lo que los costos de mantenimiento se reducen**. Se utiliza las técnicas de mantenimiento predictivo, tales como, inspecciones,



mediciones y monitoréo.

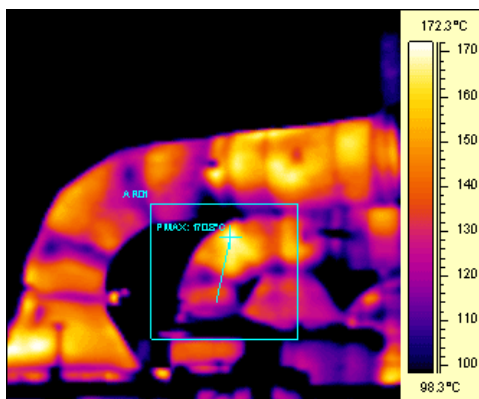
A diferencia del **Mantenimiento Preventivo Directo**, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el **Mantenimiento Predictivo** verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación. Por ello, muchas empresas usan sistemas informales basados en **los costos evitados**.

En realidad, ambos Mantenimientos Preventivos no están en competencia, por el contrario, **el Mantenimiento Predictivo permite decidir cuándo hacer el Preventivo**.

## Otros conceptos.

### Control de Condición

Es la medida e **interpretación periódica o continua de un componente** para determinar las condiciones de funcionamiento y la necesidad de mantenimiento de los equipos.



El control del nivel de condición de los equipos puede ser **subjetivo** (basado en los sentidos) y **objetivo** (mediante medidas periódicas o continuas de uno o varios

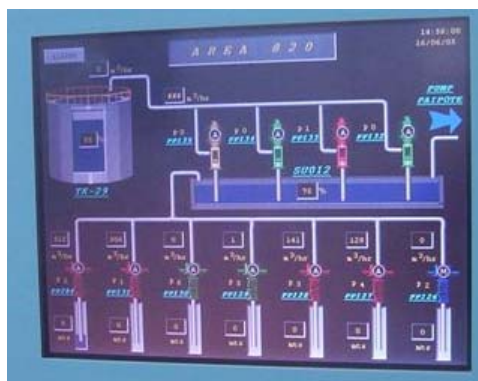
parámetros). Entre estas últimas, se destacan **análisis vibracional** (equipos rotativos), **análisis de aceites** (detección de partículas metálicas residuales), **medidas de pulsos de choque** (rodamientos), **termografía** (detección de "zonas calientes" en planta), y varias técnicas de **ensayos no destructivos** (ultrasonido, rayos X) para ubicar fisuras y fallos.

### *Mantenimiento de Mejora (DOM)*

Consiste en **modificaciones o agregados** que se pueden hacer a los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento.

### *Mantenimiento de Oportunidad*

Aprovechando la parada de los equipos por otros motivos y **según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas**, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquéllos.



### *Confiabilidad*

Característica de un equipo, instalación o línea de fabricación que **se mide por el tiempo promedio** en que puede operar entre fallos consecutivos (MTTF).

## *TPM (Mantenimiento Productivo Total).*

En el **Mantenimiento Productivo Total o TPM** se **dividen las actuaciones del mantenimiento según su nivel de complejidad**. Se asignan las operaciones con menor carga técnica al personal de operación y el resto de operaciones las lleva a cabo el personal de mantenimiento propiamente dicho. En este apartado se profundizará y detallará a posteriori.

En tanto el TQM hace énfasis en el mejoramiento del desempeño gerencial general y la calidad. TPM se concentra en el mejoramiento de la calidad de los equipos. TPM trata de maximizar la eficiencia de los equipos a través de un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra la vida del equipo.

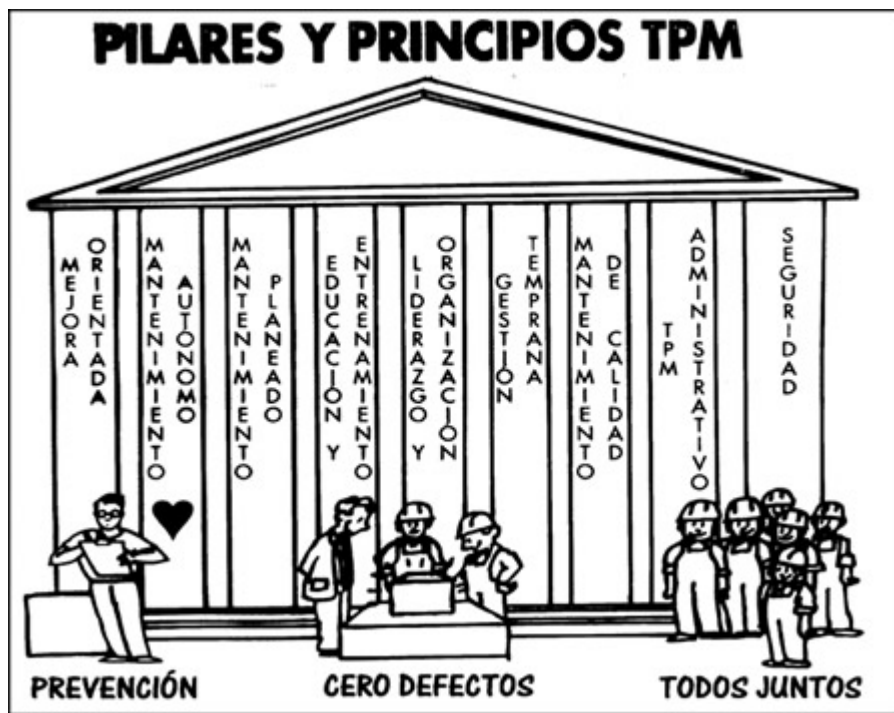
Mediante el TPM se trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de forma que pueda optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de tales sistemas. Para ello se centra en unos objetivos y aplica los medios adecuados.



Los objetivos son lo que se denomina las seis grandes pérdidas. Todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos, y desde luego dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo, en tres aspectos fundamentales:

- *Tiempos muertos o de paro del sistema productivo*
- *Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos*
- *Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo*





Los medios de que se vale el TPM, son los distintos sistemas de gestión que han permitido implantar el adecuado mantenimiento, tanto a nivel de diseño como de la operativa de los equipos, para paliar al máximo las pérdidas de los sistemas productivos que puedan estar relacionadas con los mismos. Básicamente estos son los aspectos fundamentales:

- *Mantenimiento básico y de prevención de averías realizado desde el propio puesto de trabajo y por tanto por el propio operario.*
- *Gestión de mantenimiento preventivo y correctivo optimizada.*
- *Conservación completa y continua de los equipos y aumento consiguiente de su vida.*
- *Más allá de la conservación, se tratará de mejorar los equipos, su funcionamiento y su rendimiento.*
- *Formación adecuada al personal de producción y de mantenimiento, acerca de los equipos, su funcionamiento y su mantenimiento.*

El TPM supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea ***llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles*** a través de actividades en pequeños grupos. Ello implica:

***Participación de todo el personal***, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.



***Creación de una cultura corporativa*** orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos. ***EFICACIA GLOBAL = Producción + Gestión de equipos***

***Implantación de un sistema de gestión*** de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos de Cero Defectos – Cero Averías – Cero Accidentes

***Implantación del mantenimiento preventivo*** como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

***Aplicación de los sistemas de gestión*** de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

Las seis grandes pérdidas de los equipos:

- *Averías*
- *Tiempos de preparación y ajuste de los equipos*
- *Funcionamiento a velocidad reducida*
- *Tiempo en vacío y paradas cortas*
- *Defectos de calidad y repetición de trabajos*
- *Puesta en marcha*

TPM implica:

- *Que los operadores participen en el mantenimiento preventivo, que estén capacitados en el funcionamiento interno de su máquina y se hagan responsables de que no haya paros por descomposturas.*
- *Diagnosticar por adelantado el mal funcionamiento, antes de que ocurra un paro.*
- *Que todo paro de mantenimiento y toda compra de refacciones se prevea y programe. Cero paros por descompostura y mínimo inventario de refacciones.*

El TPM requiere de lo siguiente:

- *Que el personal de operación esté capacitado en cuanto al funcionamiento interno de las máquinas que maneja, y sea capaz de diagnosticar sus problemas estando en operación, por síntomas perceptibles por el oído, vista, tacto y olfato.*
- *Que se disponga de procedimientos para que el operador pueda pedir y recibir ayuda inmediata cuando necesite consulta sobre un síntoma nuevo de la máquina.*

- 
- Que haya listas de agenda, generadas por la computadora o manualmente, que indiquen con anticipación cuándo deben reemplazarse las partes de desgaste.

La técnica TPM **ordena estar en continua vigilancia de cualquier síntoma para poder diagnosticar temprano**; esto consiste en saber que la máquina tiene problemas antes de que se pare. Para ello los operadores deben estar perfectamente capacitados en cuanto al funcionamiento interno de las máquinas.

## 1.5 Niveles de mantenimiento.

### Nivel 1.

Intercambio de elementos consumibles simples que no requieren el desmontaje o apertura del equipo. Conservación de funciones de apariencia.



### Nivel 2.

Actividad menor de **mantenimiento preventivo por condición** (inspección no especializada, inspección ocular, registro y control de parámetros operacionales) y **frecuencia de mantenimiento correctivo menor** mediante el intercambio de elementos estándar.

### Nivel 3.

Mantenimiento preventivo por condición (**inspección especializada**) y frecuencia (**situaciones y/o ensambles direccionamientos cíclico**). **Mantenimiento correctivo** mediante reparación de componentes y/o intercambio de elementos funcionales. Conservación y función de protección ambiental, integridad estructural, economía y eficiencia.

## Nivel 4.

**Mantenimiento preventivo** mediante ejecución de tareas de situación cíclicas de sistemas y/o ensambles, calibración de dispositivos o aparato de medición empleados en la actividad de mantenimiento. **Fabricación y/o reparación** de piezas armados y reparación de conjuntos.



## Nivel 5.

**Mantenimiento mayor** para situación total de las funciones del equipo a condiciones de capacidad de diseño ("cero horas de operación"). Reparación de 4 niveles asignadas a este por razones económicas y/o de oportunidades.

## 1.6 ¿Qué es un Programa de Mantenimiento?

Por **Programa de Mantenimiento** se pueden entender 2 cosas:

- Realizar un Plan de Mantenimiento 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.
- Crear un Programa de Mantenimiento para un área determinada.



### **Puntos de análisis del Programa de Mantenimiento.**

Quién mejor conoce una máquina es su fabricante, por lo que es altamente aconsejable **comenzar por localizar el manual de uso y mantenimiento original**, es obligatorio que en todas las máquinas que el fabricante en un apartado del Manual de Instrucciones haga un inciso relativo al Mantenimiento a realizar en la Máquina.

## *Manual de Instrucciones. Contenidos relativos al Mantenimiento de la Máquina.*

El fabricante de equipo debe disponer en el apartado correspondiente del manual la información técnica más completa en cuanto a **instrucciones de mantenimiento** se refiere, y completarlas por la experiencia en el uso de equipo a través de normas de revisión o instrucciones de explotación internas sobre el citado equipo.

En lo que corresponde al mantenimiento se deberá:

- *Citar los procedimientos relativos al funcionamiento del equipo;*
- *Puesta en servicio.*
- *Modos de marcha en automático según pupitre general de mando.*
- *Modo de marcha manual.*
- *Ciclo de fabricación detallado.*
- *Parada del equipo.*
- *Consignas de utilización y seguridad.*



Procedimientos relativos a los sistemas:

- *Hidráulico*
- *Neumático*
- *Eléctrico-electrónico.*
- *Engrase y mantenimiento de sus circuitos.*

Acciones preventivas:



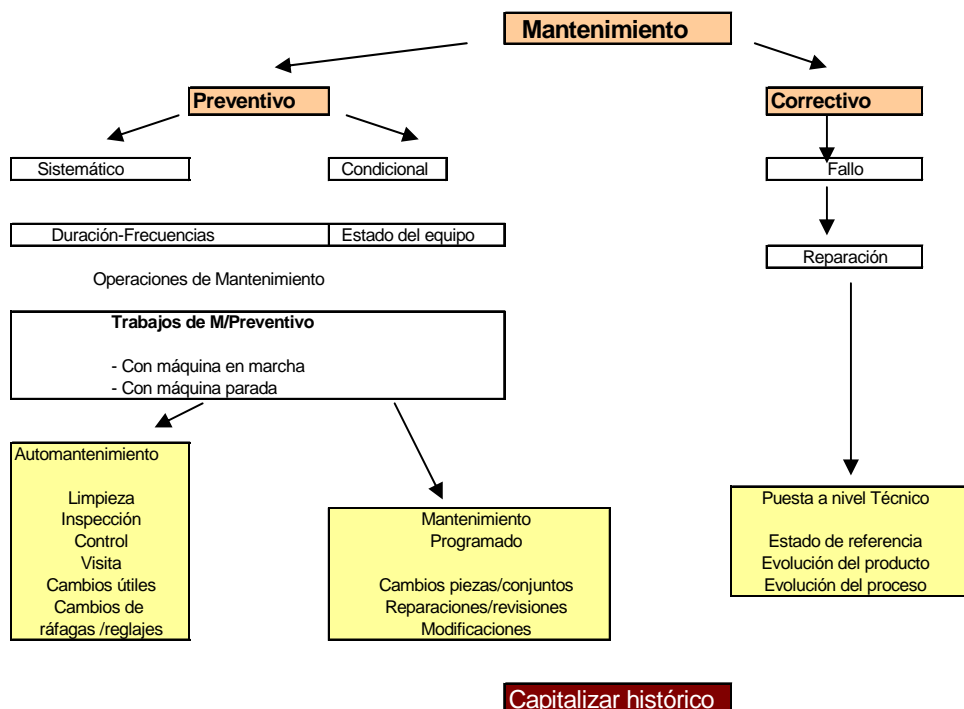
- *Acciones de rutina*
- *Acciones de vigilancia*
- *Acciones sistemáticas*

### Acciones correctivas

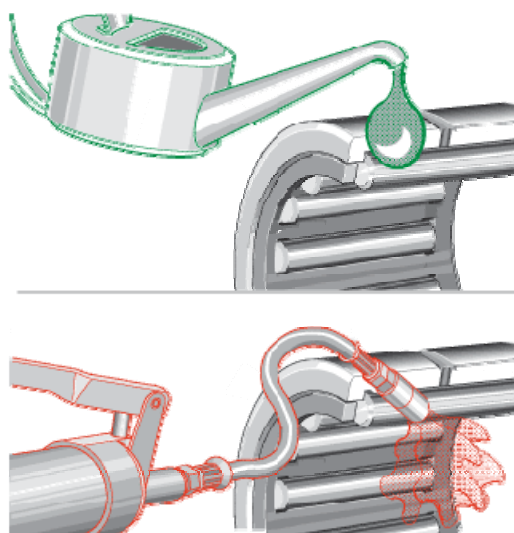
- *Ayuda al diagnóstico*
- *Precauciones a tomar en las intervenciones*
- *Comprobación de fallos y problemas de calidad*
- *Intervenciones recomendadas ante fallos*

Listado de posibles incidentes y averías así como su tratamiento. Gamas de Mantenimiento Preventivo (sistemático y programado). Instrucciones de identificación y control de no conformidades.

### Cuadro resumen.



- 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 un Historial de averías e incidencias**.
- Establecer una **lista de puntos de comprobación**, como niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, edad conservación etc, así como sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.



- Establecer un **Plan-Programa de actividades de la misma forma**, comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos.
- Facilitar un número de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero que dependerá mucho de las condiciones de trabajo: 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, incidencias anteriores, etc.
- Crear un listado de accesorios, repuestos, recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un Stock mínimo para un plazo temporal 2

*veces el plazo de entrega del fabricante, sin olvidar épocas especiales como vacaciones, etc.*

- *Siempre que sea posible, agrupar en el Plan o Programa de Mantenimiento las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran la parada del Equipo o espacio, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados ( por ejemplo, si establece el fabricante la 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).*

Si no disponen de un Software de Mantenimiento con un mínimo conocimiento de ordenadores pueden crearse aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos), que nos permitirán tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etc. Cuantos más datos recojan y guarden, más exacto podrán ser su Programa de Mantenimiento.

## **Resultados**

- *Aumento de la vida útil de los equipos*
- *Reducción de los niveles de Inventario*
- *Prevención de reparaciones mayores*
- *Disminución de accidentes*



- *Evidencia para los requisitos de ISO 9000*
- *Confiabilidad y uniformidad en la calidad de sus productos*

- 
- *Interrelación entre mantenimiento y producción.*
  - *Importancia de la gestión del mantenimiento.*
  - *Cómo llevar una buena y eficaz gestión del mantenimiento.*
  - *Rentabilidad de la gestión del mantenimiento.*
  - *Mejorar niveles de autogestión mediante la aplicación de un mantenimiento autónomo y planificado.*

## 1.7 Riesgo y Mantenimiento

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Si observamos cualesquiera de las tantas definiciones y objetivos del mantenimiento, comentadas con anterioridad, podemos evidenciar nuestra responsabilidad general con respecto al riesgo, y por tanto, definamos ahora esta palabra, tan utilizada por todos pero muchas veces bajo un concepto errado.

Según la real academia de la lengua riesgo se define como “**Proximidad de un daño o peligro**” o como “**Cada uno de los accidentes o contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro**”.



Hace varios años, se viene hablando en mantenimiento basado en el riesgo, el cual hace énfasis en **la inspección de los activos a cargo**, basados en el mapa de riesgo, construido para las instalaciones, instalaciones complejas como las

---

químicas o petroleras, toman muy en serio este factor, pues la incidencia del riesgo sobre las personas y el medio ambiente es muy alta con consecuencias catastróficas.

Muchas compañías, por el grado de incertidumbre que representa el riesgo, se acogen a la segunda definición, y el riesgo, se cubre con una póliza de seguros, punto a favor para ellos y para los posibles afectados por algún accidente menor, punto a favor para las compañías de seguros en caso tal de que la ocurrencia sea baja y los costos de dichas pólizas sean elevados , (como frecuentemente son en compañías aseguradoras donde conocen **la incertidumbre causada por un mal mantenimiento de las instalaciones**) pero un punto en contra para el personal que por algún motivo sufre el accidente o para el medio ambiente el cual no se recupera en un 100%.

Por tanto, es de suma importancia que los encargados del mantenimiento tengan en cuenta la importancia de cubrirnos respecto al riesgo, no solo mediante pólizas de seguros, sino con acciones tendientes a reducirlo. Si se revisa alguna póliza de de seguro para equipos, podemos encontrar dentro de las obligaciones del asegurado el **“Mantener el estado del riesgo e informar cualquier modificación del mismo”** (mapa de riesgo) como también, **“Seguir correctamente las especificaciones de uso, operación y mantenimiento dadas por el fabricante”** y dejemos las exclusiones para revisarlas como tarea individual.

En primera instancia, **los objetivos del mantenimiento respecto al riesgo** pueden ser entre otros:

- *Evitar los riesgos en cualquiera de sus manifestaciones.*
- *Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.*
- *Combatir los riesgos en su origen.*

- *Adaptar el trabajo a las personas.*
- *Elegir los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras a reducir los efectos dañinos en las personas ,sobre el medio ambiente y el resto de instalaciones.*
- *Sustituir los elementos peligrosos por aquellos que representen poco o ningún peligro.*
- *Planificar actividades preventivas en la empresa.*
- *Adoptar medidas de protección tendientes a anteponer la protección de los trabajadores a cualquier otro aspecto.*
- *Dar las instrucciones continuas a los colaboradores en materia de riesgo.*

Es importante enfatizar que antes de implementar cualquier medida, es fundamental conocer con detalle el entorno en cuanto a su composición y su criticidad para priorizar las acciones de los procesos clave de negocio considerados como más críticos y vinculados al logro de los objetivos de la organización. Para lo cual podemos seguir algunos otros puntos como:

- *Obtener un plano completo de las instalaciones.*
- *Obtener detalles sobre cuales son las funciones y cómo son utilizados los activos.*
- *Recopilar datos históricos de ocurrencia de peligros*
- *Realizar análisis de criticidad, enfocado a la seguridad y el medio ambiente, y en general a buscar las consecuencias.*
- *Levantar un mapa de la criticidad de los activos, según los resultados obtenidos del análisis anterior.*
- *Definir el nivel de capacitación necesaria sobre las instalaciones y los equipos a impartir al personal.*
- *Conocer la forma con que se da el flujo de trabajo dentro del proceso.*
- *Conocer la forma de uso y tratamiento de sus productos y subproductos.*
- *Calcular el nivel de riesgo. (con la ecuación que veremos).*

- *Realizar mapa de riesgo para la empresa.*
- *Señalar las instalaciones según el nivel de riesgo de cada área o sector.*
- *Realizar en conjunto con otras dependencias, el plan de atención de emergencias basados en los riesgos encontrados.*
- *Presentar resultados*
- *Mantener actualizado el estado de riesgo (para efecto de seguros y definición de prioridades).*



La periodicidad de la actualización del estado de riesgo está en función de los siguientes factores:

- *Tiempo estimado para el cumplimiento de las propuestas de mejoras.*
- *Situaciones críticas.*
- *Documentación insuficiente.*
- *Modificaciones en el proceso*
- *Nuevas tecnologías*





Existen diferentes tipos de riesgo a evaluar, unos de ellos que “recaen” sobre el departamento de salud ocupacional y otros que nos conciernen a los mantenedores, veamos algunos de ellos:

Tipo	Responsable	Tipo
Ruido	Mantenimiento	Asfixia
Iluminación	Mantenimiento	Contacto Químico
Temperatura	Mantenimiento	Explosivos
Partículas	Mantenimiento	Ergonómico
Atrapamiento	Mantenimiento	Caída
Eléctrico	Mantenimiento	Caída de Objetos
Superficies cortantes	Mantenimiento	Incendio
Vibraciones	Mantenimiento	Gases y Vapores

La escala de valores de costos de mantenimiento, debe ser ajustada según las condiciones individuales de planta y sector económico.

---

El ***análisis de criticidad y el análisis de Riesgo***, son importantes y pueden llevarnos a tomar decisiones importantes respecto a nuestra priorización del mantenimiento, e involucra un factor de búsqueda de reducción de los riesgos, principalmente hacia las personas y el medio ambiente, sin descuidar los otros factores productivos, trazando el mapa de riesgo, podemos observar donde están localizados y donde debemos actuar con mayor prontitud.

Igualmente como se dijo al principio del escrito, los riesgos los reducimos e intentamos eliminarlos, pero ellos siempre están presentes, por tal motivo debemos de asesorarnos correctamente y conseguir pólizas de seguros que nos ayuden a cubrir aquellos que no podamos eliminar.

## 2.- Gestión del Mantenimiento.

Hacer mantenimiento según la nueva concepción de la definición **no implica reparar un equipo o instalación averiada** tan pronto como se pueda, **es mantener el equipo en operación a los niveles especificados**. En consecuencia, buen mantenimiento, como se ha comentado en el apartado anterior, no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente: su primera prioridad es prevenir fallos y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

El mantenimiento no empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo proyecto y continúa cuando se formaliza la compra de aquéllos y su montaje correspondiente.



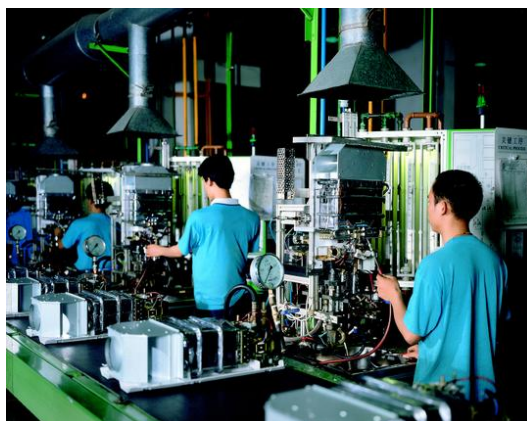
## 2.1 Objeto de la Gestión del Mantenimiento.

Una buena realización de los diferentes programas de mantenimiento es el medio que tiene toda empresa para **conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo.**

Engloba al conjunto de actividades necesarias para:

- *Mantener una instalación o equipo en funcionamiento.*
- *Restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.*

El mantenimiento incide, por lo tanto, **en la cantidad y calidad de la producción.** En efecto, la cantidad de producción a un nivel de calidad dado está determinada por **la capacidad instalada de producción y por su disponibilidad,** entendiéndose por tal af cociente del tiempo efectivo de producción entre la suma de éste y el tiempo de parada por mantenimiento.



Asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de **los equipos e instalaciones y las normas de seguridad.**

Para ello actúa sobre:

- *La continuidad de la operación producción, es decir, la confiabilidad que se mide por el tiempo medio entre fallos consecutivos (MTTF).*
- *El tiempo de paradas cuando éstas se producen. El tiempo de paradas incluye el tiempo efectivo de reparación (Mantenibilidad) que es función del diseño, herramientas disponibles y destreza y capacitación del personal y. del tiempo de espera (Soporte) que es función de la organización (sistemas y rutinas, herramientas y talleres disponibles, documentación técnica, capacitación, entrenamiento y suministro de piezas y/o repuestos).*

La cantidad de Mantenimiento en cuanto a tiempo y recursos **que es óptimo que se debe realizar** es función de:

- *Nivel mínimo permitido de las propiedades cualitativas de cada elemento;*
- *Nivel máximo de las propiedades cualitativas que deben elevarse;*
- *Tiempo de uso o de funcionamiento durante el cual las propiedades cualitativas bajan del nivel alto al bajo;*
- *Modo en que los elementos están sometidos a tensión, carga, desgaste, corrosión, etc., que causan pérdida de las propiedades cualitativas o de la capacidad de los elementos para resistirlas.*



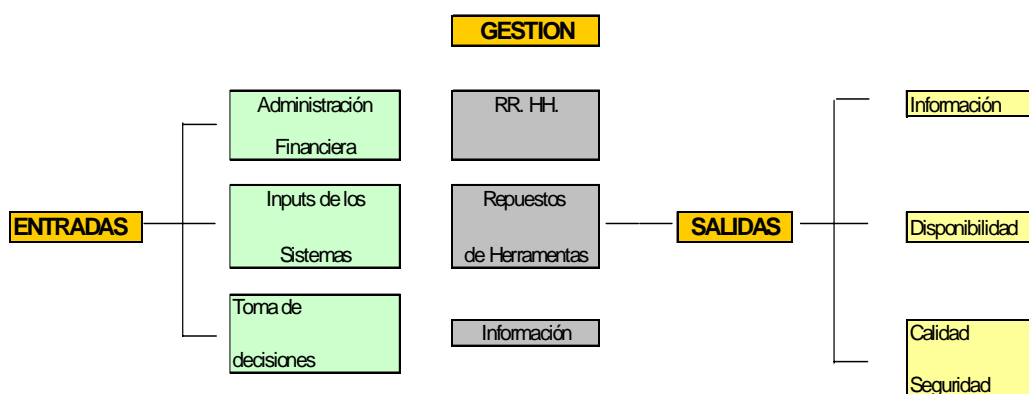
Resumiendo, la cantidad de mantenimiento está relacionada con el **uso de los equipos en el tiempo, por la carga y manejo de los mismos**. El control del

mantenimiento se basa en el control de condición de los equipos que se realiza mediante **el uso de los sentidos complementado con el empleo de procedimientos técnicos**. En su mayoría, estos procedimientos comprenden una actividad directa de medición o indirecta, lo que puede significar un ensayo de funcionamiento o la observación de una disfunción.

## Fin de las labores del Mantenimiento

El mantenimiento **constituye un sistema dentro de toda organización industrial cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial o instalación** para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad/calidad durante un periodo dado.

El mantenimiento, por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las empresas, constituye uno de los **modos idóneos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas**, optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del **contexto de la Excelencia Gerencial y Empresarial**.



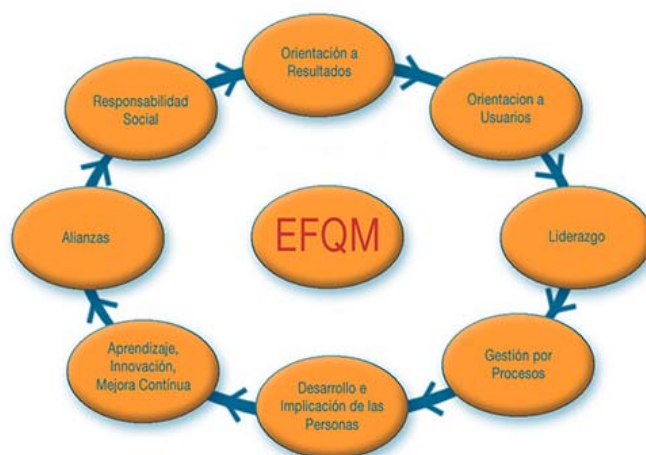
---

Al respecto, debe destacarse que:

- *Mantenimiento no es un costo;*
- *No se reduce a un conjunto más o menos discreto de personas con habilidades mecánicas, eléctricas, electrónicas y/o de computación;*
- *Requiere excelencia en su manejo gerencial y profesional;*
- *Implica tenerlo presente desde el momento que se diseña y monta una planta industrial o que se modifica y/o reacondiciona total o parcialmente, etc.;*
- *Requiere información y produce resultados e información.*

## 2.2 La gestión de mantenimiento en el marco de la excelencia gerencial y empresarial.

Como el título enuncia en este apartado se va a describir **cómo se aplica en el área de Mantenimiento la Excelencia Gerencial y Empresarial** como práctica gerencial sistemática e integral que busque el mejoramiento constante de los resultados, **utilizando todos los recursos disponibles al menor costo**, teniendo presente que cada empresa y sus sistemas se encuentran en un nivel diferente de desarrollo y que poseen características propias que la diferencian de las demás.



En consecuencia, el área de mantenimiento debe tener una solución propia, utilizando también todas aquellas herramientas desarrolladas en países avanzados y a **disposición de los gerentes** de área que trabajan bajo esta filosofía de gestión.



La **integración regional y el mundo sin fronteras imponen** a las empresas una urgencia para alcanzar los niveles de competitividad de las empresas de clase mundial.



La metodología que se propone seguir para conseguir el objetivo busca adaptar **las herramientas de gestión disponibles y su aplicación** a la medida de las empresas teniendo en cuenta sus necesidades y su real velocidad de asimilación. Para estos efectos, la Gestión de Mantenimiento implica disponer de un manual, de un sistema informatizado y de una acción cíclica que comprende:

- *Auditoría de los Puntos Críticos de Éxito en Mantenimiento;*
- *Planificación a la Medida;*
- *Ejecución del plan de trabajo definido aplicando herramientas de gestión apropiadas.*

## 2.3 Manual de mantenimiento.

Toda empresa es una organización formal cuya función es producir un producto o prestar un servicio a satisfacción completa de los consumidores o usuarios, y al nivel más económico.

Para garantizar la satisfacción completa del consumidor y funcionar en forma eficiente y armónica, cada empresa debe **desarrollar una gama amplia de políticas y de procedimientos de trabajo**, así como, establecer los flujos de mando y definir las responsabilidades de los distintos integrantes de la organización.

La función armónica y eficiente de la empresa se logra cuando todos sus trabajadores:

- *Conocen y entienden las políticas y procedimientos de la organización:*
- *Funcionan eficientemente de acuerdo a esas políticas y procedimientos y participan en su actualización en función de las necesidades cambiantes del entorno, del consumidor y del mercado.*

Toda empresa moderna y actualizada debe contar con **Manuales de Gestión**. Para facilitar su elaboración e implementación se recomienda consultar la **Norma ISO 10013 Guía para Elaborar Manuales de Calidad**.

Los manuales deben:

**Actualizarse periódicamente** según las nuevas necesidades y/o nuevas realidades de cada empresa y su entorno, siendo muy recomendable que ello se logre involucrando al propio personal.

El **formato y contenido** de cada manual dependerá de factores tales como el tamaño de la empresa, tipo de productos que elabora o de servicios que brinda,

---

los procedimientos de trabajo, los equipos, instalaciones y tecnología de que dispongan y el nivel educativo-cultural de todo su personal.

**Manual de Mantenimiento** es un documento indispensable para cualquier tipo y tamaño de industria. Refleja la **filosofía, política, organización, procedimientos de trabajo y de control** de esta área de la empresa.

Disponer de un manual es importante por cuanto:

- *Constituye el medio que facilita una acción planificada y eficiente del mantenimiento.*
- *Comunicación a clientes, proveedores, autoridades competentes y al personal de la empresa del estado en que se encuentra actualmente este sistema.*
- *Permite la formación de personal nuevo.*
- *Induce el desarrollo de un ambiente de trabajo conducente a establecer una conducta responsable y participativa de! personal y al cumplimiento de los deberes establecidos.*

En el Manual de Mantenimiento se indicará:

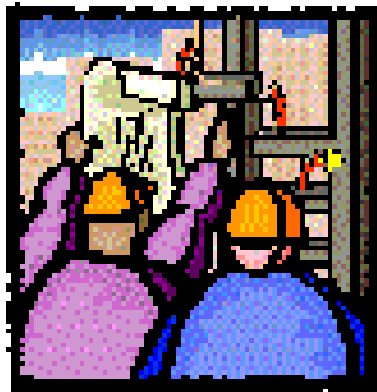
- *La misión y visión de la Empresa.*
- *Las políticas y objetivos de mantenimiento.*
- *Los procedimientos de trabajo y de control*
- *Las acciones correctivas.*

Es importante señalar que deben incluirse sólo **los procedimientos** que se aplican y **las instrucciones en un lenguaje afirmativo.**



Periódicamente, se procederá a **Actualizar el Manual de Mantenimiento**, eliminando las instrucciones para deberes y obligaciones que estén discontinuados e incorporando las instrucciones para las nuevas obligaciones. La función de elaboración y actualización del manual queda bajo la **responsabilidad del encargado de la puesta en marcha del sistema de mantenimiento** de la empresa con el apoyo y la aprobación de su Dirección.

Sólo con **personal motivado y entrenado** se logran en mantenimiento los objetivos de **calidad, de eficiencia y eficacia** fijados por cada empresa u organización; en consecuencia, las actividades de capacitación, entrenamiento y motivación deben tener un tratamiento prioritario en los respectivos manuales;



No caer en el error de considerar a la confección del Manual de Gestión de Mantenimiento como un fin. Por el contrario, considerarlo sólo como un medio para mejorar continuamente esta función en la empresa y hacerla cada día más competitiva.

## **Contenido del Manual de Mantenimiento.**

### *Introducción*

Contiene **información general sobre la empresa:**

*su objetivo y visión,  
su origen y evolución,  
tipo de productos que elabora o de servicios que brinda,  
capacidades de producción discriminadas por línea,  
planes de consolidación y/o expansión,  
volumen y valor de las ventas anuales,  
destinos (mercado local y/o exportación),  
participación en el mercado demandante.*

Dentro de **la información a reseñar**, interesa también, hacer referencia entre otras, a las siguientes:

- *Personal ocupado, jornales devengados anualmente, existencia o no de programas de capacitación, políticas de incentivos, etc.*
- *Área del predio ocupado y de los edificios o locales construidos.*
- *Suministro de energía eléctrica.*
- *Suministro de agua,*
- *Energía calórica.*
- *Refrigeración,*
- *Aire comprimido,*

- *Tratamiento y disposición de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.*



También, debe hacerse referencia a sus **planes para el corto y mediano plazo, políticas y objetivos.**

Este apartado del manual permite **conocer la empresa** y su posición con **respecto a la Excelencia Gerencial y Empresarial** y paralelamente, facilita que su personal **asuma el compromiso colectivo** de desarrollar en ella una actividad en equipo en la que se conjuguen:

- *responsabilidad,*
- *capacidad*
- *eficiencia*

con el fin de lograr productos o servicios de calidad al **menor costo** para optimizar sus **beneficios económicos** y su **prestigio en el mercado demandante.**

### *Organización de la Empresa*

Depende de múltiples factores. Los más importantes son:

- *Tamaño.*
- *Número de plantas y su ubicación física.*
- *Productos y procesos.*

- *Desarrollo tecnológico.*
- *Disponibilidad de recursos.*

Si bien no existe un modelo único de organización que sirva a todas las empresas, obliga a cada una a desarrollar su propia organización, la cual debe permitir el **cumplimiento de los objetivos** fijados por la **alta gerencia**.

En empresas pequeñas, las distintas funciones pueden incluso, recaer en una persona pero, en empresas medianas y grandes es indispensable contar con un **organigrama en el que todas las gerencias** se encuentran a un mismo nivel de **autoridad y jerarquía**. En consecuencia, en caso de desacuerdo entre dos o más gerentes, éstos pueden dirigirse a su superior inmediato para resolver la disputa y tomar la decisión más conveniente.

Si bien, en empresas pequeñas el organigrama puede ser muy sencillo, deberá respetarse siempre el que **mantenimiento esté en pie de igualdad con producción y con calidad**, por cuanto esa estructura es la que permitirá un **desarrollo más eficiente** de los procesos con un mínimo de costos y rechazos. Esto es consecuencia de que mantenimiento **no es sólo la función** que repara el equipo roto lo más rápido posible. Es un concepto más amplio trata de **mantener los equipos en operación y que éstos produzcan con la calidad especificada**.

### *Organización del Departamento de Mantenimiento*

Históricamente se ha pensado y hecho que dentro de la gestión de mantenimiento se incluyan, además de las **actividades tendientes** a asegurar la **disponibilidad máxima planificada** de los equipos al menor costo dentro de los **requisitos de seguridad**, la atención de los servicios al establecimiento.

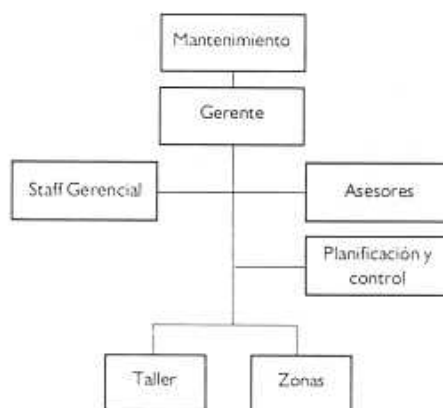
Como tales, se entienden; los servicios requeridos para disponer de la **energía eléctrica y calórica** bajo sus distintas formas (vapor, agua caliente, tibia), **agua** (en la industria alimenticia potable), **aire comprimido, refrigeración, vacío**, etc.

en las cantidades y calidades solicitadas por la actividad de la empresa y también de la **recogida, tratamiento y disposición** de los residuos **sólidos, líquidos y gaseosos** que se generan en ella.

Incluso, en algunas plantas, mantenimiento también es responsable de las **tareas de limpieza, higiene y sanitarias del establecimiento**. En consecuencia, la organización del mantenimiento deberá **contemplar la totalidad de actividades** bajo su responsabilidad buscando su desempeño eficiente, eficaz y al menor costo.

Paralelamente, debe tenerse presente que, dentro de este concepto amplio de la función de mantenimiento, coexisten elementos de gestión (**Supervisión y Control**) y operativos (**atención de los servicios, ejecución de las intervenciones, etc.**).

A semejanza de lo ya expresado al analizar la organización de la empresa, tampoco existe a nivel de mantenimiento un organigrama "tipo" de aplicación general; cada empresa **deberá crear el organigrama más conveniente** y que mejor se adapte a sus características propias. Es muy difícil lograr que en mantenimiento **una sola persona** pueda realizar satisfactoriamente **todas las funciones propias del área, salvo que la empresa sea muy pequeña** y/o que su responsable tenga condiciones excepcionales.





- *Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol de cada persona involucrada en el Área de Mantenimiento;*
- *Establecer relaciones verticales y horizontales entre todas las personas;*
- *Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y entendido por todos;*
- *Establecer sistemas efectivos de coordinación y comunicación entre las personas.*

## *Políticas*

Las políticas, como se comentó en el punto anterior, deben incluirse en el manual en forma **concisa y clara**. En líneas generales se corresponden en mayor o menor grado con las mencionadas a continuación:

- *Garantizar el máximo nivel de calidad en los productos con el costo de mantenimiento mínimo y*
- *Asegurar el funcionamiento de los equipos e instalaciones con el máximo rendimiento y el mínimo consumo.*

## *Objetivos*

En este apartado se transcribirán acciones orientadas a **maximizar la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción** de manera que siempre estén aptos y en condición de operación inmediata.

- *Lograr con el mínimo costo posible el mayor tiempo de servicio de las instalaciones y maquinarias productivas.*
- *Preservar el valor de las instalaciones, optimizando su uso y minimizando el deterioro y, en consecuencia, su depreciación.*
- *Disminuir los paros imprevistos de producción ocasionados por fallos inesperados, tanto en los equipos como en las instalaciones.*

- *Lograr la creación de un sistema de mantenimiento preventivo capaz de alcanzar metas en la forma más económica posible."*

## Metas

Las metas constituyen los **logros cuantitativos a alcanzar en periodos de tiempo determinados**. Son imprescindibles para **motivar al personal** involucrado en su alcance y para **medir los resultados operativos** del Área de Mantenimiento. Se recomienda establecerlas para períodos trimestrales y someterlas a revisión al concluirse cada uno de ellos.

## Responsabilidades

### Gerente departamental

Responsable del **cumplimiento de los objetivos de este sistema** en la empresa. Esto implica, entre otras funciones:

- *Definir las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas previamente acordadas con la alta gerencia de la empresa y con su staff.*
- *Establecer los procedimientos para encarar el mantenimiento y para la recopilación, procesamiento, divulgación de datos y formulación de los informes correspondientes;*
- *Analizar los datos e informes y formular recomendaciones y/o modificaciones a los programas establecidos:*
- *Definir los programas de entrenamiento y capacitación del personal;*
- *Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento;*
- *Establecer presupuesto y costos de mantenimiento;*
- *Establecer un registro y análisis de fallos de los equipos e instalaciones y desarrollar y/o ajustar procedimientos para su control o eliminación efectivos*
- *Actualizar el Manual de Gestión de Mantenimiento;*
- *Definir y administrar los recursos físicos y humanos para cumplir satisfactoriamente con los objetivos y metas fijadas;*

- *Representar a este sistema frente a la Gerencia General y/o su staff gerencial. a los demás departamentos de la empresa y a las autoridades competentes en las temáticas propias del ámbito de actividad de mantenimiento en cada empresa en particular.*

El Gerente de Mantenimiento debe **responder a un perfil de capacitación** preferentemente **universitaria** con formación básica que cubra, por lo menos, la mayoría de las técnicas de trabajo departamental. Paralelamente, es recomendable que tenga conocimiento general de la **tecnología involucrada en los procesos productivos**, así como conceptos de **limpieza, higiene y seguridad industriales**. Así debe contar con aptitudes para dirigir y motivar la ejecución de los trabajos, es decir, **debe ser "líder"**.

#### *Supervisores o mandos medios*

**Enlace natural entre la gerencia y los trabajadores** encargados de realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas, operación de los servicios a la producción, etc.

Su capacitación debe ser preferentemente técnica que cubra también, y como mínimo, la mayoría de las técnicas del trabajo requeridas en el Área de Mantenimiento.

También debe contar con un **conocimiento general** de la tecnología de los **procesos productivos** y de **los servicios a atender**, así como conocer los **conceptos básicos** de **limpieza, higiene y seguridad industriales**. También en este nivel se requiere que sean líderes, cuenten con **aptitudes para dirigir y motivar al personal** a su cargo en la correcta y eficiente ejecución de las tareas.

## *Personal operativo*

### **Taller**

Se requiere de **capacitación técnica básica y multidisciplinar** que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular

### **Zonas**

Para este segmento del Área de Mantenimiento **se requiere** que, además de capacitación técnica básica como mecánicos montadores, **dispongan de conocimiento de la tecnología** de los procesos productivos cuyos equipos e instalaciones atienden, así como de un buen ejercicio de las relaciones humanas y un acatamiento exclusivo al Área de Mantenimiento.

### **Servicios**

Deben contar con **formación técnica básica** y con un buen conocimiento de la tecnología de los procesos a atender.

En instaladote de egresas es exigible según la normativa la posesión de carnets para habilitar al personal como operadores idóneos (instaladores eléctricos, de equipos de gas, equipos de climatización, etc.). En consecuencia, en caso de corresponder. se incluirán en el manual los requisitos a satisfacer y las capacitaciones a tener en cuenta.

## *Administración y Control*

Esta tarea comprende las siguientes fases:

- *Disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación.*

- *Generar el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y para cada una de ellas, la orden de revisión correspondiente. El plan debe incluir herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y autorización para su ejecución;*

Controlar la ejecución de plan y captar la información generada;

- *Analizar técnicamente las revisiones, estudiando el comportamiento de los componentes críticos de los equipos para determinar la probabilidad de las posibles roturas.*
- *Generar el plan de reparaciones coordinándolo con los departamentos involucrados, es decir, las órdenes de reparación. Estas indican información general similar a las órdenes de revisión, así como qué personal las ejecutará y los materiales y repuestos a consumir.*
- *Controlar la ejecución del plan de reparaciones y captar la información correspondiente, tanto técnica como de los costos de su ejecución.*
- *Analizar el comportamiento de los equipos.*
- *Disponer y procesar la información requerida para controlar la gestión de mantenimiento. La información surge de los documentos anteriores (órdenes de revisión y de reparación) y comprende tiempos de parada de los equipos, costo de las reparaciones efectuadas, rendimiento de la mano de obra ocupada (propia o contratada), trabajos realizados en talleres propios o contratados, etc.*

Este **conjunto de tareas**, en su mayoría de naturaleza administrativa, pueden realizarse fácilmente mediante el **empleo de sistemas computarizados**. Al presente, se requiere que el personal necesario para el desarrollo de estas actividades cuente con **nivel de formación administrativo-contable** y con **conocimientos de manejo computarizado de la información**.

## Funciones

Estas están relacionadas con el **uso eficaz de los recursos** de que dispone mantenimiento. A título de ejemplo, se transcribe adaptado a los efectos de esta guía, lo que se expresa sobre el particular en el Manual de Mantenimiento de una empresa.

En el Departamento de Mantenimiento, sus funciones se dividen en:

**Primarias:** Son las que comprenden la **justificación del sistema de mantenimiento** implementado en la empresa. Están claramente definidas por los objetivos.

**Secundarias:** Consecuencia de las **características particulares de cada empresa y estrechamente vinculadas con las actividades de mantenimiento**. Están definidas con precisión y consignadas por escrito con el objeto de asegurar su total cumplimiento.

Se distinguen, distintas áreas y dentro de ellas pueden enumerarse acciones prioritarias.

- *Inventario actualizado de los materiales de mantenimiento (piezas de repuestos, insumos varios);*
- *Aportación de los medios específicos para desarrollar los trabajos de mantenimiento (útiles, herramientas, instrumentos de medida y de control de operación y/o de regulación};*
- *Capacitación de recursos humanos;*
- *Programación de las tareas a desarrollar.*

En el manual a elaborar deberá **detallarse los procedimientos vigentes**, por escrito, para cada uno de los puntos señalados. Estos **procedimientos se mantendrán actualizados**. En cada caso se indicará los responsables de su

***ejecución, la frecuencia y procedimiento de inspecciones, de informes y de acciones correctivas*** a tomar en caso de verificarse apartamiento respecto a lo normado.

### *Estructura*

La estructura de este sistema debe considerarse ***dinámica*** y, en consecuencia, en el manual debe preverse su ***cambio organizativo*** en recursos humanos y en máquinas-herramientas, en virtud de la posible incidencia de distintos factores.

Debe tenerse presente que, al iniciarse la consolidación de esta área, hay incertidumbre sobre muchos factores, en particular los ***recursos humanos a aplicar***. Por lo tanto, se recomienda cautela al respecto.

A estos efectos, se sugiere proceder de la siguiente manera:

- *Definir las características de los recursos disponibles.*
- *Analizar la distribución de planta y estimar la posible cantidad de personal y sus perfiles de capacitación para atender todos los equipos e instalaciones de acuerdo a los requerimientos de producción y de calidad.*
- *Acordar el nivel de respuesta aceptable por producción frente a las intervenciones de emergencia.*
- *Consecuentemente definir la estructura mínima de recursos para atender éstas (número, ubicación, turnos, etc.).*
- *Establecer las tareas de mantenimiento preventivo que puedan ser realizadas por el equipo arriba definido.*
- *Estimar una estructura complementaria para atender el mantenimiento preventivo, pero no paradas ni desarmes totales.*
- *Definir los requerimientos mínimos para encarar estos trabajos:*
- *Definir una estructura básica de partida confeccionando el correspondiente organigrama, etc.*

## *Administración y Control*

Toda planta debe contar con un sistema de control de mantenimiento. En este apartado, el Manual de Mantenimiento hará referencia a los siguientes aspectos.

### *Fuentes de información*

Datos relativos a los equipos e instaladores.

- a. Características constructivas de los mismos.*
- b. Problemas surgidos durante su operación.*
- c. Repuestos.*
- d. Programación mantenimiento preventivo,*
- e. Mantenimiento de emergencia.*

Datos relativos a la gestión de mantenimiento.

- a. Definir procedimientos normalizados para trabajos repetitivos.*
- b. Analizar las causas de desviación de los presupuestos.*
- c. Determinación de costos unitarios del mantenimiento (por hora, por unidad de producto, por departamento o sector, etc.).*

Datos relativos a las averías.

- a. Clasificación y consecuencias,*
- b. Causas (seguras o probables).*
- c. Efecto sobre los programas de mantenimiento.*
- d. Efectos en el tiempo.*

Datos relativos a las intervenciones de mantenimiento.

- a. Procedimientos de solicitud y de autorización de trabajos.*
- b. Resultados técnicos y económicos de los anteriores.*
- c. Rendimiento.*



## Documentos

Es este apartado se van a citar los contenidos mínimos que se incluyen en los diferentes modelos tomados.

### **Ficha de máquinas e instalaciones.**

Constituye la ficha de inventario que es el documento informativo básico y fundamental que resume las **características originales de cada equipo** y los datos operativos de él y de **cada uno de sus componentes**.

Cualquiera que sea el modelo que se elija (manejo manual o computerizado de la administración de mantenimiento) **se deben incluir sin excepción** los siguientes datos e informaciones:

- a. *Instalación de la que forma parte.*
- b. *Ubicación exacta dentro de la instalación,*
- c. *Tipo de máquina,*
- d. *Datos específicos físicos (modelo, tipo, dimensiones, peso) y tecnológicos (parámetros operativos).*
- e. *Proveedor y fecha de la compra con el número de pedido correspondiente Costo de la máquina puesta en planta y luego de montada.*
- f. *Planos de conjunto y de piezas con su ubicación en el archivo,*
- g. *Lista y codificación de las piezas de repuesto, con indicaciones para encontrar su posición en almacén, así como los planos correspondientes,*
- h. *Indicación del centro de costos a que pertenece,*
- i. *Aquellos otros datos que puedan ser de interés de los usuarios de las fichas,*

### **Ficha de Historial de cada máquina y/o equipo:**

Consiste en un informe **detallado ordenado cronológicamente** de todas las intervenciones de mantenimiento realizadas en cada equipo o en sus componentes.

### **Orden de Trabajo:**

Consiste en una descripción del **trabajo específico** a realizar, de los **recursos necesarios** (mano de obra y materiales), y de los **costos incurridos**. Como complementos de la orden de trabajo pueden mencionarse:

- a. *Plantilla de Aplicación de mano de obra,*
- b. *Plantilla de Salida de materiales de almacén.*

### **Sistema de prioridad:**

Es la definición de la urgencia en encarar los trabajos y de los plazos estimados para su ejecución. Un modo de establecerla es el siguiente:

- a. *Ejecución inmediata*
- b. *Ejecución al día siguiente del indicado*
- c. *En la primer parada de producción*
- d. *En el tiempo que se indique*

### *Flujo de información: diagrama esquemático*

Dentro del manual debe describirse de forma esquemática la **circulación de información** con el objeto de elaborar el programa diario de actividades de:

- *Mantenimiento.*
- *Cálculos del costo.*
- *Análisis de los fallos,*
- *Revisión final.*

La revisión diaria de la aplicación de mano de obra y de materiales permite hacer que el mantenimiento sea eficaz para **corregir sobre la marcha las desviaciones** que se produzcan, tales como tardar más tiempo que el debido en completar una tarea.

## Revisión de la información relevada

La revisión de la información relevada es imprescindible para;

- *Descubrir inmediatamente los trabajos que han significado costos elevados para así controlarlos mejor.*
- *Señalar los trabajos que representan intervenciones repetidas para, previo análisis, reducirlas significativamente.*
- *Justificar la adquisición de herramientas para reducir las horas de trabajo insumidos, o el remplazo del equipo por otro.*

## Cálculo de algunos indicadores de la eficiencia del mantenimiento

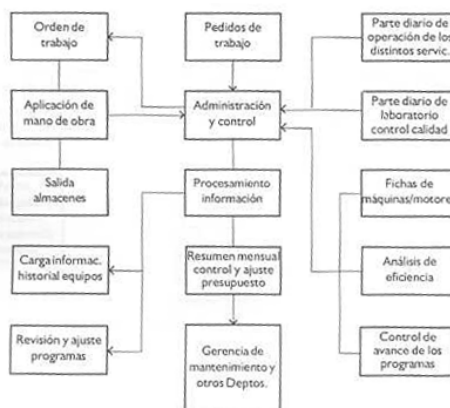
Se recomienda incluir en los manuales los siguientes cálculos:

### **Estimación de disponibilidad:**

Se aplica a una línea, un departamento o una planta productiva. El método de cálculo se basa en **detectar la línea o sección** que mayores problemas de mantenimiento tiene. Permite poner en evidencia **qué porcentaje del tiempo nominal** de producción de esa área está afectado por paradas debidas a roturas y/o reparaciones.

### **Costo mantenimiento/Unidad producida en un período dado:**

Costo incluye mano de obra propia o contratada, materiales repuestos, modificaciones, administración, gestión y capacitación del Área de Mantenimiento.



### *Resultado del análisis de la información procesada de mantenimiento*

Proviene de las órdenes de trabajo, salida de materiales de almacenes, registros de fallos, paradas de equipos y del historial de los equipos y se resume con una **frecuencia mensual** constituyéndose en un informe a la Gerencia de Área.

El análisis de la información procesada permite detectar los siguientes aspectos:

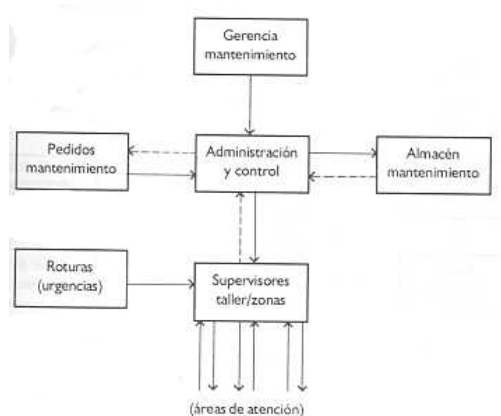
- a) *Costos de mantenimiento por **períodos discriminados** en mano de obra directa e indirecta y materiales clasificados por equipo, línea de producción y globales para la planta.*
- b) *Tiempos de parada por **mantenimiento, volúmenes de producción y disponibilidad** discriminados por equipo, línea de producción, etc.*

Con base es estos dos aspectos:

- a) *Se identificarán las unidades, líneas con los mayores costos de mantenimiento y/o tiempos de parada más prolongados*
- b) *Se verificará la evolución de estos indicadores*
- c) *Se seleccionan las tres unidades y/o líneas con mayores costos de mantenimiento y/o menor disponibilidad a efectos de priorizar las acciones tendientes a optimizar rápidamente su comportamiento*
- d) *Se compararán los costos de mantenimiento de unidades, líneas y plantas similares ubicadas en distintos lugares y/o pertenecientes a otras empresas*
- e) *Se compararán los costos del mantenimiento programado contra los costos del no programado y de la disponibilidad alcanzada para los equipos en cuestión*
- f) *Se compararan los costos de mano de obra y materiales por equipo y/o línea productiva.*

## Procedimientos

En esta parte del manual se incluirán los diagramas de flujo operacionales que se aplican en la empresa para **desarrollar las intervenciones no planificadas** (emergencias) y planificadas, en particular las derivadas de la realización del Mantenimiento Preventivo. Las urgencias se comunican directamente por Producción/Servicios al Jefe de Supervisión de Mantenimiento



*Conceptos generales a analizar.*

- a) *Número total de equipos en la línea o área productiva con mayor incidencia de paradas por mantenimiento.*
- b) *Tiempo de producción normal la línea o área de trabajo (horas)*
- c) *Tiempo de parada por roturas en la línea o área de trabajo (horas)*
- d) *Tiempo de parada por mantenimiento programado en la línea o área de trabajo (horas)*
- e) *Tiempo de para en la línea o área como consecuencia de paradas por mantenimiento en otras secciones (horas)*
- f) *Tiempo total de paradas por mantenimiento.*
- g) *Porcentaje del tiempo real de producción*
- h) *Volumen horario de producción final en esa línea*
- i) *Porcentaje de disponibilidad de tiempo en la línea o área en estudio*
- j) *Aumento/reducción en la productividad*

### *Informe*

En este esquema la empresa debe **incluir las actividades de inspección** subjetivas como objetivas y las rutinas de inspección.

Al iniciarse estas tareas se recomienda a efectos de **determinar frecuencias y partes críticas a inspeccionar, consultar** en primer término el **Manual de Servicio** (operación y mantenimiento) de cada equipo que deberá estar **traducido al español** para facilitar su consulta por todos los niveles que componen la estructura de Mantenimiento de la Empresa.

## *Capacitación y Entrenamiento*

Toda Gerencia de Mantenimiento debe considerar estas **actividades como prioritarias** para lograr así el **desarrollo y desempeño** profesional de su plantilla, **independientemente** de su posición y nivel educativo. En consecuencia, en el Manual deberá incluirse una particular mención a estas actividades.

A estos efectos, deberán definirse sus objetivos, metodología a emplear para su **desarrollo e incentivos** a aplicar para estimular al personal en su capacitación y entrenamiento continuos.

Como ejemplo, se incluye, seguidamente lo que expresa sobre este punto un Manual de Gestión de Mantenimiento. Los programas permanentes de capacitación y entrenamiento tienen, entre otras, las metas siguientes

- *Facilitar una ejecución más eficiente de sus tareas específicas.*
- *Introducir nuevas tecnologías y/o equipos;*
- *Insistir en los conceptos básicos de seguridad e higiene industriales;*
- *Adiestrarlos en el control preventivo de siniestros y en su combate en caso éstos se desarrollen;*
- *Conocer los fundamentos de los procesos de elaboración utilizados en la empresa con particular énfasis en vincular la incidencia de la operación de los equipos e instalaciones en la calidad y cantidad de los productos*

*resultantes de aquélla, así como de los desechos y/o rechazos debidos a su mal o regular funcionamiento,*

- *Mejorar la capacidad profesional y de gestión del personal y de sus supervisores.*
- *Inducir la introducción de un manejo computarizado de la información del Departamento.*

Estos programas se desarrollarán periódicamente **bajo el control** del área **responsable de los Recursos Humanos** y la participación de mantenimiento.

La capacitación será en grupo o individual tanto en la empresa como en los institutos técnicos privados o públicos para los fines propuestos.

### *Círculos de Calidad*

Como consideración debe ser incluida en los manuales como una herramienta importante para **motivar a su personal**, manteniendo abiertos los canales de comunicación entre **todos los niveles de mando**, asegurando la participación de todos en el proceso de toma de decisiones relacionadas con la mejora de la disponibilidad de los equipos e instalaciones de la planta.

La coordinación de los círculos estará a cargo de un coordinador, fijándose en acuerdo con la gerencia de recursos humanos su **frecuencia, participantes y duración**. En los manuales se hará referencia, también, a las políticas que aplicará al respecto la gerencia.

Como ejemplo, se mencionan las siguientes políticas:

- *Evaluar rápida y objetivamente todas las recomendaciones de los Círculos.*
- *Aplicar tan pronto como sea posible aquellas recomendaciones que sean aceptadas,*

- *Premiar y reconocer el mérito de los autores de éstas y explicar los motivos para el rechazo de las que no sean aprobadas.*

### *Certificación de Proveedores y Talleres Externos*

El Área de Calidad de la empresa **proporcionará las especificaciones** al respecto de los proveedores de bienes y servicios de modo que esta Área asuma la **responsabilidad de la aceptación/rechazo** de los productos y de evaluación de los mismos, en trabajo coordinado con el Área de Mantenimiento.

En lo que corresponde a los talleres y egresas proveedoras, su evaluación se basa en parámetros de calidad, uniformidad, precio y servicio. Respecto a la certificación, se tomarán como base los requerimientos de las **Normas ISO-9000**.

Tener presente que el peso relativo de cumplimiento de los requerimientos de calidad, precio y servicio pueden variar según las condiciones del país, localización de la empresa, infraestructura disponible, etc.

- *La certificación incluirá visitas a los talleres, verificación de los requisitos establecidos en la Norma ISO 9000 y respecto a los requerimientos, exigencias y necesidades que se planteen por parte de la empresa.*
- *La evaluación de infraestructura física y de gestión se realizará por lo menos una vez al año.*
- *Se evaluarán todos los activos disponibles y procedimientos empleados.*
- *Se tendrán en cuenta costos y servicios. Para priorizarlos, se aplicará una puntuación que contemple:*
  - a) el cumplimiento total de especificaciones formuladas entendido como el 100% de las piezas fabricadas solicitadas. De no cumplirse ese requisito se descartará de esta evaluación;*
  - b) el precio de los artículos maquinados ponderado, calculando el porcentaje entre el precio de cada taller referido al más barato;*



- 
- c) *el servicio brindado ponderado calculando el porcentaje de cumplimiento de las fechas de entrega acordadas.*

Esta evaluación permitirá clasificar los talleres en dos categorías: **aprobados y no aprobados**. Serán aprobados los talleres que poseen un sistema adecuado de conformidad con la **Norma ISO 9000**, entregas **justo a tiempo. cero rechazos** (o un mínimo porcentaje a ser definido por la empresa), **precio razonable** y **servicio técnico al cliente**.

## 2.4 Planificación en la gestión de mantenimiento en el marco de la excelencia empresarial.

Las Auditorías realizadas en la empresa ponen en evidencia el nivel en que se encuentra la gestión de la **organización de mantenimiento** dentro de la empresa y permite elaborar un diagnóstico objetivo de su situación señalando las áreas en que tiene **deficiencias estructurales y circunstanciales**.

Este diagnóstico constituye el **punto de partida** para estructurar el plan de trabajo que se considere más idóneo para superar los fallos señalados e implementar la **Excelencia Gerencial y Empresarial** en la función mantenimiento.

Además, parte de la planificación del ciclo de mejoramiento continuo que involucra, en una sucesión periódica, **la elaboración del primer plan de trabajo**, su ejecución, la evaluación de sus resultados y la correspondencia de la formulación de **reajustes**, la **elaboración, ejecución y evaluación** de los siguientes planes de trabajo.

### **Elaboración de los Planes de Trabajo**

Los planes de trabajo serán elaborados por la Gerencia de Mantenimiento, tomándose en cuenta:

- *Resultado de la Auditoría y Diagnóstico.*
- *Capacidad de implementarlo. en base a los recursos cuasi-cuantitativos disponibles y/o asignables a estos efectos.*
- *Especificación de metas cual (Cuantitativas a fijar;*

- 
- *Definición de plazos de tiempo para alcanzar estas metas, teniendo en cuenta, a estos efectos, la urgencia en superar los tipos de fallos detectados en función de su severidad y de los retos a enfrentar.*
  - *Nominación de los responsables de su ejecución.*

### 3.- Legislación Genérica.

Dentro de la normativa que cualquier Técnico o empresa dedicada al servicio de temas de Mantenimiento tiene que tener en cuenta podríamos clasificar como:

- **Específica**, según el trabajo a realizar en la instalación que el técnico va a revisar o reparar,
- **Genérica**, válida para cualquier persona o especialista en mantenimiento independientemente del tipo de trabajo o especialización.

Dentro de la normativa más genérica válida para cualquier sector de actividad y de aplicación en el mismo caben destacar dos por su importancia en cuanto a la aplicación de los diferentes artículos de las mismas, **la Ley 31/1995 de 8 de noviembre sobre Prevención de Riesgos Laborales**, modificada por **Ley 54/2003** así como el Real Decreto que regula su aplicación, la cual determina la base en cuanto a **garantías y responsabilidades** que se precisan para establecer un adecuado nivel de **protección de la salud y seguridad de los trabajadores**.

Otra normativa de suma importancia para los encargados de Mantenimiento y que por lo tanto tendrá un seguimiento especial es el **Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio**, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo, y que posteriormente se modifica por la **Directiva europea 93/38/CE**, y que se implementa por **Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, **en materia de trabajos temporales en altura**.

En este Capítulo se irán desmenuzando los diferentes bloques de este R.D. para su aplicación práctica en la **adecuación de las máquinas empleadas por**

---

**las empresas** del metal dentro de sus procesos. Debido a su importancia, su análisis se va a desglosar en un capítulo aparte

También, aunque **no esté considerada como norma básica**, se considera como referencia en cuanto al nivel de importancia con el cual lo trata en los capítulos correspondientes donde se hacen indicaciones a la seguridad de los trabajadores, es **la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria**.

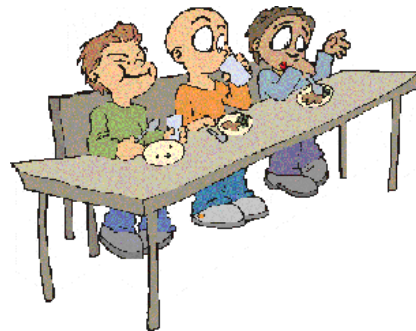
## 3.1 Lugares de trabajo.

Este tema a tener en cuenta y de plena aplicación y cumplimiento por los Técnicos de Mantenimiento viene regulado por el **REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril**, por el que se establecen **las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo**.

### Objeto y definición.

Esta normativa establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, salvo algunas excepciones contempladas en su artículo 1.

Se entiende por **lugares de trabajo** las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores **deban permanecer** o a las que **puedan acceder** en razón de su trabajo. Se consideran incluidos en esta definición los **servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores**.



## Condiciones constructivas.

El diseño y las **características constructivas** de los lugares de trabajo deberán **ofrecer seguridad** frente a los riesgos de:

- *Resbalones*
- *Caídas*
- *Choques*
- *Golpes contra objetos*
- *Derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores.*



El diseño y las **características constructivas** de los lugares de trabajo deberán también facilitar el **control de las situaciones de emergencia**, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

## **Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización.**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, **deberán permanecer libres de obstáculos** de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.



Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, **se limpiarán periódicamente** y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que **puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.**

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, **deberán ser objeto de un mantenimiento periódico**, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, **subsánandose con rapidez** las deficiencias que puedan afectar a la **seguridad y salud** de los trabajadores.

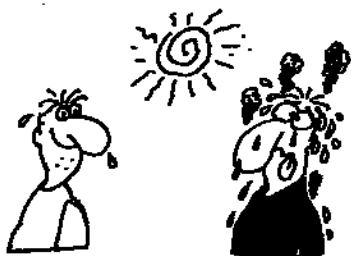


## Condiciones ambientales.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo **no deberá suponer un riesgo** para la seguridad y salud de los trabajadores.

Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo **no deben constituir** una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse:

- *Las temperaturas*
- *Las humedades extremas*
- *Los cambios bruscos de temperatura,*
- *Las corrientes de aire molestas.*
- *Los olores desagradables.*
- *La irradiación excesiva*
- *La radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.*



El sistema de **ventilación empleado** y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva **renovación del aire del local de trabajo**.

## ***Iluminación.***

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de **condiciones de visibilidad adecuadas** para poder **circular** por los mismos y **desarrollar en ellos sus actividades** sin riesgo para su seguridad y salud.

- *La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:*
  - a) *Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.*
  - b) *Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.*
- *Siempre que sea posible los lugares de trabajo **tendrán una iluminación natural**, que deberá complementarse con una **iluminación artificial** cuando la primera, por si sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.*
- *Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:*

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1º Bajas exigencias visuales ...	100
2º Exigencias visuales moderadas ...	200
3º Exigencias visuales altas ...	500
4º Exigencias visuales muy altas ...	1000
Áreas o lugares de uso ocasional ...	50
Áreas o locales de uso habitual ...	100
Vías de circulación de uso ocasional ...	25
Vías de circulación de uso habitual ...	50

(\*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

*Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:*



- a) *En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.*
  - b) *En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.*
- ***La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:***
    - a) *La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.*
    - b) *Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.*
    - c) *Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.*
    - d) *Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.*
    - e) *No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.*

- *Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de **los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.***
- *Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.*

### ***Información a los trabajadores.***

De conformidad la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una **información adecuada sobre las medidas de prevención** y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.



## Seguridad estructural.

Los edificios y locales de los lugares de trabajo deberán **poseer la estructura y solidez** apropiadas a su tipo de utilización. Para las condiciones de uso previstas, todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas, deberán:

- *Tener la solidez y la resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.*
- *Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.*
- *Se prohíbe sobrecargar los elementos citados en el apartado anterior. El acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan suficientes garantías de resistencia solo podrá autorizarse cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo pueda realizarse de forma segura.*



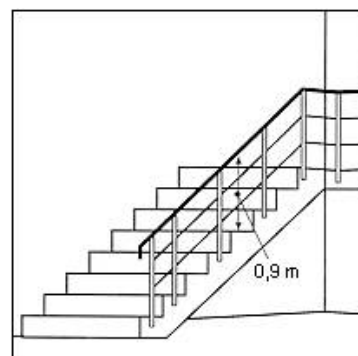
## Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas.

Los suelos de los locales de trabajo **deberán ser fijos, estables y no resbaladizos**, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

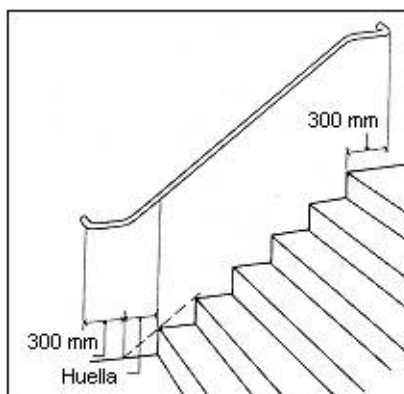
Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se **protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad** equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Deberán protegerse, en particular:



- *Las aberturas en los suelos.*
- *Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.*
- *Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.*



Las barandillas **serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros** y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.



### **Vías de circulación.**

Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el **exterior de los edificios y locales** como en el **interior** de los mismos, incluidas las **puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga**, deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, el número, situación, dimensiones y condiciones constructivas de las vías de circulación de personas o de materiales deberán adecuarse al **número potencial de usuarios** y a las **características de la actividad y del lugar de trabajo**.

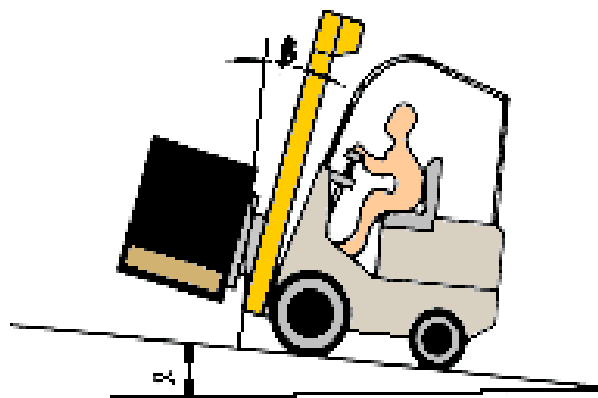


En el caso de los muelles y rampas de carga deberá tenerse especialmente en cuenta la dimensión de las cargas transportadas.

La anchura mínima de las **puertas exteriores y de los pasillos** será de **80 centímetros y 1 metro, respectivamente**.

La anchura de las vías por las que puedan circular medios de transporte y peatones deberá permitir su paso simultáneo con una separación de seguridad suficiente.

Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras.



Los muelles de carga deberán tener al menos una salida, o una en cada extremo cuando tengan gran longitud y sea técnicamente posible.

Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

### **Vías y salidas de evacuación.**

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y **desembocar** lo más directamente posible en el **exterior o en una zona de seguridad**.

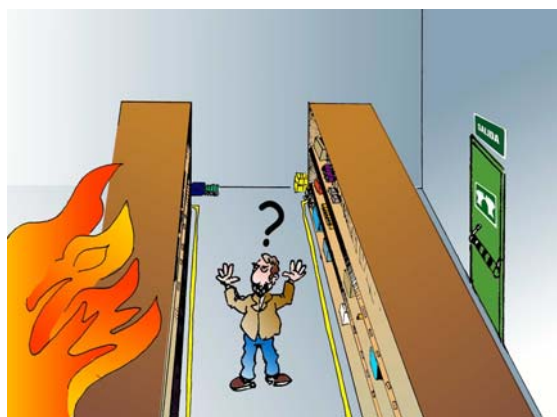


En caso de peligro, los trabajadores deberán poder evacuar **todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.**



El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación **dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo**, así como del **número máximo de personas que puedan estar presentes en los mismos.**

Las puertas de emergencia **deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas**, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán **prohibidas las puertas específicamente de emergencia** que sean correderas o giratorias.



Las puertas situadas en los recorridos de las **vías de evacuación deberán estar señalizadas de manera adecuada.** Se deberán poder abrir en cualquier momento desde el interior sin ayuda especial. Cuando los **lugares de trabajo estén ocupados, las puertas deberán poder abrirse.**

Las vías y salidas específicas de evacuación **deberán señalizarse conforme a lo establecido**. Esta señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.



Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera **que puedan utilizarse** sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia **no deberán cerrarse con llave**.



En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación **deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad**.

## Condiciones de protección contra incendios.

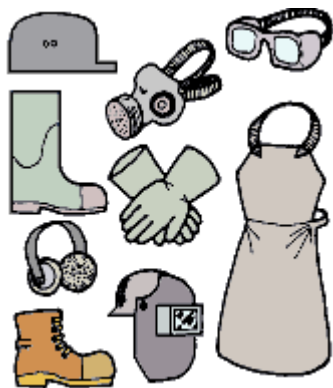
Según las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes, los lugares de trabajo **deberán estar equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios** y, si fuere necesario, **con detectores contra incendios y sistemas de alarma**.

Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios **deberán ser de fácil acceso y manipulación**. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.



## Vestuarios, duchas, lavabos y retretes.

Los lugares de trabajo **dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo** y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.



Los **vestuarios** **estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales** con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los **armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle** **estarán separados** cuando ello sea necesario por el **estado de contaminación, suciedad o humedad** de la ropa de trabajo.



Cuando los vestuarios **no sean necesarios**, los trabajadores **deberán disponer de colgadores o armarios** para colocar su ropa.

Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con

garantías higiénicas. **Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría**, cuando se realicen habitualmente **trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración**. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.



Si los locales **de aseo y los vestuarios están separados**, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

Los lugares de trabajo **dispondrán de retretes**, dotados de lavabos, situados en las **proximidades de los puestos de trabajo**, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos. Estos dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.



---

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, **deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta** en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.

Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior **serán de fácil acceso**, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

### **Locales provisionales y trabajos al aire libre.**

En los trabajos al aire libre, cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos **dispondrán de un local de descanso de fácil acceso**.

En los trabajos al aire libre en los que exista **un alejamiento entre el centro de trabajo y el lugar de residencia de los trabajadores**, que les imposibilite para regresar cada día a la misma, dichos trabajadores **dispondrán de locales adecuados destinados a dormitorios y comedores**.

Los dormitorios y comedores deberán reunir las **condiciones necesarias de seguridad y salud** y permitir el descanso y la alimentación de los trabajadores en condiciones adecuadas.



## 3.2 R.D.171/2004 sobre Coordinación de Actividades Empresariales.

### Introducción.

En caso de trabajar de manera simultánea y a proximidad personas o grupos de trabajo independientes entre sí, pueden ponerse mutuamente en peligro de manera inadvertida.

Estos peligros se generan sobre todo porque los participantes se concentran en primer lugar **en su propia tarea**, y **a menudo no conocen**, o sólo vagamente, el **comienzo, la naturaleza y envergadura de los trabajos realizados a su lado**.

El **trabajo ejecutado en el seno de un grupo** respetando las normas de seguridad **no excluye el riesgo** para las otras personas presentes en el entorno inmediato.



Sólo podrá garantizarse la prevención de riesgos mutuos mediante la coordinación entre todos los participantes en tiempo oportuno.



Por esta razón, en la adjudicación de trabajos el mandante y el mandatario están sometidos a la **obligación de coordinación** para **no ponerse mutuamente en peligro**.

Esta obligación de coordinación se corresponde con lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en caso de que se **ocupe en un mismo lugar a trabajadores de varios empresarios**.

### **Objetivos de la coordinación**

La **aplicación coherente y responsable** de los principios de la acción preventiva por las **empresas concurrentes en el centro**. La aplicación correcta de los métodos de trabajo por las **empresas concurrentes en el centro de trabajo**.



El **control de las interacciones de las diferentes actividades** desarrolladas en el centro de trabajo, en particular cuando puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves o cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades **incompatibles entre sí** por su incidencia en la seguridad y la salud de los trabajadores.

La adecuación entre los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y las medidas aplicadas para su prevención.



### **Modalidades de coordinación**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de **dos o más empresas**, éstas **deberán cooperar** en la aplicación de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Se encuentra dentro del alcance de la coordinación de actividades empresariales los siguientes supuestos:

- *Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo.*
- *Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que un empresario es titular.*
- *Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de*



*trabajo cuando existe un empresario titular.*

## **Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un mismo centro de trabajo**

Aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

*Antes del inicio de la actividad:*

**Informar a sus trabajadores** de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades.

**Información entre las empresas y trabajadores** autónomos concurrentes, sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen:

- *Suficiente.*
- *Antes del inicio de las actividades.*
- *Cambio en las actividades concurrentes.*
- *Por escrito cuando se generen riesgos graves o muy graves.*

*Durante la ejecución de la actividad:*

Accidente de trabajo:

- *Informar a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.*

Situación de emergencia:

- *Comunicar toda situación de emergencia susceptible de afectar a los otros trabajadores presentes.*

## ***Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo del que un empresario es titular.***

El **empresario titular** del centro de trabajo es aquel que pone a disposición y **gestiona el centro de trabajo**.

Se aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.



***Antes del inicio de la actividad:***

El **empresario titular** informará a los empresarios concurrentes de:

- *Riesgos propios del centro de trabajo.*
- *Medidas de prevención.*
- *Medidas de emergencia.*
- *Instrucciones para la prevención de riesgos en el centro de trabajo.*

***Informar a sus trabajadores*** de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades.

***Información entre las empresas concurrentes*** sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen:

- *Ser suficiente.*
- *Entregar antes del inicio de las actividades.*
- *Por cambio en las actividades concurrentes.*
- *Dar por escrito cuando se generen riesgos graves o muy graves.*

### *Durante la ejecución de la actividad:*

Accidente de trabajo:

- *Informar a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.*

Situación de emergencia:

- *Comunicar toda situación de emergencia susceptible de afectar a los otros trabajadores presentes.*

## ***Concurrencia de trabajadores de varias empresas en un centro de trabajo cuando existe un empresario principal***

El empresario principal es aquel que **contrata actividades o servicios correspondientes** a su propia actividad y que se **desarrollan en su propio centro de trabajo**.

Se aplica a todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

### *Antes del inicio de la actividad*

El empresario principal deberá informar de:

- *Riesgos propios del centro de trabajo.*
- *Medidas de prevención.*

- 
- 
- 



...os en el centro de trabajo.  
 ...ación de Prevención de Riesgos  
 ...blecido los medios de coordinación

Exigir a las empresas acreditación por escrito de:

- *Evaluación de riesgos y planificación de su actividad preventiva*
- *Información y formación de los trabajadores*

Información a sus trabajadores de los riesgos derivados de la concurrencia de actividades.

Información sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen:

- *Ser suficiente.*
- *Entregar antes de las actividades.*
- *Por cambio en las actividades concurrentes.*
- *Dar por escrito cuando se generen riesgos graves o muy graves.*

### *Durante la ejecución de la actividad*

Accidente de trabajo:

- *Informar a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.*

Situación de emergencia:

- *Comunicar toda situación de emergencia susceptible de afectar a los otros trabajadores presentes.*

## Medios de coordinación

Relación no exhaustiva de medios de coordinación:

- *El intercambio de información y de comunicaciones entre las empresas concurrentes.*
- *La celebración de reuniones periódicas entre las empresas concurrentes.*
- *Las reuniones conjuntas de los comités de seguridad y salud de las empresas concurrentes o, en su defecto, de los empresarios que carezcan de dichos comités con los delegados de prevención.*
- *La impartición de instrucciones.*



- *El establecimiento conjunto de medidas específicas de prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes o de procedimientos o protocolos de actuación.*
- *La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de las empresas concurrentes.*
- *La designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.*



- *Al establecer los medios de coordinación se tendrán en cuenta el grado de peligrosidad de las actividades que se desarrollen en el centro de trabajo, el número de trabajadores de las empresas presentes en el centro de trabajo y la duración de la concurrencia de las actividades desarrolladas por tales empresas.*

## **Designación del coordinador de las actividades preventivas**

Dependiendo del número de empresas y trabajadores concurrentes, del tipo de actividades desarrolladas, de las características del centro de trabajo o por otras razones, **el empresario no siempre está en condiciones de cumplir la obligación de coordinación por sí solo.** La **responsabilidad de coordinación deberá ser asumida por el coordinador.**

El **empresario titular** del centro de trabajo cuyos trabajadores desarrollen actividades en él, **designará a la persona o las personas encargadas** de la coordinación de las actividades preventivas.

La **función del coordinador** consiste básicamente en favorecer el cumplimiento de los objetivos de la coordinación y servir de cauce para el intercambio de informaciones que deben intercambiarse las **empresas concurrentes en el centro de trabajo.**

Las **obligaciones del empresario o del coordinador** comprenden, en particular, la **realización de visitas** sobre el terreno y reuniones de coordinación, así como la planificación, el control y, en su caso, reprogramación de las operaciones en respuesta a disfunciones.



---

En razón de la **responsabilidad específica de planificación, seguridad y organización**, el empresario o el coordinador deberán poseer las siguientes cualificaciones en materia de protección contra explosiones:

- *Conocimientos específicos en el ámbito de la protección contra explosiones*
- *Conocimientos específicos en materia preventiva*
- *Conocimiento de la estructura organizativa de la empresa*
- *Capacidad directiva para imponer la ejecución de las disposiciones necesarias*

### **3.3 Adecuación equipos RD 1215/97 donde se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud.**

En este Apartado se van a desarrollar los requisitos de seguridad que deben de cumplir, como mínimo, los equipos de trabajo en uso y los requisitos, de seguridad, que deben de cumplir las máquinas cuando se diseña y fabriquen, así como la documentación que debe de ir con ella y la que tiene que realizar y tener en su posesión el fabricante. Para ello se va a explicar y detallar dentro de este capítulo **el Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, como componente fundamental de la nueva normativa de seguridad y salud en el trabajo, encabezada por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Esta norma recoge asimismo las condiciones de seguridad mínimas exigibles a los equipos en uso y establece también que éstos deberán cumplir las condiciones impuestas por la normativa de comercialización que les sea aplicable; esta última suele ser, en general, más “exigente”, en particular en el caso de equipos “nuevos” a los que se aplica el “mercado CE”. Por otra parte, cabe decir que las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, establecidas por este Real Decreto, no pueden considerarse aisladamente, sino conjuntamente con la propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las demás normas reglamentarias que se derivan de ella.

## **Descripción del Real Decreto**

### **Artículo 1**

#### **Objeto**

1. El presente Real Decreto establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo empleados por los trabajadores en el trabajo.
2. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en el apartado anterior, sin perjuicio de las disposiciones específicas contenidas en el presente Real Decreto.

### **Artículo 2**

#### **Definiciones**

A efectos del presente Real Decreto se entenderá por:

1. **Equipo de trabajo:** cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.
2. **Utilización de un equipo de trabajo:** cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detención, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida, en particular, la limpieza.
3. **Zona peligrosa:** cualquier zona situada en el interior o alrededor de un equipo de trabajo en la que la presencia de un trabajador expuesto entrañe un riesgo para su seguridad o para su salud.

4. **Trabajador expuesto:** cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa.
5. **Operador del equipo:** el trabajador encargado de la utilización de un equipo de trabajo.

***Nota:** Se consideran equipos de trabajo, por ejemplo, las máquinas-herramienta (especial incidencia con el listado de máquinas consideradas por la Directiva 98/37/CE relativa a aproximación de los Estados miembros a la seguridad de máquinas en Anexo IV), las máquinas para la elevación de cargas, las máquinas para la elevación de personas, los equipos a presión, los aparatos a gas, los equipos de soldadura, los compresores, las herramientas portátiles, así como las instalaciones compuestas por una asociación de máquinas que funcionan independientemente y también las instalaciones de servicio o de protección (instalaciones eléctricas, las de gas o las de protección contra incendios), anejas a los **lugares de trabajo**,*

*Se considera como lugares de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. Se consideran incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores. Las instalaciones de servicio o protección anejas a los lugares de trabajo se considerarán como parte integrante de los mismos.*

*En cuanto a la definición de zona peligrosa las medidas de seguridad que se adopten deben de cubrir también el entorno más próximo del equipo de trabajo considerándolo como parte de la máquina*

*Trabajador expuesto se considera aquel que directa o indirectamente actúa en el puesto de trabajo bien como operario interviniendo en el proceso o realizando labores ocasionales (operaciones de mantenimiento, reglaje, etc...)*

## Artículo 3

### **Obligaciones generales del empresario**

1.- El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.

***Nota:** Sólo deben emplearse equipos que sean seguros para el uso previsto. Este principio se tendrá especialmente en consideración a la hora de la elección de equipos que van a ponerse por primera vez a disposición de los trabajadores, ya sean nuevos o usados.*

*La aplicación de este principio a los equipos ya existentes supone la prohibición de **los usos improvisados y no previstos o en situaciones o condiciones no previstas** que puedan entrañar un riesgo como, por ejemplo: las tijeras como punzón o el alicate como llave de tuerca; cortar alambre con una muela abrasiva; utilizar una herramienta eléctrica convencional en atmósferas explosivas; utilizar una carretilla con motor de explosión en un local cerrado; utilizar una mezcladora de materias inertes para materias inflamables; utilizar aire comprimido para limpiarse la ropa de trabajo; alimentar una máquina mediante cables pelados en su extremo y enrollados en Bornes desnudas tipo ; utilizar una lámpara portátil a 220V, conectada directamente a la red, en ambientes húmedos o mojados, etc.*

*Los equipos ya marcados con CE no deben ser modificados, salvo cuando sea imprescindible utilizarlos de manera no prevista por el fabricante, entendiéndose como utilización excepcional o imprescindible, por ejemplo, elevar a un trabajador con un equipo no previsto para la elevación de personas, en la mejora o modificación de ciertas prestaciones del equipo, en operaciones donde el uso es similar a las que se realizan dentro del uso previsto (por ejemplo, cortar cartón con una cizalla para*



metal, utilizar una prensa hidráulica para metal para prensar tableros de contrachapado...). Deberá realizarse la correspondiente evaluación de riesgos y la adopción de las medidas preventivas pertinentes. En general, dichas medidas afectarán al equipo y a las instrucciones de utilización que deberá elaborar el empresario ya que éste, siempre y cuando la máquina modificada esté sujeta al marcado CE, se convierte en fabricante cuando cambian las condiciones previstas para el uso de la máquina.

Cuando no sea posible garantizar de este modo totalmente la seguridad y la salud de los trabajadores durante la utilización de los equipos de trabajo, el empresario tomará las medidas adecuadas para reducir tales riesgos al mínimo.

**Nota:** Si cabe la posibilidad de reducir aun más el riesgo, independientemente de las medidas adoptadas o las que vienen ya en el equipo de trabajo impuestas por el fabricante, dichas medidas pueden incidir sobre las condiciones de utilización del equipo (cambio de ubicación, uso restringido,...) o pueden estar basadas en las instrucciones de utilización, la señalización, el adiestramiento, la supervisión del trabajo, un sistema de trabajo autorizado y supervisado y, si es preciso, la utilización de equipos de protección individual.





En cualquier caso, el empresario deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan:


- a) *Cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.*
- b) *Las condiciones generales previstas en el anexo de este Real Decreto.*


**Nota:** *En el siguiente gráfico se indica el calendario de aplicación de las disposiciones legales y diferentes normativas que se aplican a las máquinas bien sean nuevas de segunda mano o de importación desde la fecha que se comercializaron de las mismas en España o la UE*

AÑOS \ TIPOS	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	>97
Máquinas												
Componentes de seguridad												
Grúas												
Carretillas												

 Orden Ministerial de 9.3.71. La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

 Real Decreto 1495/1986, Reglamento de Seguridad en las Máquinas, modificado por los Reales Decretos 590/1989y 830/1991, complementado por la Orden de 8.4.91 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria (MSG-SM-1) del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usados.

 Coexistencia de legislaciones anteriores y posteriores

 RD 1435/97, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, modificado por el Real Decreto 56/1995, a su vez modificadas por la Directiva 98/37/CE.

*En el caso de los otros equipos utilizados en el trabajo corresponden las normativas que a continuación se detallan incluyendo la correspondiente a las instalaciones generales, mencionadas en el capítulo que define los equipos de trabajo:*

2.- Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

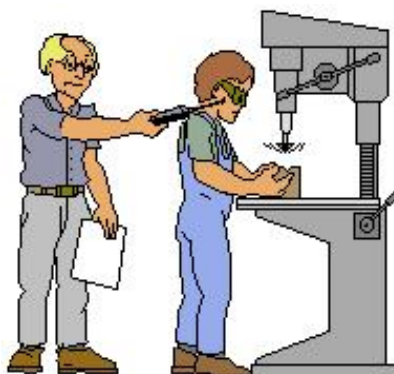
- *Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.*
- *Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo y, en particular, en los puestos de trabajo, así como los riesgos que puedan derivarse de la presencia o utilización de dichos equipos o agravarse por ellos.*
- *En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.*

**Nota:** *Las condiciones específicas en las que el trabajo se va a realizar, ya sean organizativas, ambientales, etc, Deben ser tenidas en cuenta. El empresario debe contrastar las instrucciones del fabricante para asegurarse de que no existen incompatibilidades con las condiciones previstas para el uso del equipo. La influencia en el agravamiento de los riesgos debido a la presencia simultánea de varios equipos en un mismo lugar de trabajo, concurrencia de riesgos, tiene que ser tomado en cuenta. Por ejemplo el ruido producido por una máquina puede ser aceptable y, por lo tanto, si se añade al ya existente en el puesto de trabajo procedente del propio puesto o de otros, puede suponer un riesgo inadmisibles que obligue a adoptar medidas compensatorias o a rechazar la máquina.*



3.- Para la aplicación de las disposiciones mínimas de seguridad y salud previstas en el presente Real Decreto, el empresario tendrá en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización del equipo de trabajo.

**Nota:** Los principios ergonómicos a los que se refiere este apartado del Artículo 3 son aquellos derivados del incorrecto diseño del puesto de trabajo. Son muchos los factores que influirían dentro de lo mencionado en este apartado: el lugar de trabajo, el acceso desde el puesto a las accionamientos, la visualización de la labor a realizar, el ruido, temperaturas, iluminación,



4.- La utilización de los equipos de trabajo deberá cumplir las condiciones generales establecidas en el anexo II del presente Real Decreto. Cuando, a fin de evitar o controlar un riesgo específico para la seguridad o salud de los trabajadores, la utilización de un equipo de trabajo deba realizarse en condiciones o formas determinadas, que requieran un particular conocimiento por parte de aquellos, el empresario adoptará las medidas necesarias para que la utilización de dicho equipo quede reservada a los trabajadores designados para ello.

**Nota:** El propio apartado es de por sí lo suficientemente explícito. En todo caso el operario que de forma habitual utiliza un equipo de trabajo, debe de saber los

riegos residuales que tiene el citado equipo. En algunos casos, la normativa específica aplicable al trabajo en cuestión determinará las condiciones o aptitudes que deba tener el trabajador.

5.- El empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones tales que satisfagan las disposiciones del segundo párrafo del apartado 1. Dicho mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante o, en su defecto, las características de estos equipos, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia normal o excepcional que pueda influir en su deterioro o desajuste. Las operaciones de mantenimiento, reparación o transformación de los equipos de trabajo cuya realización suponga un riesgo específico para los trabajadores sólo podrán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

***Nota:** Este apartado se refiere a la obligación de mantener los equipos de trabajo, no a la necesidad de que dicho mantenimiento se realice de manera segura, No sólo hay que adoptar las medidas correctas para lograr la conformidad inicial del equipo, es necesario que, mediante el desempeño de una tarea de mantenimiento se asegure que dicha conformidad perdura durante toda la vida del equipo. Hay que extremar estas medidas cuando las tareas de mantenimiento se realizan en componentes de seguridad de la propia máquina. Es importante que los equipos de trabajo sean mantenidos de manera que sus características no se degraden hasta el punto de poner a las personas en situaciones peligrosas. En los equipos de trabajo concretamente en lo que respecta a las funciones de seguridad, deberá constatarse su buen funcionamiento de forma permanente. Un fallo en un sistema que desempeñe funciones de seguridad críticas podría permanecer oculto a menos que los programas de mantenimiento prevean ensayos o inspecciones adecuadas. La frecuencia con la que se necesita verificar un equipo depende del propio equipo y de los riesgos inherentes al mismo.*

## Artículo 4

### **Comprobación de los equipos de trabajo**

1.- El empresario adoptará las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo cuya seguridad dependa de sus condiciones de instalación se sometan a una comprobación inicial, tras su instalación y antes de la puesta en marcha por primera vez, y a una nueva comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos.

2.- El empresario adoptará las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros que puedan generar situaciones peligrosas estén sujetos a comprobaciones y, en su caso, pruebas de carácter periódico, con objeto de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de seguridad y de salud y de remediar a tiempo dichos deterioros. Igualmente, se deberán realizar comprobaciones adicionales de tales equipos cada vez que se produzcan acontecimientos excepcionales, tales como transformaciones, accidentes, fenómenos naturales o falta prolongada de uso, que puedan tener consecuencias perjudiciales para la seguridad.

***Nota:** Las “influencias susceptibles de causar deterioros” pueden ser de dos tipos bien derivadas de las influencias del medio donde residen los equipos o bien por el deterioro causado por los niveles de empleo al que está sometido debido a su utilización (resistencia de materiales, resistencia de uniones entre piezas, etc..) Este apartado también incide sobre la comprobación posterior a la transformación de un equipo de trabajo en cuanto a la verificación de que no se han generado nuevos peligros o de que éstos se han tratado convenientemente. Las comprobaciones tras un periodo prolongado de desuso son especialmente útiles y tienen que ser tenidas en cuenta. Es oportuno realizar una verificación de un equipo de trabajo cuando se tenga prevista su no utilización durante un tiempo prolongado.*

### 3.- Las comprobaciones serán efectuadas por personal competente.

**Nota:** En cuanto al personal competente que no venga impuesto por las reglamentaciones específicas que se indican en la explicación del artículo 3 Apartado a) de este documento, el empresario deberá, si no se indica nada al respecto también en el manual dado por el fabricante, definir qué requisitos ha de reunir.

### 4.- Los resultados de las comprobaciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral. Dichos resultados deberán conservarse durante toda la vida útil de los equipos.

Cuando los equipos de trabajo se empleen fuera de la empresa, deberán ir acompañados de una prueba material de la realización de la última comprobación.

**Nota:** En los casos que no vengan descritos en el apartado siguiente, los registros impuestos por este apartado deberían seguir una estructura similar a la de los registros reglamentarios. El segundo punto que aborda el apartado de este artículo, sería suficiente en cuanto a la prueba que hace falta para constatar la última comprobación, un certificado o una marca.

### 5.- Los requisitos y condiciones de las comprobaciones de los equipos de trabajo se ajustarán a lo dispuesto en la normativa específica que les sea de aplicación.

**Nota:** La reglamentación aplicable se indica en el Artículo 3, Apartado 1 a. De todas maneras para. Para cada equipo, la reglamentación concreta aplicable establece:

- a) El tipo y condiciones de la comprobación.
- b) Las ocasiones en que tiene que realizarse.
- c) El personal competente para efectuarlas.



## Artículo 5

### **Obligaciones en materia de formación e información**

1.- De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

***Nota;** Es deber y obligación del empresario el dar una formación e información adecuada en lo relativo a seguridad en equipos de trabajo no sólo al personal que utilice directamente los mismos, sino a los representantes de los trabajadores, supervisores y mandos. En cada caso particular, la formación que se requiera, se podrá determinar evaluando la diferencia entre la competencia de la que disponen los trabajadores y la necesaria para utilizar dichos equipos y supervisar o controlar la utilización de los mismos con respecto a la seguridad y la salud, teniendo en cuenta la responsabilidad de cada persona ante la utilización del equipo y el organigrama organizativo.*

2.- La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- *Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.*
- *Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.*
- *Cualquier otra información de utilidad preventiva.*

La información deberá ser comprensible para los trabajadores a los que va dirigida e incluir o presentarse en forma de folletos informativos cuando sea necesario por su volumen o complejidad o por la utilización poco frecuente del equipo. La documentación informativa facilitada por el fabricante estará a disposición de los trabajadores.

***Nota:** El empresario es libre de dar la información de forma verbal o por escrito aunque es recomendable que si la información es voluminosa o excesivamente detallista se dé por escrito. El empresario necesitará tener en cuenta aspectos tales como las aptitudes, la experiencia y la formación de los trabajadores implicados, el grado de supervisión y la complejidad y duración del trabajo concreto.*

*Los documentos base que deben de servir de referencia para elaborar la información que el empresario tienen que transmitir a las personas que estime oportuno con propio manual de utilización, de mantenimiento e instalación así como todas las indicaciones para que las operaciones se realicen con seguridad. Así mismo estos documentos, pueden servir de referencia para la elaboración de las recomendaciones de utilización de otros equipos de trabajo que no dispongan de manual Las referencias de la normativa aplicable a los distintos tipos de equipos sujetos al mercado CE pueden consultarse en las páginas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo dentro de los apartados Guías y Normas Técnicas de Prevención. El empresario debe comprobar que el manual de instrucciones acompaña al equipo y, si ha lugar, reclamarlo.*

*Dentro de la información se deberá incluir apartados que describan las diferentes formas de utilizar los equipos en cuestión. La información deberá ser lo más breve, escueta y sencilla posible, salvo el caso que sea preciso detallar algún aspecto o aclarar algún término inusual en el lenguaje.*

3.- Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

**Nota:** Esto es aplicable a cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa.

4.- Los trabajadores a los que se refieren los apartados 4 y 5 del artículo 3º de este Real Decreto deberán recibir un formación específica adecuada.

## Artículo 6.

### **Consulta y participación de los trabajadores.**

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este Real Decreto se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

**Nota:** El empresario tiene la obligación de consultar y permitir la participación de los trabajadores o sus representantes respecto a la elección de nuevos equipos, a la adaptación de los existentes y a sus condiciones y forma de utilización, en la medida en la que las decisiones que se tomen influyan significativamente sobre los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

## Disposición Transitoria Única.

### **Adaptación de equipos de trabajo.**

1.- Los equipos de trabajo, que en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto estuvieran a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo, deberán ajustarse a los requisitos establecidos en el apartado 1 del anexo I en el plazo de doce meses desde la citada entrada en vigor.

**Nota:** En este apartado quedan incluidos no sólo los equipos de trabajo que ya se estén utilizando, sino todos aquellos que, en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto, se encuentren en la empresa o centro de trabajo, se hayan utilizado o no. En cuanto a la normativa que se debe aplicar se conjugan la aplicación de dos normas: la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el

*Trabajo y este Real Decreto dependiendo de la fecha y del tipo de requisito que se trate, bien sean características del Equipo de trabajo, uso, forma genérica o casos específicos como pueden ser los equipos móviles o de elevación).*

**En cuanto a formas de uso**, los requisitos generales para todo tipo de equipos, el RD entra en vigor a partir del 27 de agosto de 1997; en los requisitos adicionales para equipos móviles sería a partir del 5 de Diciembre de 1998. **En cuanto a sus características**, los requisitos generales para todo tipo de equipos entran en vigor el 27 de Agosto de 1997, pudiéndose sólo aplicar la OGSHT si el equipo está sujeto a un Plan de Puesta en Conformidad. Entre el 27 de agosto de 1997 y 27 de agosto de 1998 se puede optar por una u otra legislación en el caso de que los equipos estuvieran en uso el 27 de agosto de 1997; en el caso específico de los móviles, entre el 5 de diciembre de 1998 y el 5 de diciembre del 2002, se podría optar en el caso de que estuvieran en uso en el 5 de diciembre de 1998

No obstante, cuando en determinados sectores por situaciones específicas objetivas de sus equipos de trabajo suficientemente acreditadas no pueda cumplirse el plazo establecido en el párrafo anterior, la autoridad laboral, a petición razonada de las organizaciones empresariales más representativas del sector y previa consulta a las organizaciones sindicales más representativas en el mismo, podrá autorizar excepcionalmente un Plan de Puesta en Conformidad de los equipos de trabajo de duración no superior a cinco años, teniendo en cuenta, la gravedad, trascendencia e importancia de la situación objetiva alegada. Dicho Plan deberá ser presentado a la autoridad laboral en el plazo máximo de nueve meses desde la entrada en vigor del presente Real Decreto y se resolverá en plazo no superior a tres meses, teniendo la falta de resolución expresa efecto desestimatorio.

La aplicación del Plan de Puesta en Conformidad a las empresas afectadas se efectuará mediante solicitud de las mismas a la autoridad laboral para su aprobación y deberá especificar la consulta a los representantes de los trabajadores, la gravedad, trascendencia e importancia de los problemas



técnicos que impiden el cumplimiento del plazo establecido, los detalles de la puesta en conformidad y las medidas preventivas alternativas que garanticen las adecuadas condiciones de seguridad y salud de los puestos de trabajo afectados.

***Nota: Elaboración y presentación del Plan***

*Diversas organizaciones empresariales sectoriales han elaborado y presentado Planes de Puesta en Conformidad que han sido autorizados por la autoridad laboral competente, a los que podrán acogerse las empresas del sector correspondiente. Los empresarios que deseen hacerlo deberán tener en cuenta que en dichos Planes:*

*Sólo se hace referencia a equipos que no cumplen alguno de los requisitos establecidos en el apartado 1 del artículo 3 del RD 1215/97*

*Sólo se incluyen equipos para los que la aplicación de los citados requisitos supone dar una interpretación más estricta de la normativa de seguridad que anteriormente les era de aplicación. Es de suponer que los equipos que ya cumplían una normativa específica y que han sido mantenidos adecuadamente, cumplen las disposiciones mínimas establecidas en los puntos del check list explicado en detalle en capítulos siguientes.*

*Sólo se incluyen equipos que no hayan podido ser adaptados a la nueva normativa (por razones técnicas y económicas específicas) antes del 27.8.98.*

*La información anexa a la solicitud que deben realizar las empresas para acogerse a un Plan (previamente autorizado) podría organizarse indicando, para cada máquina (o grupo de máquinas con problemas similares):*

*Las “no conformidades”, haciendo referencia a las disposiciones del Anexo I que se infringen.*

*Las medidas preventivas que deberán adoptarse para cumplir dichas disposiciones.*

*La problemática técnica y económica que conlleva la adopción de esas medidas.*

*Las medidas preventivas alternativas que se aplicarán mientras persista la no-conformidad, para garantizar la seguridad de los trabajadores afectados.*

*El orden de prioridades para la puesta en conformidad, valorando conjuntamente la gravedad de la no-conformidad, la dificultad para corregirla y la eficacia de las medidas*

*Calendario de ejecución.*

*En el caso de los equipos de trabajo utilizados en explotaciones mineras, las funciones que se reconocen a la autoridad laboral en los párrafos anteriores serán desarrolladas por las Administraciones públicas competentes en materia de minas.*

2.- Los equipos de trabajo contemplados en el apartado 2 del anexo I que el 5 de diciembre de 1998 estuvieran a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo, deberán ajustarse en un plazo máximo de cuatro años a contar desde la fecha citada a las disposiciones mínimas establecidas en dicho apartado.

### *Disposiciones mínimas adicionales aplicables a determinados equipos de trabajo*

1.- Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles, ya sean automotores o no:

- *Los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados deberán adaptarse de manera que se reduzcan los riesgos para el trabajador o trabajadores durante el desplazamiento.*
- *Entre estos riesgos deberán incluirse los de contacto de los trabajadores con ruedas y orugas y de aprisionamiento por las mismas.*

- *Cuando el bloqueo imprevisto de los elementos de transmisión de energía entre un equipo de trabajo móvil y sus accesorios o remolques pueda ocasionar riesgos específicos, dicho equipo deberá ser equipado o adaptado de modo que se impida dicho bloqueo. Cuando no se pueda impedir el bloqueo deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar las consecuencias perjudiciales para los trabajadores.*

***Nota:** Merecen un capítulo aparte los equipos de trabajo móviles que transporten o no a los trabajadores, realizando especial incidencia en cuanto a las medidas de seguridad en las acciones de desplazamiento respecto a elementos rodantes (ruedas, orugas, etc...) y con los elementos asociados a él accesorios y remolques impidiendo peligros derivados de las inercias producidas tanto en movimiento como en parada por el vehículo principal, adaptando dispositivos que impidan el bloqueo.*

## ***R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre. Para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.***

### *Modificación legal.*

La primera modificación, mediante la que se da nueva redacción al punto 6 del apartado 1 del anexo I tiene por objeto introducir disposiciones específicas aplicables a las **escaleras de mano, los andamios y los sistemas utilizados en las técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas**, comúnmente conocidos como trabajos verticales.

Mediante la segunda modificación, se introduce un nuevo apartado 4 en el anexo II, en el que se **incluyen disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo para la realización de trabajos temporales en altura.**

Mediante la tercera modificación, se añade un nuevo párrafo a la disposición derogatoria única, de manera que resultan expresamente derogadas determinadas disposiciones incluidas en varias normas y referidas fundamentalmente a los andamios.

**Las disposiciones finales primera y segunda modifican dos normas, el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, con objeto de ajustar su contenido a lo dispuesto por este real decreto.**



Por último, **la disposición final tercera** reconoce el carácter de legislación laboral y de norma básica de la regulación contenida en el real decreto.

El R.D. 2177 por el que se modifica el R.D. 1215/1997, la situación de aparente **vacío legal** referida a la utilización de técnicas de **Trabajos Verticales se ha modificado**. Sin embargo, en el citado R.D. siguen existiendo ciertos matices que pueden dar pie a interpretaciones subjetivas o interesadas.

Debido a la utilización de técnicas y equipos novedosos este era un sector sin una regulación específica aparente, por lo que entrañaba una serie de problemas tanto para las Instituciones encargadas de velar por las condiciones de Seguridad y Salud de los trabajadores, como para los profesionales encargados de analizar los riesgos y de planificar las medidas correctoras. Sin embargo, tras la publicación del R.D. 2177/2004 por el que se modifica el R.D. 1215/1997 la situación de aparente vacío legal se modifica en los aspectos y equipos, ahora así considerados, que a continuación se detallan.



### *Escaleras de mano*

#### **Descripción y tipos.**

Equipo de trabajo que incorpora peldaños sobre los cuales una persona puede ascender o descender y que puede ser transportado manualmente.

#### *Tipos*

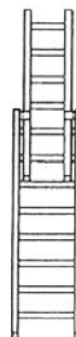
- *Escaleras de un solo tramo*

- *Escaleras extensibles*
- *Escaleras portátiles*
- *Escaleras de tijera*

Las normas de prevención en el empleo de las escaleras de mano son sencillas, ya que el uso de las escaleras también es muy simple y quizás por este motivo existen una gran cantidad de accidentes graves debidos a la mala utilización.



**Un solo tramo**



**Extensible**



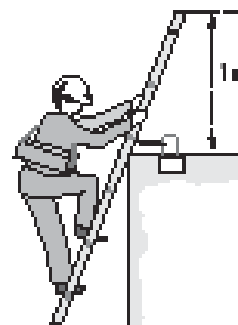
**Portátil**



**Tijera**

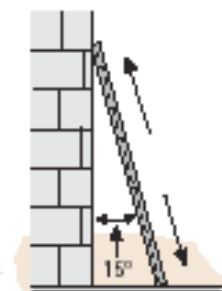
### **Medidas preventivas de utilización.**

Las escaleras de mano **deben sujetarse a un lugar fijo** (preferentemente de la parte superior de la escalera) y deberá sobrepasar al menos 1 metro del lugar donde se quiere llegar.



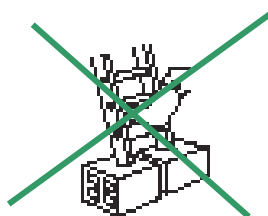
Las bajadas y las subidas se **realizarán siempre de frente y con las manos libres.**

Para una correcta colocación de las escaleras, es importante **que la inclinación de las escaleras sea aproximadamente de unos 15-20º**, y la separación con respecto a la pared sea de 1/4 de la longitud de la escalera.



Las escaleras deben **apoyar sobre suelos estables**, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no se pueda resbalar ni puedan bascular. Impedir que las escaleras dobles deslicen, por medio de cadenas, cuerdas elementos resistentes. **No usar nunca el último peldaño.**

Incorrecto

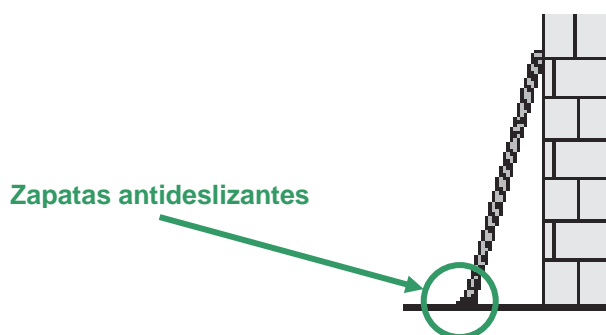


Correcto



En las escaleras de madera, los travesaños no tendrán nudos y estarán encajados en los largueros o montantes de madera.

Deben estar provistas de zapatas antideslizantes.



Se señalará convenientemente frente a agentes externos.

No se manipularán ni transportarán cargas que por su peso o dimensiones comprometan la seguridad del trabajador.

No se realizarán trabajos sobre escaleras si no existen plataformas de trabajo.





## Escalas fijas

### **Definición.**

Una escala de servicio esta formada por una serie de escalones, cada uno de los cuales esta fijado a algún tipo de estructura Se construyen preferentemente de acero, hierro forjado u otro material equivalente asegurando su eficiente sujeción a la estructura que los soporte.

### **Normas de utilización y seguridad.**

Todo trabajador que deba usar escalas fijas de servicio deberá seguir las siguientes normas de utilización:

- *Comprobar que la escala no presenta defectos y está libre de sustancias resbaladizas, como pueden ser barro, grasa, aceite, hielo, etc.*
- *La anchura mínima será de 40 cms. Y la distancia máxima entre peldaños de 30 cms.*
- *La distancia entre el frente de los peldaños y las paredes será mínimo de 75 cms.*
- *Para alturas superiores a 4 metros se deberá poner una protección circundante.*
- *Se dispondrá de colocar plataformas de descanso cada 9 metros o fracción en las que su longitud supere los 9 metros comentados.*
- *No subir o bajar cargado de herramientas o materiales. Los materiales y/o herramientas necesarios se deberán subir o bajar utilizando algún sistema manual de izado y/o un portaherramientas apropiado.*
- *Subir de cara a la escala utilizando ambas manos para sujetar firmemente los escalones o largueros laterales.*
- *Situar el pie firmemente sobre cada escalón antes de transferir todo el peso a cada uno de los pies.*
- *Subir o bajar tranquilamente sin prisas evitando hacerlo corriendo o deslizándose sobre los largueros.*
- *No saltar desde cualquiera de los escalones de una escala.*
- *No utilizar calzado con tacones y revisarlo antes de utilizar una escala cerciorándose de que no tiene grasa, barro o cualquier otra sustancia deslizante.*

## Señalización

Las escalas deberán estar pintadas en su parte inferior accesible de franjas de color negro y amarillo.

Además deberá instalarse una señal de atención que indique *PROHIBIDA SU UTILIZACIÓN POR PERSONAL NO AUTORIZADO*. Además se podrá complementar esta indicación con cualquier otra que se considere necesaria para que la escala se utilice con las máximas medidas de seguridad (por ej. utilización de cinturón de seguridad obligatorio).



## Andamios.

Cada año, más de 60 trabajadores mueren al caerse de andamios, lo cual significa una de cada cinco caídas fatales en el gremio de la construcción. Además de los **problemas con los tablonos y las barandillas de apoyo, las principales causas de lesiones y muertes** son la **mala planificación para montar y desmontar los andamios**, la falta de amarras o riostras, cargas demasiado pesadas y la cercanía a cables eléctricos. Asimismo, los objetos que se caen de los andamios pueden lesionar a la gente que se encuentra debajo.



La mayoría de los accidentes en los andamios, se producen tanto por deficiencias como falta de protecciones colectivas, amarres o escaleras interiores y por improvisaciones en su ejecución y no haber sido proyectados previamente.

Desde el punto de vista de la Seguridad en **trabajos realizados en altura**, la utilización de andamios, reviste gran importancia, como definición podemos escribir los andamios como **aquellos elementos de seguridad utilizados para la realización de trabajos sobre sus plataformas.**

En este apartado se tratara de dar una descripción breve pero sencilla y entendible de la seguridad en el trabajo sobre los diferentes tipos de andamios: los **andamios tubulares, los andamios sobre borriquetas, y los andamios colgados**, que se consideran equipos de trabajo.



Los elementos que inciden en la elección de un andamio son:

- *Seguridad para el trabajo*
- *Fácil montaje y desmontaje*
- *Fáciles de adaptar al trabajo.*

### **Contenidos de la modificación normativa.**

Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

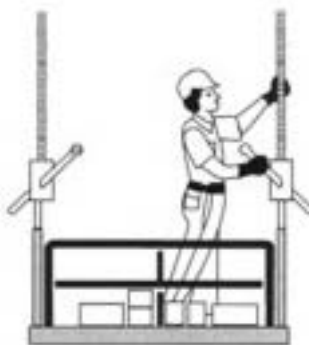
Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, **deberá efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad**, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida

En función de la complejidad del andamio elegido, **deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje**. Este plan y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados **por una persona con una formación universitaria** que lo habilite para la realización de estas actividades. Este plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

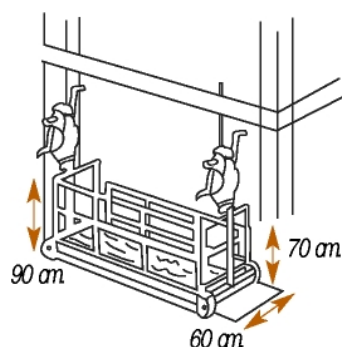


El plan de montaje, de utilización y de desmontaje será obligatorio en los siguientes tipos de andamios:

- a) **Plataformas suspendidas de nivel variable** (de accionamiento manual o motorizado), instaladas temporalmente sobre un edificio o una estructura para tareas específicas, y plataformas elevadoras sobre mástil.

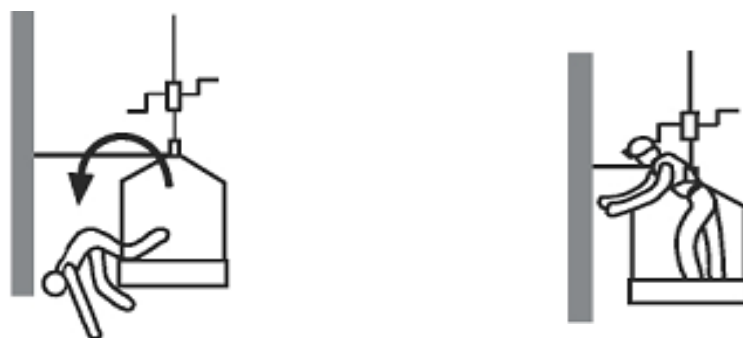


- b) **Andamios constituidos con elementos prefabricados** apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre apoyos de más de ocho metros. *Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.*
- c) **Andamios instalados en el exterior**, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores *cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda de 24 metros de altura.*
- d) **Torres de acceso y torres de trabajo móviles** en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de operación hasta el suelo. Sin embargo, cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado "CE", por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.



Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante **un dispositivo antideslizante**, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente.

Se deberá garantizar la **estabilidad del andamio**. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.



Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No deberá existir

ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes **deberán contar con señales de advertencia de peligro general** y elementos físicos que **impidan el acceso a la zona de peligro**.

Los andamios **sólo podrán ser montados, desmontados o modificados** sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad con las disposiciones del artículo 5 del RD 1215 relativo a las **obligaciones en materia de formación e información**, destinada en particular a:

- *La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.*
- *La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.*
- *Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos. d) Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.*
- *Las condiciones de carga admisible.*
- *Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación. Tanto los trabajadores afectados como la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje mencionado. Cuando no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las*

*operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.*

En labores de inspección, los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- *Antes de su puesta en servicio.*
- *A continuación, periódicamente.*
- *Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.*

Al igual que en el apartado anterior, cuando no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.



## 4.- Mantenimiento eléctrico.

### 4.1 Ámbito normativo

No se debe olvidar que **la electricidad**, no se ve, pero está y es peligrosa, directamente o a través de los otros tipos de energía de la que es fuente: mecánica, neumática, hidráulica,... Principalmente deben seguir las instrucciones marcadas en este punto:



- **Directores y Técnicos de Mantenimiento**, ya que al fin son los que están en contacto directo con las situaciones de riesgo día a día.
- **Técnicos de Prevención**, que resultan ser un eslabón fundamental en la cadena de seguridad de la empresa, responsables de conocer el estado de las instalaciones, de localizar, manifestar y resolver deficiencias mediante la adopción de planes “ad hoc” y siendo el especialista en transmitir y exigir a los responsables de empresa la situación y su resolución.

Se obtendrá un conocimiento más exhaustivo de uno de los riesgos que ocasiona no pocos accidentes, y que indirectamente es responsable de otro tipo de pérdidas como son las productivas y la de bienes de equipamiento.

Esto **supone pérdida económica, consecuentemente de rentabilidad** para la empresa, y si no es solo por los condicionantes de seguridad, si debe

ser la unión de estos a aquellos los que impulsen la aplicación de medidas para reducir cuando no eliminar el riesgo.



La actividad eléctrica que se realiza en todas las empresas, por ser una fuente de energía de muy variados usos – iluminación, accionamiento, calefacción, fabricación...-, y pueda servir de consulta para efectuar estos trabajos con seguridad, bien lo realicen personal propio o externo.

No debe olvidarse, que aunque se plantean unos métodos y formas de hacer este tipo de actividades, **existe una legislación muy amplia y variada que debe ser cumplida**. Algunas Normas y Leyes son específicas del ámbito eléctrico – **Reglamento de Baja Tensión, Real Decreto 614/2001 sobre riesgo eléctrico...** -, y otras lo son complementarias a la propia actividad porque pueden describir preceptos a **aplicar en los trabajos complementarios** a los de tipo eléctrico, como son **los trabajos en altura**, utilización de **equipos de protección individual, señalización** y demás.

La prevención, según indica la legislación, debe extenderse, en el caso de la electricidad, a los “otros equipos de trabajo” **como son las instalaciones, cuadros y receptores eléctricos**, que vienen a ser los dejados de lado en los planes de prevención, al menos en la mayoría.

Es necesario que **los responsables directos de la aplicación de la normativa de Seguridad** en la empresa, y estos son claramente los enumerados anteriormente, tengan una **amplia formación en materia de prevención**, cada cual en el grado adecuado a su función, y tomen muy en serio la necesidad de realizar toda la actividad de la empresa sobre una base sólida, que es : la seguridad y la eliminación de accidentes de cualquier tipo.

Para trabajar con seguridad se deben tener unos conocimientos claros de los conceptos. En este apartado se indican **algunos respecto a la actividad eléctrica en el taller.**

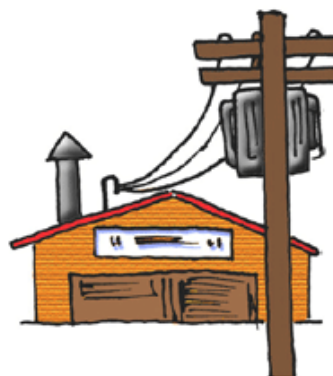


### **Normativa vigente**

Se va a exponer en este apartado la **Normativa vigente que aplica a los trabajos relacionados con la electricidad.**

Se hará referencia a la misma, pretendiendo ante todo que los técnicos implicados sean conscientes de que existe y desarrolla unas directrices que

deben ser cumplidas, ya sea para que las máquinas funcionen como para que lo hagan de modo seguro para el trabajador.



En primer lugar se expone el vigente **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**, aprobado por **Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto**. El que vaya en primer lugar tiene sentido por cuanto debe considerarse en si mismo “**el manual de uso**” en cuanto a los trabajos eléctricos, ya que **al haber derogado el antiguo Reglamento de 1973**, ha venido a actualizar materiales y métodos obsoletos en los tiempos actuales.

Sigue otra normativa aplicable que se considera muy interesante su conocimiento y realización de cursos de formación a los implicados con el fin de que todas las actuaciones sean bajo sus preceptos, y que no lleva mas que a degradación en los **métodos de trabajo seguros** y en **las técnicas aplicadas** con el incremento del riesgo de **producirse los accidentes**, cuando no las propias averías o malfuncionamiento de las máquinas e instalaciones.

En todo caso, se ha de verificar si existen normas específicas, del rango que sea – **UNE, NTP, Leyes, Decretos, Reglamentos, Guías Técnicas....**- que apliquen **directa o indirectamente** a la actividad del trabajo, y conviene

---

tenerlas disponibles en la empresa, para su consulta si no se dominan, porque no se ha de olvidar, que son preceptivas, y su desconocimiento no exime de su aplicación.

Esto es porque muchos de los trabajos eléctricos se desarrollan junto o a la vez que el uso de equipos de trabajo, y todos ellos pueden estar regulados por otras normas como la **UNE EN 775 de robots industriales**, la **UNE EN 692 Prensas mecánicas**, e incluso **Normas Técnicas de Prevención (NTP)** que especifican como realizar los trabajos con seguridad.

## 4.2 Reglamento electrotécnico para baja tensión BT

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que **deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión**, con la finalidad de:

*Preservar la seguridad de las personas y los bienes.*

*Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.*

*Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.*

### *Campo de aplicación.*

Es de aplicación a las instalaciones que distribuyan *la energía eléctrica*, a **las generadoras de electricidad** para **consumo propio** y a **las receptoras**, en los siguientes **límites de tensiones nominales**:

*Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 voltios.*

*Corriente continua: igual o inferior a 1.500 voltios.*

*A las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus ampliaciones.*

*A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones de importancia, reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.*

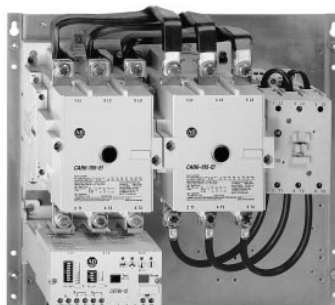
*A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente al régimen de inspecciones, si bien los criterios técnicos aplicables en dichas inspecciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.*

El presente Reglamento se aplicará también:

- *Se entenderá por modificaciones o reparaciones de importancia las que afectan a más del **50 por 100 de la potencia instalada**. Igualmente se considerará modificación de importancia la que afecte a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros.*
- *Se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando **su estado, situación o características** impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o se produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones, a juicio del Órgano Competente de la Comunidad Autónoma.*
- *Se excluyen de la aplicación de este Reglamento **las instalaciones y equipos de uso exclusivo en minas, material de tracción, automóviles, navíos, aeronaves, sistemas de comunicación, y los usos militares y demás instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.***
- *Se aplicarán las prescripciones específicas que serán objeto de las correspondientes ITCs, a las instalaciones o equipos que utilizan **muy baja tensión (hasta 50 V en corriente alterna y hasta 75 V en corriente continua)**, siempre que su **fFuente de energía sea autónoma**, no se alimenten de redes destinadas a otros suministros, o que tales instalaciones*

*sean absolutamente independientes de las redes de baja tensión con valores por encima de los fijados para tales pequeñas tensiones.*

La importancia del conocimiento por los técnicos y responsables técnicos de los preceptos del REBT, para con ello **aplicar las normas que suponen realizar bien los trabajos y con seguridad**, no pretendiendo en absoluto en discernir sobre los contenidos del mismo.



En el taller se encuentran conjuntamente pero a la vez con entidad propia:

- *circuitos eléctricos*
- *cuadros eléctricos*
- *máquinas-receptores eléctricos*

Las tareas que los técnicos eléctricos realizan sobre ellos están sin duda previstas y legisladas en el REBT, sobre todo en cuanto a los circuitos y cuadros eléctricos concierne se podría decir que el cien por cien. Respecto a las máquinas es de igual modo **hasta el cuadro de mando de la propia máquina**, ya en lo que se refiere a la instalación de la propia máquina tiene que ver más normativa, **como es RD 614/2001, el 1435/1992, la norma UNE 20640, el RD 1215/97 como los más principales.**





### *Instalación eléctrica.*

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto de aparatos y de circuitos asociados a la **producción, conversión, transformación, transmisión, distribución** o *utilización de la energía eléctrica.*

### *Clasificación de las tensiones.*

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican según las tensiones nominales que se les asignen, en la forma siguiente:

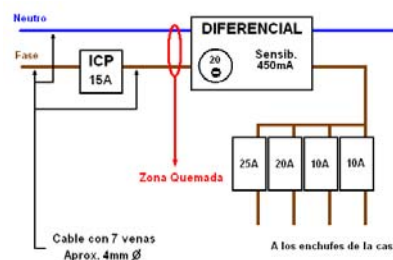
	<b>Corriente alterna (Valor eficaz)</b>	<b>Corriente continua (Valor medio aritmético)</b>
<b><i>Muy baja tensión</i></b>	$Un \leq 50V$	$Un \leq 75V$
<b><i>Tensión usual</i></b>	$50 < Un \leq 500V$	$75 < Un \leq 750V$
<b><i>Tensión especial</i></b>	$500 < Un \leq 1000V$	$750 < Un \leq 1500V$

Las **tensiones nominales** usualmente utilizadas en las distribuciones de **corriente alterna** serán:

- 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores.
- 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.

La frecuencia empleada en la red será de **50 Hz**.

Podrán utilizarse otras tensiones y frecuencias, **previa autorización motivada del Órgano competente de la Administración Pública**, cuando se justifique ante el mismo su necesidad, no se produzcan perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se menoscabe el nivel de seguridad para las personas y los bienes.



*Perturbaciones en las redes.*

Las instalaciones de baja tensión **deberán estar dotadas de los adecuados dispositivos protectores**, según se establece en las disposiciones vigentes relativas a esta materia.

*Equipos y materiales.*

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en

Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.  
Marca y modelo.  
Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.  
Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

la forma y para la finalidad que fueron fabricados. En particular, **se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso**, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas verificarán el cumplimiento de las exigencias técnicas de los materiales y equipos sujetos a este Reglamento. La verificación podrá efectuarse por muestreo.

#### *Coincidencia con otras tensiones.*

Si en una instalación eléctrica de baja tensión se encuentran integrados circuitos o elementos **sometidos a tensiones superiores a los límites definidos** en este Reglamento, en ausencia de indicación específica en éste, se deberá cumplir con lo **establecido en los reglamentos que regulen las instalaciones** a dichas tensiones.

#### *Redes de distribución.*

Las instalaciones de servicio público o privado cuya finalidad sea la **distribución de energía eléctrica** se definirán:

*Por los valores de la tensión entre fase o conductor polar y tierra y entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones unidas directamente a tierra.*

*Por el valor de la tensión entre dos conductores de fase o polares, para las instalaciones no unidas directamente a tierra.*

Las intensidades de la corriente eléctrica admisibles en los conductores **se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección** empleados en las mismas.

## *Tipos de suministro.*

Los suministros se clasifican en:

**Suministros normales** son los efectuados a cada abonado por una sola empresa distribuidora por la totalidad de la potencia contratada por el mismo y con un solo punto de entrega de la energía.

**Suministros complementarios o de seguridad** son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal. El **suministro complementario** es considerado como aquel que aun partiendo del mismo transformador, **dispone de línea de distribución independiente del suministro normal** desde su mismo origen en baja tensión.

Se clasifican en:

**Suministro de socorro** es el que está limitado a una potencia receptora mínima equivalente al 15 por 100 del total contratado para el suministro normal.

**Suministro de reserva** es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

**Suministro duplicado** es el que es capaz de mantener un servicio mayor del 50 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal.

Las instalaciones previstas para recibir suministros complementarios **deberán estar dotadas de los dispositivos necesarios** para impedir un acoplamiento entre ambos suministros. La instalación de esos dispositivos deberá realizarse de acuerdo con la o las empresas suministradoras.

## *Ordenación de cargas.*

En las correspondientes instrucciones técnicas complementarias prescripciones relativas a la **ordenación de las cargas previsibles** para cada una de las agrupaciones de consumo de características semejantes, tales como edificios dedicados principalmente a **viviendas, edificios comerciales, de oficinas y de talleres para industrias**, basadas en la mejor utilización de las instalaciones de distribución de energía eléctrica.

Antes de iniciar las obras, **los titulares de edificaciones en proyecto de construcción** deberán **facilitar a la Empresa suministradora** toda la información necesaria **para deducir los consumos y cargas que han de producirse**, a fin de poder adecuar con antelación suficiente el crecimiento de sus redes y las previsiones de cargas en sus centros de transformación.

## *Instalaciones interiores o receptoras.*

Las instalaciones interiores o receptoras son las que **alimentadas por una red de distribución** o por **una fuente de energía propia**, tienen como finalidad principal la **utilización de la energía eléctrica**. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.



---

En toda **instalación interior o receptora** que se proyecte y realice se alcanzará el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la misma, y ésta se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por las **averías que pudieran producirse** en algún punto de ella afecten a una mínima parte de la instalación. Esta subdivisión deberá permitir también la **localización de las averías** y facilitar **el control del aislamiento** de la parte de la instalación afectada.

Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión **impedirán los efectos de las sobrecargas y sobretensiones** que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos. Se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para **proteger de los contactos directos e indirectos**.

En la utilización de la energía eléctrica para instalaciones receptoras se adoptarán las **medidas de seguridad**, tanto para **la protección de los usuarios** como para la de **las redes**, que resulten proporcionadas a las características y potencia de los aparatos receptores utilizados en las mismas.

### *Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.*

La puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

- *Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.*
- *La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.*
- *La instalación deberá ser objeto de una inspección inicial, por un organismo de control.*
- *A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación, emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.*
- *El certificado, junto con la documentación técnica y el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministro de energía.*
- *Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.*

## Accidentes.

Se debe poseer los **correspondientes datos sistematizados de los accidentes más significativos**. Para ello cuando se produzca un accidente que ocasione daños o víctimas, **la compañía suministradora deberá redactar un informe que recoja los aspectos esenciales** del mismo. En los **quince primeros días de cada trimestre**, deberán remitir a las Comunidades Autónomas y al centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología, copia de todos los informes realizados.

**El REBT está formado** por el propio Real Decreto y un total de 51 Instrucciones Técnicas Complementarias – ITC-, además de una Guía Técnica de Aplicación cuya redacción exigía el Real Decreto en su artículo 26. Indicar que la Guía Técnica, **es una publicación independiente del propio Reglamento**, pero ambos dos deben estar indispensablemente en la estantería de la oficina de mantenimiento, ingeniería... como quiera que se llame de cualquier empresa, a disposición de los técnicos que sin duda, han de hacer frecuentes consultas a ambos.

Las ITC son las que tratan las especificaciones técnicas concretas y llegado el caso de cambios tecnológicos que lo justifiquen, serán modificadas individualmente con nuevas versiones, por lo cual es preciso disponer de alguna fuente de información que avise de la circunstancia.

Algunos de los cambios más esenciales son:

- *la clasificación de tensiones que indica el art. 4, cuando habla de las nominales introduce como novedad la de 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores y la de 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases para redes de trifásicas de cuatro conductores.*



*Este cambio estaba previsto dada la unificación de normativa con la UE.*

- *Se introduce como mención especial el cumplimiento de la reglamentación de las Directivas Europeas de aplicación , especialmente la 73/23/CEE y las relacionadas con la Compatibilidad Electromagnética y de Seguridad de Máquinas. ¡ Sólo en el caso de aquellos equipos y materiales que no estén bajo la aplicación de una Directiva se remite al Reglamento. Esta disposición es importante, pues como se ha indicado en el apartado anterior, existen normas específicas respecto a las máquinas y equipos de trabajo que vienen a ser en gran medida transposiciones de Directivas Europeas, que como se expone, tienen prioridad de aplicación sobre el Reglamento.*
- *Las inspecciones serán realizadas por organismos de control autorizados, siendo definidas como iniciales y periódicas.*
- *La figura del instalador autorizado toma especial relevancia, pues en la teoría del Reglamento es la única facultada a realizar trabajos sobre las instalaciones. También podrá estar en todas las inspecciones que se realicen por los O.C.A.*
- *Son admitidas excepciones a la normativa cuando se demuestre que es imposible el incumplimiento de una determinada prescripción del Reglamento y las medidas alternativas de seguridad son de igual nivel que las reglamentarias. La solicitud deberá realizarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma que será quien dictamine sobre la concesión, correcciones a realizar cuando proceda, o desestimarla.*
- *El REBT hace referencia a Normas, - UNE... – en las propias ITC, sin indicar año de edición, de este modo facilita la actualización sin tener que modificar las ITC. Las actualizaciones se modificarán en el listado de la ITC de Normas – ITC-BT-02)*

- *Una de las Normas principales a que se hace referencia es la UNE 60204 de instalaciones eléctricas.*

## **Instrucciones Técnicas Complementarias.**

Dentro de las Instrucciones Técnicas Complementarias que son consecuencia de la elaboración del REBT de aplicación que se ha desarrollado con anterioridad y que son las que a continuación se transcriben:

*ITC-BT-02 Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*

*ITC-BT-03 Instaladores autorizados*

*ITC-BT-04 Documentación y puesta en servicio de las instalaciones*

*ITC-BT-05 Verificaciones e inspecciones*

*ITC-BT-06 Redes aéreas para distribución en Baja Tensión*

*ITC-BT-07 Redes subterráneas para distribución en Baja Tensión*

*ITC-BT-08 Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica*

*ITC-BT-09 Instalaciones de alumbrado exterior*

*ITC-BT-10 Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión*

*ITC-BT-11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas*

*ITC-BT-12 a 17 Instalaciones de enlace*

*ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra*

*ITC-BT-19 a 24 Instalaciones interiores o receptoras*

*ITC-BT-25 a 27 Instalaciones interiores en viviendas*

*ITC-BT-28 Instalaciones en locales de pública concurrencia*

*ITC-BT-29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión*

*ITC-BT-30 a 35 Instalaciones en locales de características especiales*

*ITC-BT-36 Instalaciones a muy Baja Tensión.*

*ITC-BT-37 Instalaciones a tensiones especiales*

*ITC-BT-38 a 39 Instalaciones con fines especiales*

*ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión*

*ITC-BT-41 Instalaciones eléctricas en caravanas y parques de caravanas*

*ITC-BT-42 Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo*

*ITC-BT-43 a 48 Instalación de receptores*

*ITC-BT-49 Instalaciones eléctricas en muebles*

*ITC-BT-50 Instalaciones eléctricas en locales que contienen radiadores para saunas*

*ITC-BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.*

### *ITC-BT-03. Instaladores Autorizados.*

Tiene por objeto establecer las condiciones y requisitos que deben observarse para la **certificación de la competencia y la autorización administrativa correspondiente de los instaladores autorizados en el ámbito de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.**

#### ***Instalador autorizado en baja tensión.***

Instalador Autorizado en Baja Tensión es la persona física o jurídica **que realiza, mantiene o repara** las instalaciones eléctricas en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, habiendo sido autorizado para ello según lo prescrito en la presente Instrucción.

Los Instaladores autorizados en Baja Tensión se clasifican en las siguientes categorías:

- ***Categoría básica (IBTB):*** Los instaladores de esta categoría podrán **realizar, mantener y reparar** las instalaciones eléctricas para **baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras** y, en general, todas las comprendidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que no se reserven a la categoría especialista (IBTE).
- ***Categoría especialista (IBTE):*** Los instaladores y empresas instaladoras de la categoría especialista podrán **realizar, mantener y reparar las instalaciones de la categoría Básica** y, además, las correspondientes a:

- a) *sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios;*
- b) *sistemas de control distribuido;*
- c) *sistemas de supervisión, control y adquisición de datos;*
- d) *control de procesos;*
- e) *líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía;*
- f) *locales con riesgo de incendio o explosión;*
- g) *quirófanos y salas de intervención; - lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares;*
- h) *instalaciones generadoras de baja tensión; que estén contenidas en el ámbito del presente*

En los certificados de cualificación individual y de instalador deberán constar expresamente la modalidad o modalidades de entre las citadas para las que se haya sido autorizado, caso de no serlo para la totalidad de las mismas.

### ***Certificado de cualificación individual en baja tensión.***

El Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión ***es el documento mediante el cual la Administración reconoce*** a su titular la capacidad personal para desempeñar alguna de las actividades correspondientes a las categorías indicadas en el apartado anterior de la presente Instrucción, identificándole ante terceros para ejercer su profesión en el ámbito del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Dicho certificado no capacita, por sí solo, para la realización de dicha actividad, sino que constituirá ***requisito previo para la obtención del Certificado de Instalador Autorizado en Baja Tensión.***

Para obtener ***el Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión,*** las personas físicas deberán acreditar ante la Comunidad Autónoma donde radique el interesado:

- *Encontrarse en edad legal laboral.*
- *Conocimientos teórico-prácticos de electricidad. Sin perjuicio de lo previsto en la legislación sobre competencias profesionales, se entenderá que reúnen dichos conocimientos las personas que se encuentren en alguna de las siguientes situaciones:*
  - a) *Técnicos de grado medio en equipos e instalaciones electrotécnicas, con 1 año de experiencia, como mínimo, en empresas de instalaciones eléctricas y habiendo realizado un curso de 40 horas impartido por una Entidad de Formación Autorizada en Baja Tensión;*
  - b) *Técnicos de grado medio en equipos e instalaciones electrotécnicas, habiendo realizado un curso de 100 horas impartido por una Entidad de Formación Autorizada en Baja Tensión;*
  - c) *Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas;*
  - d) *Técnicos superiores en instalaciones electrotécnicas y experiencia de trabajo en empresas de instalaciones eléctricas;*
  - e) *Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico.*
  - f) *Titulados de Escuelas Técnicas de Grado Medio o Superior con formación suficiente en el campo electrotécnico y experiencia de trabajo en empresas de instalaciones eléctricas; Se admitirán las titulaciones declaradas por la Administración española competente como equivalentes a las mencionadas, así como las titulaciones equivalentes que se determinen por aplicación de la legislación comunitaria o de otros acuerdos internacionales con terceros países, ratificados por el Estado Español.*
- *Haber superado un examen, ante dicha Comunidad Autónoma, cuyos requisitos, criterios y contenidos mínimos podrán ser definidos mediante resolución del Órgano Competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología.*

## **Obligaciones de los instaladores autorizados en baja tensión.**

Los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deben:

- *Ejecutar, modificar, ampliar, mantener o reparar las instalaciones que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente y con la documentación de diseño de la instalación.*
- *Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.*
- *Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.*
- *Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.*
- *Coordinar las operaciones que impliquen interrupción del suministro.*
- *Notificar a la Administración competente los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad.*
- *En caso de peligro manifiesto, darán cuenta inmediata de ello a los usuarios y, en su caso, a la empresa suministradora, y pondrá la circunstancia en conocimiento del Órgano competente de la Comunidad Autónoma en el plazo máximo de 24 horas.*
- *Asistir a las inspecciones establecidas por el Reglamento.*
- *Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.*
- *Informar a la Administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.*
- *Conservar a disposición de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante los 5 años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.*

## **Medios mínimos requeridos.**

### **Medios humanos.**

Al menos **una persona dotada de Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión**, de categoría igual a cada una de las del Instalador Autorizado en Baja Tensión en la plantilla de la entidad, **a jornada completa**. Operarios cualificados, en número máximo de **10 por cada persona dotada de Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión**, o por **cada Técnico superior en instalaciones electrotécnicas** o por **cada Titulado de Escuelas Técnicas de grado Medio o Superior** con formación suficiente en el campo electrotécnico.

### **Medios técnicos**

Local: 25 m<sup>2</sup>.

Equipos:

- *Telurómetro;*
- *Medidor de aislamiento,*
- *Multímetro o tenaza, para las siguientes magnitudes: Tensión alterna y continua hasta 500 V; Intensidad alterna y continua hasta 20 A;*
- *Medidor de corrientes de fuga, con resolución mejor o igual que 1 mA;*
- *Detector de tensión;*
- *Analizador*
- *Registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica,*
- *Equipo verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales,*
- *Equipo verificador de la continuidad de conductores;*
- *Medidor de impedancia de bucle,*
- *Herramientas comunes y equipo auxiliar;*
- *Luxómetro*

## ***ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.***

Se desarrollan las prescripciones que determinan la documentación técnica que deben tener las instalaciones para ser legalmente puestas en servicio.

### ***Documentación de las instalaciones***

Las instalaciones en el ámbito de aplicación del presente Reglamento **deben ejecutarse sobre la base de una documentación técnica** que deberá adoptar una de las siguientes modalidades:

#### ***Proyecto***

Cuando se precise proyecto **éste deberá ser redactado y firmado por técnico titulado competente**, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias.

El proyecto de instalación se desarrollará, bien como parte del proyecto general del edificio, bien en forma de uno o varios proyectos específicos. En la **memoria del proyecto** se expresarán especialmente:

- a) *Datos relativos al propietario;*
- b) *Emplazamiento, características básicas y uso al que se destina;*
- c) *Características y secciones de los conductores a emplear;*
- d) *Características y diámetros de los tubos para canalizaciones;*
- e) *Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia, sistemas y dispositivos de seguridad adoptados y cuantos detalles sean necesarios de acuerdo con la importancia de la instalación proyectada y para que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones del Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.*



- f) *Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.*
- g) *Croquis de su trazado;*
- h) *Cálculos justificativos del diseño.*

Los **planos serán los suficientes en número y detalle**, para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones y para que la **Empresa instaladora que ejecute** la instalación disponga de todos los datos necesarios para la realización de la misma.

### **Memoria Técnica de Diseño.**

La Memoria Técnica de Diseño (MTD) se redactará **sobre impresos, según modelo determinado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma**, con objeto de proporcionar los principales **datos y características de diseño de las instalaciones**. El instalador autorizado para la categoría de la instalación correspondiente o el técnico titulado competente que firme dicha Memoria será **directamente responsable** de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

En especial, se incluirán los siguientes datos:

- a) *Los referentes al propietario;*
- b) *Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia;*
- c) *Emplazamiento de la instalación;*
- d) *Uso al que se destina;*
- e) *Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia;*
- f) *Cálculos justificativos de las características de la línea general de alimentación, derivaciones individuales y líneas secundarias, sus elementos de protección y sus puntos de utilización;*
- g) *Pequeña memoria descriptiva;*
- h) *Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.*
- i) *Croquis de su trazado;*

## **ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones**

Se desarrollan las **verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones** de las instalaciones eléctricas incluidas en su campo de aplicación.

### **Agentes intervinientes.**

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones **deberán ser realizadas por las empresas instaladoras** que las ejecuten.

Los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión deberán tener la **condición de Organismos de Control** y estar acreditados para este campo reglamentario.

### **Inspecciones.**

Las **instalaciones eléctricas en baja tensión** de especial relevancia, deberán ser objeto de inspección por un **Organismo de Control**, a fin de asegurar, el **cumplimiento reglamentario** a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser:

- **Inspecciones iniciales:** Serán objeto de inspección, una vez ejecutadas las instalaciones, **sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el Órgano competente** de la Comunidad Autónoma, las siguientes instalaciones:

a) *Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW;*

- b) *Locales de Pública Concurrencia;*
- c) *Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas;*
- d) *Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW;*
- e) *Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW;*
- f) *Quirófanos y salas de intervención;*
- g) *Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior 5 kW.*

- **Inspecciones periódicas:** Serán objeto de inspecciones periódicas **cada 5 años**, todas las instalaciones eléctricas *en baja tensión que precisaron inspección inicial*, y **cada 10 años**, las comunes de edificios de viviendas de **potencia total instalada superior a 100 kW**.

### **Procedimiento.**

Los Organismos de Control **realizarán la inspección de las instalaciones** sobre la base de las prescripciones que establezca el Reglamento de aplicación y, en su caso, de lo especificado en la documentación técnica, aplicando los criterios para la clasificación de defectos que se relacionan en el apartado siguiente. La **empresa instaladora**, si lo estima conveniente, podrá asistir a la **realización de estas inspecciones**.

Como resultado de la inspección, **el Organismo de Control emitirá un Certificado de Inspección**, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación, que podrá ser:

- **Favorable:** Cuando **no se determine la existencia de ningún defecto muy grave o grave**. Los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos antes de la próxima inspección;

- **Condicionada:** Cuando se detecte la **existencia de, al menos, un defecto grave o defecto leve procedente de otra inspección anterior** que no se haya corregido. En este caso:
  - a) *Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán ser suministradas de energía eléctrica en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.*
  - b) *Las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los 6 meses. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el Organismo de Control deberá remitir el Certificado con la calificación negativa al Organismo competente de la Comunidad Autónoma.*
  
- **Negativa:** Cuando se observe, al menos, **un defecto muy grave**. En este caso:
  - a) *Las nuevas instalaciones no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de favorable.*
  - b) *Las instalaciones ya en servicio se les emitirá Certificado negativo, que se remitirá inmediatamente al Órgano competente de la Comunidad Autónoma.*

### **Clasificación de defectos.**

Los defectos en las instalaciones se clasificarán en:

**Muy Grave:** Es todo aquél que la razón o la experiencia determina **que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes**. Se consideran tales los incumplimientos de las medidas de seguridad que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- a) *Contactos directos, en cualquier tipo de instalación;*
- b) *Locales de pública concurrencia;*
- c) *Locales con riesgo de incendio o explosión;*

- d) *Locales de características especiales;*
- e) *Instalaciones con fines especiales;*
- f) *Quirófanos y salas de intervención.*

**Grave:** Es el que **no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes**, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, *el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación eléctrica*. Dentro de este grupo y con carácter no exhaustivo, se consideran los siguientes defectos graves:

- a) *Falta de conexiones equipotenciales, cuando éstas fueran requeridas;*
- b) *Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos;*
- c) *Falta de aislamiento de la instalación;*
- d) *Falta de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores;*
- e) *Falta de continuidad de los conductores de protección;*
- f) *Valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas.*
- g) *Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas, cuando estas conexiones fueran preceptivas;*
- h) *Sección insuficiente de los conductores de protección;*
- i) *Existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños;*
- j) *Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados;*
- k) *Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión admisibles para las cargas previstas;*
- l) *Falta de identificación de los conductores "neutro" y "de protección";*
- m) *Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes.*
- n) *Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según normativa.*
- o) *Carencia del número de circuitos mínimos estipulados*
- p) *La sucesiva reiteración de defectos leves.*

**Leve.** Es todo aquel que **no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación** y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

## **ITC-BT-30. Instalaciones en locales de características especiales.**

### **Instalaciones en locales húmedos**

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se **manifiestan momentánea o permanentemente** bajo **la forma de condensación en el techo y paredes**, manchas salinas o moho aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el **material eléctrico** cuando **no se utilice muy bajas tensiones de seguridad**, cumplirá con las siguientes condiciones:

#### **Canalizaciones eléctricas**

Las canalizaciones **serán estancas**, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten **el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua (IPX1)**. Este requisito lo deberán cumplir las canalizaciones prefabricadas.

- *Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos. Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750V y discurrirán por el interior de tubos:*
  - a) Empotrados: según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-21.
  - b) En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 3.
- *Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes. Se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.*

- *Instalación de cables aislados y armados con alambres galvanizados sin tubo protector Los conductores tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV y discurrirán por:*
  - a) *En el interior de huecos de la construcción*
  - b) *Fijados en superficie mediante dispositivos hidrófugos y aislantes.*

### **Aparamenta**

Las **cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente** y toda **aparamenta** utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los **órganos de accionamiento no serán metálicas.**

### **Receptores de alumbrado y aparatos portátiles de alumbrado.**

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0. Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II.

## **Instalaciones en locales mojados**

Locales o emplazamientos mojados **son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad** y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho **durante largos períodos.**

### **Canalizaciones**

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten **el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.** Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo **grado de protección IPX4.**

### **Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos**

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- a) *Empotrados: según lo especificado en la ITC-BT-21.*
- b) *En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán de un grado de resistencia a la corrosión 4.*

### **Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes**

Los conductores **tendrán una tensión asignada de 450/750 V** y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.



### **Aparamenta**

Se instalarán los aparatos de mando y protección y tomas de corriente fuera de estos locales. Cuando **esto no se pueda cumplir**, los citados aparatos serán, del **tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4**, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

### **Dispositivos de protección**

se instalará **un dispositivo de protección en el origen de cada circuito** derivado de otro que penetre en el local mojado.

### **Receptores de alumbrado**

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las **proyecciones de agua, IPX4**. **No serán de clase 0.**



### ***Instalaciones en locales con riesgo de corrosión***

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión **son aquellos en los que existan gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.** Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos **se cumplirán las prescripciones señaladas** para las instalaciones en **locales mojados, debiendo protegerse además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones** con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

### ***Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión***

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que **los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente** como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- *Las canalizaciones eléctricas prefabricadas o no, tendrán un grado de protección mínimo IP5X, salvo que las características del local exijan uno más elevado.*
- *Los equipos o aparatos utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP5X o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección IP 5X, salvo que las características del local exijan uno más elevado.*

### ***Instalaciones en locales a temperatura elevada***

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de **sobrepasar frecuentemente los 40 °C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 °C.**

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- *Los cables aislados con materias plásticas o elastómeras podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 °C aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible. Para temperaturas ambientes superiores a 50 °C se utilizarán cables especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.*
- *En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre soportes aislantes. Los soportes estarán contruidos con un material cuyas propiedades y estabilidad queden garantizadas a la temperatura de utilización.*
- *Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.*

### **Instalaciones en locales a muy baja temperatura**

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde pueden presentarse y mantenerse **temperaturas ambientales inferiores a -20 °C**. Se considerarán como locales a temperatura muy baja las **cámaras de congelación de las plantas frigoríficas**.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.

- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

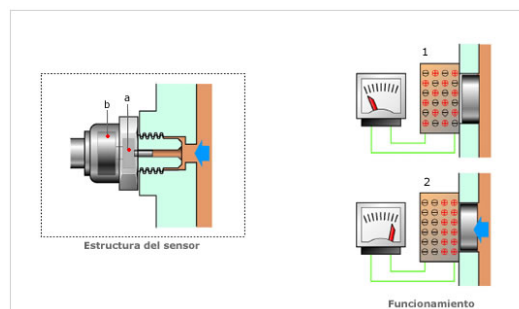


### **ITC-BT-36. Instalaciones a muy baja tensión**

Se consideran **tres tipos de instalaciones a muy baja tensión**:

- *Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS)*;
- *Muy Baja Tensión de Protección (MBTP)*
- *Muy Baja Tensión Funcional (MBTF)*.

Las instalaciones a **Muy Baja Tensión de Seguridad** comprenden aquellas **cuya tensión nominal no excede de 50 V en c.a. ó 75 V en c.c.**, alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad o fuentes equivalentes, **cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y no están conectados a**



**tierra.** Las masas no deben estar conectadas intencionadamente a tierra o a un conductor de protección.

Las instalaciones a **Muy Baja Tensión Funcional** comprenden aquellas cuya tensión nominal no excede de **50 V en c.a. ó 75 V en c.c.**, y que **no cumplen los requisitos de MBTS ni de MBTP.** Este tipo de instalaciones bien, **están alimentadas por una fuente sin aislamiento de protección**, tal como fuentes con aislamiento principal, o bien **sus circuitos no tienen aislamiento de protección frente a otros circuitos.** La protección contra los choques eléctricos de este tipo de instalaciones deberá realizarse conforme a lo establecido en la ITC-BT-24, **para circuitos distintos de MBTS o MBTP.**

### **Instalaciones a muy baja tensión de seguridad (mbts) y muy baja tensión de protección (mbtp)**

#### **Fuentes de alimentación.**

Estas instalaciones deben estar alimentadas mediante una fuente que incorpore:

- a) *Un transformador de aislamiento de seguridad conforme a la UNE-EN 60.742. Para el caso de la MBTP, el transformador puede ser con aislamiento principal con pantalla de separación entre primario y secundario puesta a tierra, siempre que exista un sistema de protección en el circuito primario por corte automático de la alimentación*
- b) *Una fuente corriente que asegure un grado de protección equivalente al del transformador de seguridad anterior.*
- c) *Una fuente electroquímica, que no dependa o que esté separada con aislamiento de protección de circuitos a MBTF o de circuitos de tensión más elevada,*
- d) *Otras fuentes que no dependan de la MBTF o circuitos de tensión más elevada, por ejemplo grupo electrógeno.*

### **Condiciones de instalación de los circuitos**

La separación de protección entre los conductores de cada **circuito MBTS o MBTP y los de cualquier otro circuito**, incluidos los de MBTF, debe ser realizada por una de las disposiciones siguientes:

- a) *La separación física de los conductores*
- b) *Los conductores de los circuitos de muy baja tensión MBTS o MBTP, deben estar provistos de su aislamiento principal y de una cubierta no metálica.*
- c) *Los conductores de los circuitos a tensiones diferentes, deben estar separados entre sí por una pantalla metálica conectada a tierra o por una vaina metálica conectada a tierra.*
- d) *Un cable multiconductor o un agrupamiento de conductores, pueden contener circuitos a tensiones diferentes, siempre que los conductores de los circuitos MBTS o MBTP estén aislados, individual o colectivamente, para la tensión más alta que tienen que soportar.*

Las tomas de corriente de los circuitos de MBTS y MBTP *deben satisfacer las prescripciones siguientes:*

- a) *Los conectores no deben poder entrar en las bases de toma de corriente alimentadas por otras tensiones.*
- b) *Las bases deben impedir la introducción de conectores concebidos para otras tensiones;*
- c) *Las bases de enchufe de los circuitos MBTS no deben llevar contacto de protección, las de los circuitos MBTP si pueden llevarlo.*
- d) *Los conectores de los circuitos MBTS, no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTP .*
- e) *Los conectores de los circuitos MBTP, no deben poder entrar en las bases de enchufe MBTS .*

A todos los efectos, **un circuito MBTF se considera siempre como circuito de tensión diferente.**

Los cables enterrados **se situarán entre dos capas de arena o de tierra fina cribada, de 10 a 15 centímetros de espesor.** Cuando los cables no presenten una resistencia mecánica

suficiente, se colocarán en el interior de conductos que los protejan convenientemente. Para las instalaciones de alumbrado, **la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización, no será superior al 5 %.**

### **Requisitos particulares para las instalaciones a muy baja tensión de seguridad (MBTS)**

Las partes activas de los circuitos de **MBTS no deben ser conectadas eléctricamente a tierra**, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos diferentes. Las masas **no deben conectarse intencionadamente ni a tierra, ni a conductores de protección o masas de circuitos diferentes**, ni a elementos conductores.

No obstante, para los equipos que, por su disposición, tengan conexiones francas a elementos conductores, la presente medida sigue siendo válida si puede asegurarse que estas partes **no pueden conectarse a un potencial superior a 50V en corriente alterna o 75V en corriente continua.**

Si hay masas de circuitos MBTS que son susceptibles de ponerse en contacto con masas de otros circuitos, la protección contra los choques eléctricos ya **no se basa en la medida exclusiva de protección para MBTS**, sino en las medidas de protección correspondientes a estas últimas masas.

Cuando la **tensión nominal del circuito es superior a 25V en corriente alterna o 60V en corriente continua** sin ondulación, debe asegurarse la protección contra los contactos directos mediante uno de los métodos siguientes:

- *Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP2X; o IP XXB según UNE 20.324.*
- *Por un aislamiento que pueda soportar una tensión de 500 voltios durante un minuto. Para tensiones inferiores a las anteriores no se requiere*

*protección alguna contra contactos directos, salvo para determinadas condiciones de influencias externas.*

La **corriente continua sin ondulación** es aquella en la que **el porcentaje de ondulación** no supera el **10% del valor eficaz**.

### **Requisitos particulares para las instalaciones a muy baja tensión de protección (MBTP)**

La protección contra los contactos directos debe quedar garantizada:

- *Por barreras o envolventes que presenten como mínimo un grado de protección IP2X; o IP XXB según UNE 20.324.*
- *Por un aislamiento que pueda soportar una tensión de 500 voltios durante un minuto. No obstante, no se requiere protección contra los contactos directos para equipos situados en el interior de un edificio en el cual las masas y los elementos conductores, simultáneamente accesibles, estén conectados a la misma toma de tierra y si la tensión nominal no es superior a:*

*25V eficaces en corriente alterna ó 60V en corriente continua sin ondulación, siempre y cuando el equipo se utilice únicamente en emplazamientos secos, y no se prevean contactos francos entre partes activas y el cuerpo humano o de un animal.*

*6V eficaces en corriente alterna ó 15V en corriente continua sin ondulación, en los demás casos.*

## 4.3 UNE 60204 Seguridad de máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas.

La **Norma UNE EN 60204** de **seguridad de máquinas** es una norma armonizada que viene a **desarrollar la parte de seguridad eléctrica** descrita en el Anexo I del RD 1215/97. Se editó en 1999.

Esta Norma **es de aplicación a todas las máquinas que disponen de equipo eléctrico** que son fabricadas actualmente siendo un documento de referencia muy útil si se entiende que los aspectos **puramente técnicos que se relacionan con la seguridad de las máquinas** es un valor que no depende de la legislación aplicable ni de su fecha de fabricación.



Es preciso tener en cuenta que los requisitos de seguridad no pueden alcanzarse únicamente con el cumplimiento de los meramente eléctricos, sino que **serán necesarias otras medidas complementarias** que surgirán a partir de la **evaluación de riesgos de la máquina o de la instalación considerada**.

La Norma tiene como finalidad el garantizar:

- *La seguridad de las personas y de los bienes*
- *La coherencia en las repuestas de los mandos*
- *La facilidad del mantenimiento*



La norma es **aplicable al equipo eléctrico / electrónico de las máquinas** industriales, y se excluyen específicamente los circuitos de potencia en los que la energía eléctrica se utiliza directamente como instrumento de trabajo (soldadura, electrolisis, generadores, etc...)



## **Conexiones de alimentación y dispositivos para la desconexión y seccionamiento**

- *Se deberá siempre que sea posible conexión directa a la red.*
- *Debe existir borne para el conductor de tierra marcado como tal.*
- *Obligatoriamente debe haber seccionamiento de la alimentación (debe existir interruptor general).*
- *Dispositivo de corte para evitar arranque intempestivo (consignación).*

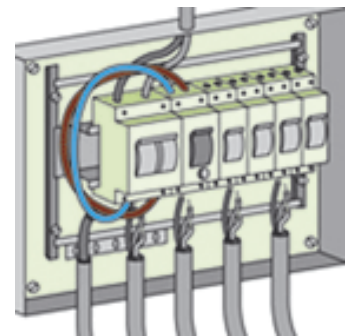


## Protección contra choques eléctricos

- Protección contra **contactos indirectos**: Envolventes / Aislantes.
- Protección contra **contactos indirectos**: Conexión a tierra / Diferenciales...
- Protección mediante la **utilización de muy baja tensión**: Baja potencia.

## Protección del equipo

- Protección contra **sobreintensidades**: tetrapolar, fusibles, int. Automáticos, etc...
- Protección contra **sobrecargas** en todos los motores mayores de 0,5 kw.
- Se deberán establecer **protecciones contra temperaturas** anormales (ventiladores,...)
- Protección contra **caída y posterior restablecimiento de la tensión**: Bobina de mínima tensión



## Conexiones equipotenciales ("tierra")

- Circuito **de protección equipotencial**: Borne, carcasas y cables de tierra.
- Conexiones al **circuito de protección** por razones funcionales.
- Conexión a un **potencial de referencia común**.

## Circuitos y funciones de mando

- Circuitos de **maniobra con transformador**, U--max de 250 V (con protecciones).
- **Funciones de maniobra**: define diferentes maniobras y estados de la máquina. En particular se definen las categorías de la función parada:
- **Categoría 0** : Parada por supresión inmediata de energía en los accionadores de la máquina (parada incontrolada)
- **Categoría 1** : Parada controlada, manteniendo energía en los accionadores de la máquina para obtener la parada de la máquina; y después corte de la energía a máquina parada.
- **Categoría 2** : Parada controlada con la energía disponible en los accionadores de la máquina (corte de la maniobra)
- **Bloqueos de protección**: limitar el riesgo en funcionamiento normal.
- **Funciones de maniobra** en el caso de fallo en el sistema de maniobra: tienen por función limitar el riesgo en caso de fallo en el sistema de maniobra.

## Interfase entre el operador y dispositivos de maniobra montados en al máquina.

- **Prescripciones generales**: accesibles y protegidos (no marcha involuntaria).
- **Pulsadores**: respetar códigos de colores y etiquetarse correctamente.
- **Indicadores luminosos y visualizadores**: respetar código de colores y etiquetarse correctamente.
- Los dispositivos de maniobra de elementos de **accionamiento rotativo** deben ir bien fijos.

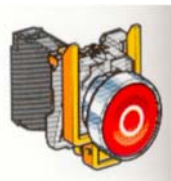


- Los **visualizadores deben estar bien visibles** para el operador.
- Los dispositivos de **parada de emergencia** deben ser siempre que sea posibles pulsadores tipo seta.



## Interfase maniobra

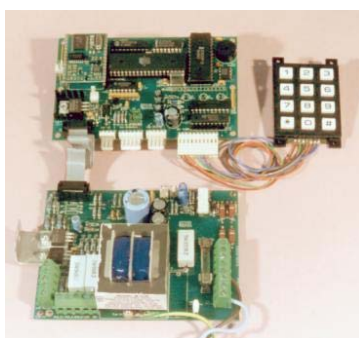
- **Interfase de entradas / salidas digitales:** prever conexiones de reserva.
- **Interfase de accionamiento con entradas analógicas:** separación entre mandos y accionamientos eléctricos.



- **Periféricos:** deben utilizarse según indicaciones del fabricante.
- **Comunicaciones:** según normas del CENELEC, CEI ó ISO.

## Equipos electrónicos

- **Requisitos básicos:** señalización del estado de entradas / salidas.
- **Equipo programable:** según norma CEI-1131.



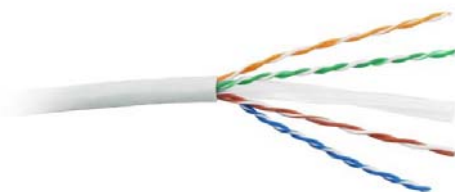
## Aparamenta de maniobra emplazamiento. Montaje y envolventes.

- **Prescripciones generales:** accesible, de fácil mantenimiento y protegida.
- **Emplazamiento / montaje:** fácil identificación. Mínimo protección IP-54.
- **Envolventes, puertas y aperturas:** resistentes a esfuerzos mecánicos y químicos.

## Cables y conductores

- **Prescripciones generales:** adecuados a las condiciones de utilización.
- **Conductores:** existen prescripciones sobre materiales y secciones.
- **Aislamientos:** deben ser adecuados para aguantar 2kv durante 5 minutos para tensiones superiores a 50 o 500 V para tensiones inferiores a 50 V.
- **Intensidad máxima admisible en servicio normal:** controlar temperaturas máximas.

- **Caída de tensión:** dentro de la máquina un máximo de un 5%.
- Especial atención a la **sección mínima del cable.**



- Las **conexiones** no deben aflojarse.
- Se **identificara los conductores con colores adecuados** según la función.
- Cableado dentro de las envolventes debe estar bien fijado.
- Especial **atención a las aristas vivas** en las canalizaciones, conexiones y cajas de conexión.

## Motores eléctricos y equipos asociados

- **Prescripciones generales:** según CEI 34-1. Deben disponer de protecciones.
- **Envolvente del motor:** según la utilización prevista, mínimo IP23.
- **Dimensiones de los motores:** según CEI 72-1 y CEI-72-2.
- El **montaje de los motores y sus compartimentos** se realizara teniendo en cuenta el **fácil mantenimiento** y que estén protegidos.
- Cada motor **debe llevar una placa** con sus características.

## Accesorios y alumbrado

- **Accesorios:** las tomas de corriente serán como máximo para 250 V y 16 A
- **Alumbrado local de la máquina y del equipo:** no se permite que el interruptor este instalado en el portalámparas. Hay que tener especial atención al efecto estroboscópico provocado por las lámparas de descarga.



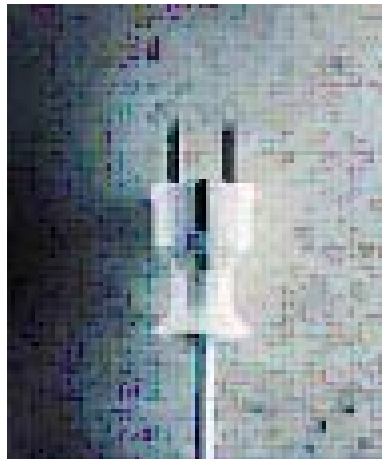
## Señales de advertencia y designación de elementos

- El equipo eléctrico debe **ir marcado e identificado**.
- Deben emplearse **señales de riesgo eléctrico en cuadros** y en otros puntos de la instalación con este riesgo.
- **Identificación funcional:** los dispositivos funcionales deben ir indicados.
- El **equipo de mando** debe estar correctamente identificado e etiquetado.
- **Todos los elementos** de la máquina deben estar **identificados**.

## Documentación técnica

- Prescripciones Generales.
- **Información básica:** suministro eléctrico, características, etc...
- Plano de la instalación si es necesario.
- Esquemas de **circuitos detallados y coherentes** con la documentación.
- Manual de **funcionamiento y mantenimiento**.
- **Lista de materiales** con características de cada elemento.

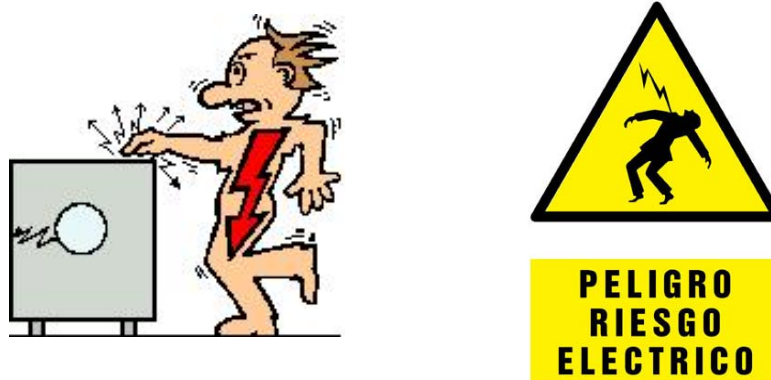
Es un documento muy completo, exhaustivo en lo técnico, e ilustrativo de los conceptos que deben conocer para todo lo relativo a la instalación eléctrica de las máquinas. Viene a proporcionar **una guía de “qué, cómo, dónde” aplicar los componentes eléctricos** sobre los equipos de trabajo (máquinas e instalaciones).





## 4.4 Real Decreto 614/2001 sobre riesgo eléctrico.

El objetivo de esta Norma es el de **actualizar la normativa aplicable a los trabajos con riesgo eléctrico** sustituyendo la legislación vigente por una regulación acorde con el nuevo marco legal de prevención de riesgos laborales, coherente con la normativa europea a que se ha hecho referencia y acorde con la realidad actual de las relaciones laborales.



### **Objeto, ámbito de aplicación y definiciones.**

El presente Real Decreto establece, en el marco de la **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las **disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico** en los lugares de trabajo.

Este Real Decreto se aplica a las **instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo** y a las **técnicas y procedimientos para trabajar en ellas**, o en sus proximidades.

## **Instalaciones eléctricas.**

El tipo de **instalación eléctrica** de un lugar de trabajo y las **características de sus componentes** deberán adaptarse a las **condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos** (receptores) que vayan a utilizarse.

Para ello deberán tenerse particularmente en cuenta factores tales como las **características conductoras del lugar del trabajo** (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), **la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos** y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

En los lugares de trabajo **sólo podrán utilizarse equipos eléctricos** para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante **sea compatible con el tipo de instalación eléctrica** que existente y los factores mencionados en el apartado anterior.



Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo **se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección** se controlará periódicamente, de acuerdo a las **instrucciones de sus fabricantes e instaladores**, si existen, y a la propia experiencia del explotador.

En cualquier caso, **las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo** y su uso y mantenimiento **deberán cumplir lo establecido en la reglamentación**

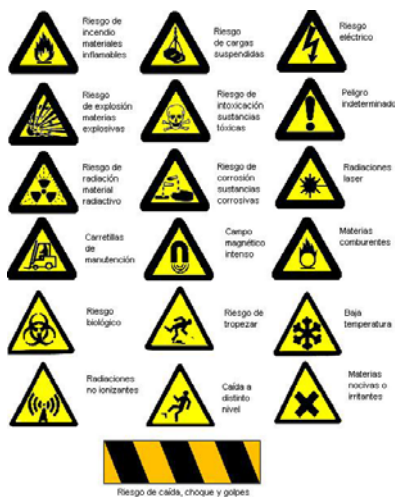
**electrotécnica**, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación >>

El empresario **deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica** en los lugares de trabajo **no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores** o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo



El Real Decreto **se extiende en las condiciones de seguridad y salud** que debe haber en **cualquier tipo de actividad de índole eléctrica** que se realice en el lugar de trabajo, manifestando que en caso de que no fuera así se deben realizar las adecuaciones necesarias a tal fin.

El RD recoge la **obligatoriedad de la formación e información a los trabajadores sobre el riesgo eléctrico y las medidas de protección y prevención.**



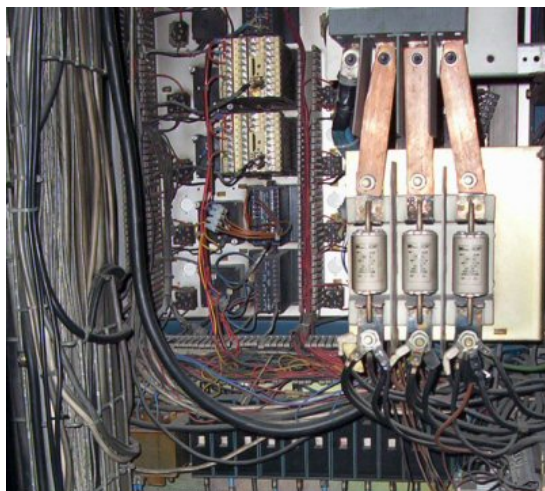
## 4.5 Desarrollo de prácticas y métodos de trabajo seguro

### Máquinas eléctricas

En este apartado se tratarán a las máquinas, que vienen a ser **los elementos receptores de la energía eléctrica** distribuida a través de las **instalaciones y cuadros eléctricos**, y lo que normalmente se ha entendido como **“equipo de trabajo”**, aunque no debe olvidarse que genéricamente en una máquina es posible encontrar los siguientes elementos relacionados con la electricidad:

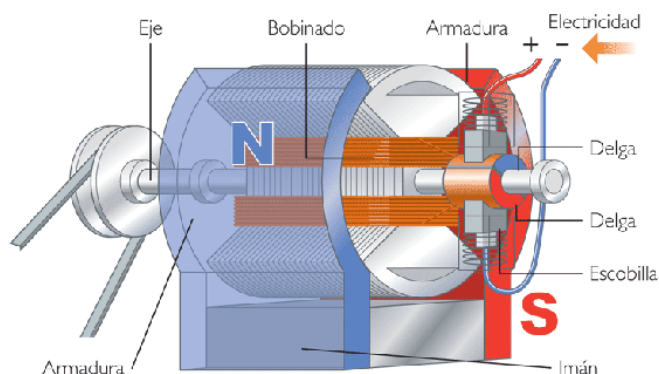
- *la acometida eléctrica*
- *el cuadro de control eléctrico*
- *la instalación de cableado y canalización eléctrica*
- *sensores y actuadores motores*

*Cuadro con peligro de contacto directo en pletinas*



Se vuelve a incidir en que según define el RD 1215:

*Equipo de trabajo: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.*



La electricidad actúa normalmente como **suministro principal energético** que pone en funcionamiento la máquina, **activando a veces otras fuentes de energía** como son:

- *hidráulica,*
- *neumática,*
- *mecánica.*

Por ello el correcto funcionamiento de los dispositivos de puesta en marcha eléctricos son garantía de que movimientos peligrosos de distintos componentes de la máquina serán evitados.

## **Circuitos eléctricos.**

Como se ha dicho **los circuitos eléctricos**, también identificados como las instalaciones eléctricas **son “equipos de trabajo”**.

Por lo tanto se deben aplicar los métodos de trabajo seguros según especifica la legislación vigente. La legislación más adecuada para conocer normas de

instalación y especificaciones técnicas de los cables eléctricos es el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión citado con anterioridad.

Los circuitos eléctricos **son las líneas de cableados destinadas al transporte y distribución de la energía eléctrica** por todas las dependencias de la empresa.

Esta distribución la realiza en el interior de canalizaciones de distintos tipos:

- *Tubos PVC flexible empotrados*
- *Tubos PVC rígido y metálicos de superficie*
- *Canales de PVC empotradas y de superficie*
- *Canales metálicas de superficie, y normalmente aéreas.*
- *Cajas de PVC y metálicas para derivación y empalme intermedias*

Los conductores parten de los cuadros eléctricos de protección y se dirigen por las canalizaciones a otros cuadros secundarios o incluso directamente a las máquinas y equipos receptores, aunque **normalmente estos equipos de trabajo suelen disponer de un cuadro o caja propia** para el conexionado de los conductores.

*Empalme incorrecto y al aire*



Suele considerarse a las **instalaciones eléctricas como un elemento que apenas necesita mantenimiento**. Esto **no es exacto**, pues el paso del tiempo y el uso mismo produce que las características constructivas se vayan deteriorando, provocadas por agentes internos o externos como:

- *el paso de la corriente nominal*
- *corrientes de cortocircuito soportadas*
- *exposición a los agentes ambientales*
  - a) *sol*
  - b) *humedad*
  - c) *polvo y suciedad*
  - d) *temperatura – calor y frío-*
  - e) *agua : goteras, inundaciones..*
  
- *desplazamientos y sollicitaciones mecánicas por trabajos de ampliación o mantenimiento.*

El trabajo en las instalaciones eléctricas ha de ser realizado exclusivamente por personal especializado, hasta para cambiara una lámpara. Toda empresa debe contar con los servicios de ***un instalador autorizado homologado*** como se ha comentado en el apartado de REBT

Así pues es preceptivo que la ***empresa cuente con instaladores autorizados.*** Se entiende que esta cualificación la pueden disponer parte del personal propio, o bien contratas externas que realicen o supervisen los trabajos de tipo eléctrico.

## ***Tomas de tierra***

La toma de tierra no deja de ser un circuito eléctrico cuya misión está muy ***ligada a una función de seguridad para los trabajadores y equipos de trabajo.***

El objeto de la toma de tierra es:

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de ***limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas,*** asegurar la ***actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería*** en los materiales eléctricos utilizados.



Detalle toma de tierra en cuadro



y se pretende conseguir la eliminación de tensiones peligrosas

Mediante **la instalación de puesta a tierra** se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno **no aparezcan diferencias de potencial peligrosas** y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

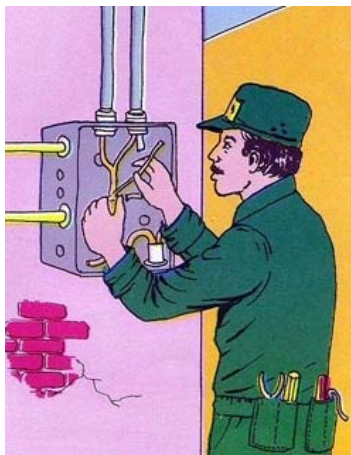
La cuestión de **puesta a tierra de los circuitos eléctricos, máquinas, receptores y cuadros eléctricos** es de suma importancia en la intención de lograr los **niveles de seguridad** frente al riesgo eléctrico pretendido y exigido por la legislación.

*Ha de aplicarse con rigor la ITC-BT 18 de instalaciones de puesta a tierra, la ITC – BT-24, para los esquemas aplicables en protección contra contactos directos e indirectos y la norma UNE 21022, la UNE 20460 respecto a las características de conductores y electrodos a emplear.*

Otro aspecto fundamental es **la revisión de las tomas de tierra**, que será realizada por **personal técnicamente competente** de forma periódica, **al menos una vez al año**, en la época en que el terreno esté más seco. Para ello **se medirá**



**la resistencia de tierra** y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.



## Cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos en el taller tienen unas **características propias** que hacen que sea oportuno el considerarlos como **elementos diferenciados**.

Su cometido es **alojar los elementos** de:

- *protección,*
- *mando,*
- *control*
- *potencia de los circuitos*
- *receptores eléctricos que controlan.*

La **protección** puede ser:

- a) *magnetotérmica*
- b) *diferencial.*

Los **elementos de mando y control** pueden ser:

- a) *autómatas programables*

- b) *contactores y relés*
- c) *reguladores de control específicos*

Los **elementos de potencia** pueden ser:

- a) *contactores de potencia*
- b) *variadores de frecuencia*
- c) *arrancadores suaves*
- d) *interruptores de Potencia*
- e) *seccionadores en carga*

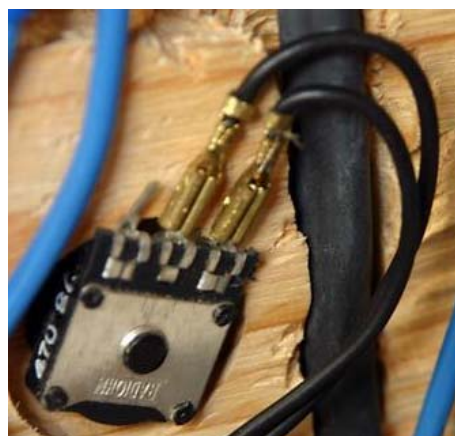
Los **cuadros eléctricos** pueden ser construidos con:

- a) *envolvente aislante*
- b) *envolvente metálica*

Los cuadros además disponen de otros elementos

- *bornas*
- *embarrado*
- *aisladores*
- *canalizaciones*
- *soportes*
- *pantallas aislantes*
- *señalizaciones*

- a) *de advertencia*
- b) *rotulaciones*
- c) *indicaciones de uso*



Es preciso **disponer de un plano de la empresa** con la ubicación de los cuadros eléctricos existentes, y la **descripción de cada uno de ellos** detallada. Es normal que los **cuadros sean accionados sin necesidad de abrir la puerta** de los mismos, ya que los elementos de mando y control operativos necesarios suelen

estar accesibles al exterior en forma de palancas, pulsadores o interruptores, además de poder visualizarse los datos necesarios mediante visualizadores, pantallas gráficas, lámparas y otros dispositivos de señalización de estado.

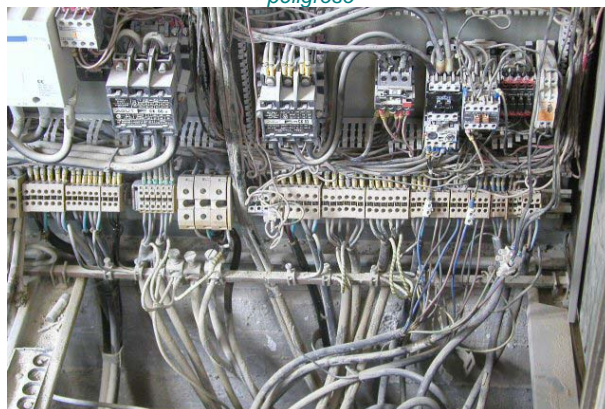
Algunos cuadros tienen funciones de mando para ***circuitos básicos como alumbrado, climatización, y su manejo operativo***, externo, es decir, sin abrir la puerta de cierre, puede ser realizado por personal con un mínimo de instrucción.

Pero lo más habitual es que para operar dentro de los cuadros, incluso para el accionamiento de algunas funciones diarias de importancia, ***lo realicen el personal técnico cualificado***, que no tiene porque ser el eléctrico propiamente dicho, sino incluso los propios operarios de los equipos de trabajo a los que se les habrá dado la formación adecuada y acreditada.



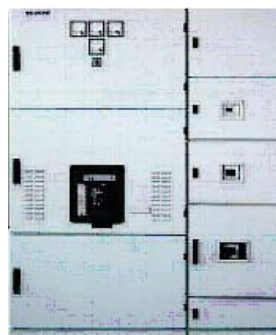
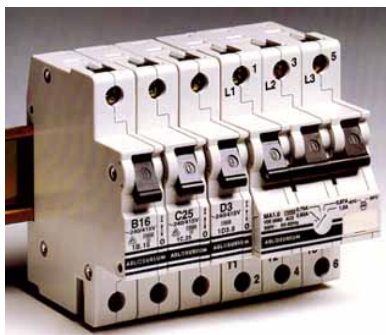
Los cuadros ***presentan problemas de envejecimiento y mantenimiento*** como el resto de equipos eléctricos: polvo, suciedad, humedad, grasa, intervenciones mal terminadas, calentamientos, averías...

*Detalle cuadro muy peligroso*



Es **necesario que estén dentro del plan de mantenimiento preventivo** de la empresa, al menos **una vez al año un repaso de los elementos fundamentales**, sobre todos de los que afectan al **control de la seguridad de los riesgos eléctricos**, como:

- *diferenciales,*
- *magnetotérmicos,*
- *tomas de tierra,*
- *niveles de aislamiento*
- *estado de apriete de las bornas.*



## **Receptores eléctricos**

Como receptores eléctricos **se pueden englobar todos aquellos que funcionan a partir del suministro de energía eléctrica**, que **no son máquinas puramente productivas**.

Se pueden asimilar:

- *lámparas de alumbrado*

- *aparatos de climatización: frío y calor*
- *calculadoras*
- *ordenadores*
- *fotocopiadoras*
- *instrumentación de laboratorio*
- *maquinaria de limpieza*



Estos equipos **incorporan un compartimiento para la conexión del cable de alimentación**. Este cable de alimentación suele venir incorporado al equipo y está homologado. Otras veces – caso de luminarias, calefactores...- **solo disponen de las bornas de conexión** a las que habrá que llegar con los conductores de alimentación.

En cualquier caso, todos **los circuitos están protegidos en origen contra sobrecargas y cortacircuitos eléctricos**, por un **interruptor magnetotérmico** y un **interruptor diferencial** que **protegen tanto a los trabajadores** que pudieran estar en contacto con los receptores **como, implícitamente, al propio receptor**.

Los receptores sufren desgaste por el uso, a veces se soluciona cambiando elementos fungibles – lámparas, fusibles...- y en otras ocasiones hay que reparar el equipo que se avería o sustituirlo por otro.

---

Como el resto de equipos de trabajo del taller, ***ha de establecerse un plan de revisión y de mantenimiento de los receptores eléctricos.***

## 4.6 Riesgos eléctricos.

La electricidad, además de los peligros directos que puede **originar electrocución** puede originar otros de modo no tan directo, como son el **calentamiento excesivo de conductores** que puede **dar lugar a incendios**, y el **accionamientos de otros modos de accionamiento**, como los sistemas **mecánicos, hidráulicos, neumáticos..**



A continuación se enumeran unos **conceptos básicos sobre los riesgos eléctricos** y actuaciones para evitarlos, para más adelante indicar pasajes completos de la reglamentación que se consideran de sumo interés exponer aquí.

- *Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.*
- *Todas las partes en tensión se localizan en armarios eléctricos debidamente protegidos y aislados. Los armarios deberán estar conveniente señalizados indicando peligro eléctrico y además su apertura se deberá realizara mediante una llave o herramienta. Dentro del armario*



*los puntos en tensión se protegerán con placas o envolventes de metacrilato.*



- *La puesta tierra de los materiales debe estar asegurada, salvo caso particular (aparatos de doble aislamiento, por ejemplo);*
- *Los conductores de protección deben presentar una buena continuidad eléctrica (conductores no cortados y conexiones fiables) y llevar doble coloración verde-amarilla.*
- *La toma de tierra del edificio debe estar realizada según el R.E.B.T. Su valor debe ser compatible con el umbral de los dispositivos diferenciales existentes.*
- *Los diferentes grupos de las máquinas deben estar conectados en paralelo al conductor de protección y no en serie.*
- *En cuadros de mando siempre que sea posible se utilizaran tensiones bajas.*
- *Se diferenciarán los distintos circuitos (tensiones diferentes).*
- *Todos cables y conductores del equipo deben tener un aislamiento y sección adecuada, según se especifica en norma.*
- *Todos los puntos deben estar perfectamente señalizados y referenciados. Todos los elementos deben estar etiquetados.*

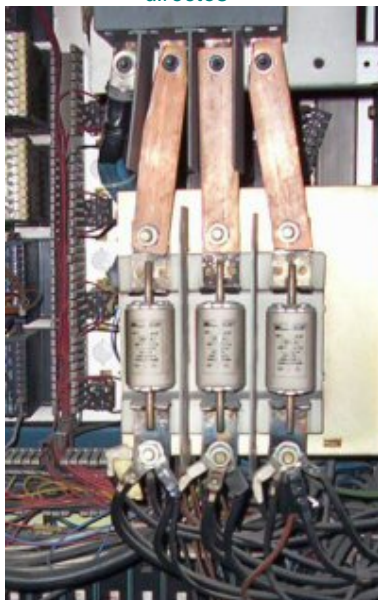


En cuanto a la documentación se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- *Debe quedar descrito correctamente la utilización de la máquina.*
- *Información básica (suministro eléctrico, características y transporte) completa..*
- *Plano de instalación.*
- *Se debe disponer de diagrama funcional del sistema.*
- *Esquema de circuitos completo.*
- *El manual de mantenimiento y funcionamiento de be estar completo y detallado.*

El equipo eléctrico **deberá estar convenientemente aislado y protegido** para **evitar contactos indirectos** según se especifica en el **Reglamento Electrotécnico de Baja de Tensión**.

*Peligro contactos directos*



Los trabajos **en instalaciones con tensiones de seguridad**, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las

intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido **deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos** cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

### **Evaluación de riesgos eléctricos.**

Los niveles de peligrosidad o clasificación del riesgo que puede producir todo **equipo de trabajo vienen definidos en la norma UNE EN 954-1 “partes de automatismos relevantes para la seguridad”**, con la cual se determina la categoría después de fijar el grado de riesgo, según los cuales se ejecutan los circuitos de seguridad.

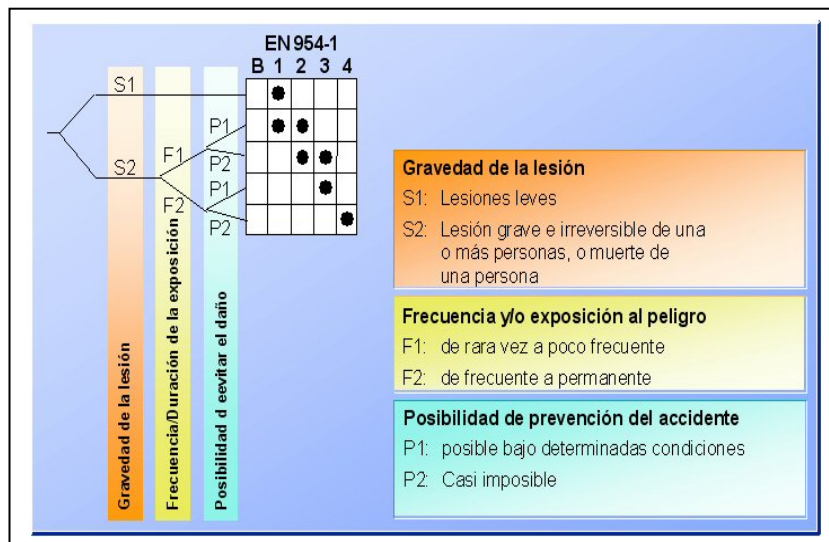
Esa categoría determina las exigencias al diseño de la instalación. **Existen cinco categorías** (B, 1, 2, 3 y 4), siendo **B la que describe el menor riesgo** y por lo tanto también las exigencias mínimas al mando.

**Esta categoría es genérica para cualquier máquina o equipo de trabajo**, pero por considerar es importante conocer su fundamento, se expone aquí para que sea aplicada también a cualquier tarea de tipo eléctrico.

*Como ejemplo, los trabajos de programación de un autómatas en un cuadro de control de una máquina, deben clasificarse conforme a la clasificación de riesgos y categorías que expone la norma.*



Cuadro que relaciona los riesgos y las categorías recomendadas (cuadro que figura en el anexo de la norma EN 954-1)



- **(Punto grande negro)**  
Categoría recomendada
- **(Punto grande blanco)** Medida sobredimensionada para el riesgo considerado
- **(Punto negro pequeño)**  
Categoría posible que requiere tomar medidas adicionales

Método práctico que permite recomendar una categoría para los elementos del sistema de mando en función de los factores previamente determinados: S, F, P

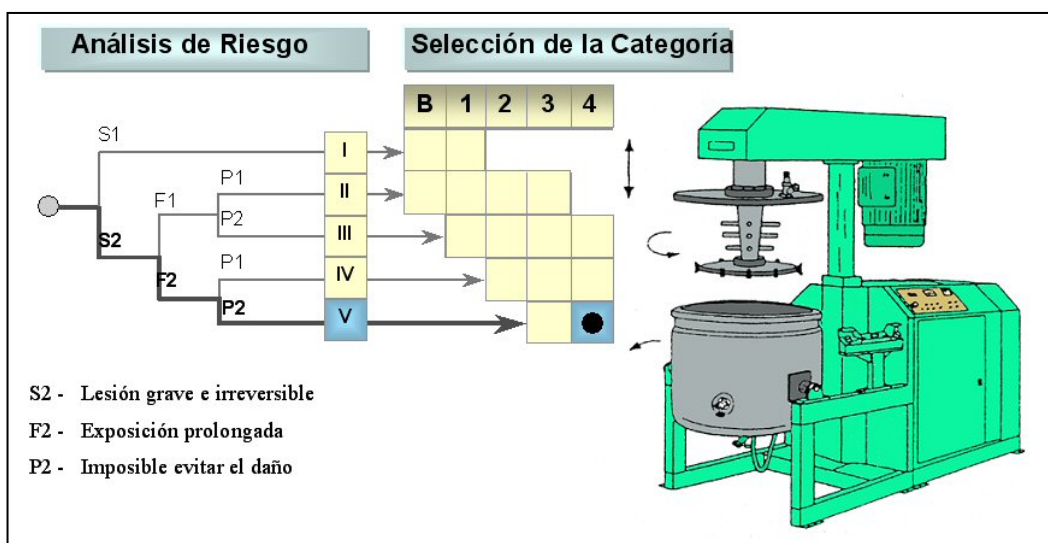
S	Resultado del accidente
S1	Lesión leve
S2	Lesión grave e irreversible o muerte de una persona

<b>F</b>	<b>Presencia en la Zona peligrosa</b>
<b>F1</b>	De escasa a bastante frecuente
<b>F2</b>	De frecuente a permanente

<b>P</b>	<b>Posibilidades de prevenir el accidente</b>
<b>P1</b>	Posible en determinadas circunstancias
<b>P2</b>	Casi imposible

Procedimiento práctico que permite:

- *Evaluar el nivel de un riesgo en una máquina, en función de factores previamente determinados: S, F, P*
- *Elegir una categoría de sistema de mando apropiada (categorías B, 1, 2, 3 ó 4)*



Para el análisis de los riesgos de las máquinas en cuanto a su instalación eléctrica y para la definición y aplicación de soluciones de los mismos se aplicarán las siguientes normas

- *UNE EN 1050, valoración de riesgos*
- *UNE EN 954-1 Partes de automatismos relevantes para la seguridad*
- *UNE EN 60204 seguridad de máquinas, equipo eléctrico de las máquinas.*
- *UNE-EN 292-2:1993, UNE-EN 1070, UNE- EN 418, UNE-EN 574, UNE – EN 1037, UNE- EN 1088, UNE-EN 953, UNE- EN 294...*

## Lista de chequeo

Esta lista pretende ser una **aproximación orientativa** sobre que puntos deberían estimarse en el análisis de un equipo de trabajo para verificar el cumplimiento de la normativa básica de seguridad eléctrica.

### Órganos de accionamiento

UNE-EN 60204/1 "Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1 requisitos generales".			
	SI	NO	No procede
1. Órganos de accionamiento visibles			
2. Están situados por encima de 0,6m de los niveles de servicio			
3. No hay posibilidad de ser dañados por actividades a desarrollar en entorno de la máquina			
4. No hay situación peligrosa del operario cuando desempeñe la labor de accionamiento			
5. No hay posibilidad de accionarlos de forma inadvertida			
6. Están indicados con señalización adecuada y claramente identificables			
7. Son accesibles durante el funcionamiento normal de la máquina			
8. Los colores son los normalizados según el apartado 10.2.1 de la norma UNE-EN 60204			

## Puesta en marcha

<b>UNE-EN 1037</b> “Seguridad de máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva”.			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>No procede</b>
1. La máquina tiene dispositivo destinado a permitir consignación			
2. En caso de no tener dispositivo de consignación, hay señalizaciones para impedir puesta en marcha intempestiva			
3. No hay posibilidad puesta en marcha inesperada , accionando otras máquinas o componentes deseados			
4. No hay posibilidad inicio de un movimiento en dirección contraria a la deseada			

## Parada de emergencia

<b>UNE-EN 1037</b> “Seguridad de máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva”.			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>No procede</b>
1. Priorizan las ordenes de parada a las de puesta en marcha			
2. Dispone de parada de emergencia con retención mecánica o accionado por llave			
3. Aunque se rearme la emergencia no reactiva automáticamente el proceso productivo y hace falta reactivarlo manualmente			
4. La máquina se mantiene parada mientras este activa la parada de emergencia			
5. Los resguardos móviles asociados a interruptores de seguridad producen parada si son abiertos durante proceso productivo			
6. Se acciona orden de parada cuando la persona accede a zona de riesgo protegida mediante dispositivo de protección			
<b>UNE-EN 60204/1</b> “Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1 requisitos generales”.			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>No procede</b>
1. Fácil accesibilidad a los dispositivos de emergencia			
2. Concordancia de colores de seta con apartado 10.7.4 de la norma			
<b>UNE-EN 418</b> “Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño”.			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>No procede</b>
1. Funciona según principio de acción mecánica positiva			
2. No son identificables órganos de parada			
3. Conocimiento por parte del operario de los efectos de la función de parada			
4. En alambre y cables utilizados como accionamientos hay			

* Flecha suficiente			
* Separación libre suficiente			
* Fuerza necesaria para accionar el mando			
* Visibilidad suficiente ( cable de color rojo)			

## Iluminación

UNE-EN 1837 "Seguridad de máquinas. Alumbrado integral en máquinas".			
	SI	NO	No procede
1. Dispone de iluminación suficiente para percibir detalles del trabajo en área visual durante el funcionamiento			
2. Dispone de iluminación suficiente para percibir detalles del trabajo en área visual durante el mantenimiento			
3. No existen periodos de deslumbramientos en área de trabajo			
4. No hay iluminación inadecuada por acumulación de suciedad			
5. No hay componentes lumínicos inadecuados			

## Separación de fuentes de energía

UNE-EN 60204/1 "Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1 requisitos generales".			
	SI	NO	No procede
1. Posee interruptor general de corte de energía eléctrica			
2. Si es pequeña la máquina al menos posee clavija de enchufe			
3. En las máquinas en las exista energía hidráulica y/o neumática se debe poseer sistema que evite riesgos debidos a inercias.			

## Riesgos eléctricos

UNE-EN 60204/1 "Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1 requisitos generales".			
	SI	NO	No procede
1. Existen protecciones para evitar contactos indirectos en cuadros			
2. Se utiliza tensión de 24V en cuadro			
3. Existe documentación de todos los esquemas eléctricos existentes			
4. Todos los puntos están numerados y etiquetados			
5. Existe protección contra fallos de aislamiento (conexión a tierra)			
6. Los distintos circuitos están separados (tensiones diferentes)			

## Señalización y documentación

<b>UNE-EN 61310/1</b> "Seguridad de máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1. Especificaciones para señales visuales audibles y móviles".			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>No procede</b>
1. Los órganos de accionamiento están debidamente indicados y adecuados			
2. Existen señales visuales suficientes para dar información adecuada de seguridad			
3. Las señales visuales están dentro del campo de visión del operario			
4. Posee señal acústica			
5. La señal acústica tiene volumen suficiente para ser audible			
6. La señal acústica no produce confusiones con otros ruidos o sonidos ambientales			
7. No faltan señales de prohibición			
8. No faltan señales de advertencia			
9. No faltan señales de colocación de EPI's			

<b>UNE-EN 292/2</b> "Seguridad de máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño . Parte II: Principios y especificaciones técnicas".			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>No procede</b>
1. Existe un Manual de instrucciones donde se especifica como realizar de manera segura las operaciones normales u ocasionales en la máquina:			
* Existen indicaciones de puesta en servicio de la máquina			
* Existen indicaciones relativas a características de la propia máquina			
* Existen indicaciones para el mantenimiento			
* Existen indicaciones para puesta fuera de servicio			
* Existe información para situaciones de emergencia			

## Riesgos de trabajos en altura

- Cuando los trabajos se realicen en alturas, la zona que quede debajo deberá acotarse con una señalización visible y adecuada. De no ser posible, la zona se protegerá con redes, lonas u otros medios que se consideren eficaces.
- Los operarios que trabajen en alturas estarán provistos de material de prevención suficiente para eliminar el riesgo de caídas (arneses, escaleras, andamios, plataformas de elevación, etc...)



- 
- *No se deben improvisar estructuras como plataformas de trabajo, han de utilizarse elementos homologados –andamios – o utilizarse plataformas elevadoras autopropulsadas con baterías.*
  - *Siempre se seguirán los preceptos normativos para trabajos en altura.*

## 4.7 Equipos de Protección Individual.

Considerando que en aplicación del criterio seguido en este manual de ser redundante e intensivo en la **repetición de conceptos** con el fin de que estos sean **consolidados en la práctica habitual de los trabajos**, es necesario insistir en los conceptos.

### ¿Qué es un EPI?

Se entenderá por EPI **cualquier dispositivo o medio** que vaya a llevar o del que vaya a **disponer una persona**, con el objetivo de que la **proteja contra uno o varios riesgos** que puedan **amenazar su salud y su seguridad**.

También se considerarán como EPI:

- *El conjunto formado por varios dispositivos o medios que el fabricante haya asociado de forma solidaria para proteger a una persona contra uno o varios riesgos que pueda correr simultáneamente.*
- *Un dispositivo o medio protector solidario, de forma dissociable, o no derogable, de un equipo individual no protector, que lleve o del que disponga una persona con el objetivo de realizar una actividad.*
- *Los componentes intercambiables de un EPI que sean indispensables para su funcionamiento correcto y se utilicen exclusivamente para dicho EPI.*

Respecto a los EPI's, conviene, de nuevo, recordar **Real Decreto 773/1997** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la **utilización por los trabajadores de equipos de protección individual**:

## Contenido de la información sobre la utilización de los EPIS

- El empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.
- Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones preferentemente por escrito sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.
- El manual de instrucciones o la documentación informativa facilitados por el fabricante estarán a disposición de los trabajadores.
- La información deberá ser comprensible para los trabajadores.
- La información debería comprender al menos los siguientes aspectos:
  - a) *El efecto que sobre su salud produce el riesgo y cómo puede presentarse; esto les permite entender las razones por las cuales deben utilizar EPI.*
  - b) *Cuáles son las partes del cuerpo o vías de entrada que se deben proteger.*
  - c) *El riesgo frente al que le protege y las limitaciones que un EPI presenta, con el fin de que no se vean expuestos a situaciones frente a las cuales el EPI no presenta garantías. La no explicación de éstas podría causar en el usuario del EPI una sensación de “falsa seguridad” que le indujese a creer que está completamente protegido.*
  - d) *Actividades u ocasiones en las que debe utilizar el EPI así como el conocimiento de sus limitaciones.*
  - e) *Utilización correcta, siguiendo instrucciones del fabricante y complementándolo cuando fuera necesario mediante carteles ilustrativos.*
  - f) *Mantenimiento del mismo como garantía de su eficacia.*
  - g) *Toda esta información deberá estar a disposición de los trabajadores, comprobando que la misma ha sido entendida por éstos.*

## Equipos de Protección Individual en los Trabajos eléctricos.

Una lista de EPI's habituales en los trabajos eléctricos puede ser la siguiente:

- *pantalla facial*

Pantalla facial  
Face visor



- *gafas protectoras*

Gafas protectoras  
Protective glasses



- *guantes*

- *guantes ignífugos*

Guantes ignífugos  
Fire-resistant gloves



- *guantes de protección mecánicos*

Guantes de protección mecánica  
Mechanical protection gloves



- o *guantes aislantes*



- o *calzado aislante*

Zapatillas aisladas  
Insulated shoes



- *escaleras aislantes*

Escalera de tijera de doble peldaño  
Double rungs stepladder



510 Escalera de tijera de doble peldaño  
Double rungs stepladder

Escalera extensible manual en dos tramos  
Two-section manual extension ladder



520 Escalera extensible manual en dos tramos  
Two-section manual extension ladder

- *losetas aislantes*

Losetas aislantes  
Insulating slabs



- *lámina aislante vinílica*

Tela vinílica  
Vinyl cloth



- *detector de tensión*

Comprobador baja tensión  
Low tension checker



- *herramientas aisladas*

CORTACABLES MANUALES  
CABLE CUTTERS



- *Arnés de seguridad*



## **Problemas que se originan en la implantación de EPIS**

Se definen tres:

- *problemas de eficacia*
- *problemas de adquisición*
- *problemas de utilización*

### **Problemas de eficacia**

Es un problema eminentemente técnico que se resuelve con la elección acertada de los elementos de protección, haciéndose esta elección atendiendo al trabajo a desarrollar y los riesgos específicos del mismo. En el caso de este manual deben ser seleccionados atendiendo a que cumpla perfectamente la función de proteger al usuario contra los riesgos eléctricos.

### **Problemas de adquisición**

Estos se resolverán siempre que se implique a la gerencia y los directivos de compras de la necesidad de adquirir los EPI's adecuados, anteponiendo a que en esa adquisición se antepongan los razonamientos orientados al cumplimiento de la legislación específica, a la calidad de los EPI's y sus suministradores, y a lo económico refiriéndose a su coste, pero no debe convertirse este factor en el principal motivo decisorio.

## ***Problemas de utilización***

Estos problemas se resuelven eligiendo un adecuado sistema de implantación, que pase por unas fases como:

- *identificación de necesidades*
- *determinación de características*
- *búsqueda de proveedores*
- *pruebas de uso*
- *implantación de los EPI's en los puestos de trabajo*

En esta última fase será la que marcará el éxito o fracaso de la selección, y para ello hay que ayudar a los trabajadores a la aceptación del uso del equipo, mediante explicaciones de su necesidad, instrucciones de colocación, de uso, de mantenimiento y conservación. De otro modo se puede producir un rechazo en la aceptación de los mismos y la necesidad de repetir el proceso hasta obtener esa aceptación.

## ***Adquisición y mantenimiento de EPI's***

Los EPI's son elementos "fundamentales" para la seguridad de los trabajadores.

***No deben ser adquiridos en base al precio***, sino a las prestaciones que ofrecen y a la conformidad de las normas que en definitiva viene a ser lo que garantiza esas prestaciones.

No obstante, el uso implica desgaste, y es forzado ***realizar un mantenimiento específico y detallado*** de estos elementos.

Los EPI's deben ***disponer de marcado CE***

En la práctica todos ellos ***vienen acompañados*** en el momento de la compra de un ***folleto informativo***, suministrado por el fabricante, que además de sus propios datos de identificación, ha de incluir otros datos como:

- *instrucciones de almacenamiento*



- a) *de uso*
  - b) *de limpieza*
  - c) *de mantenimiento*
  - d) *de limpieza y desinfección*
- *fecha de caducidad*

Es recomendable **llevar un “registro” del proceso** que se ha seguido para la compra de los equipos de protección individual, **implicando a los departamentos y responsables** como puede ser:

- *Técnico de prevención*
- *Jefe de mantenimiento*
- *Jefe de compras*
- *Responsable de calidad*

## **Ficha de registro de EPI's**

Es muy conveniente la **elaboración de una ficha de registro por cada equipo** de protección individual de la empresa, al menos los de un **uso especial para trabajos específicos como son los de mantenimiento. Se entiende que no puede ser para los de gran consumo y rotación como guantes, tapones...**

En esta ficha se hará para la totalidad de los EPI's de la empresa, distinguiendo:

- *EPI de consumo: los mencionados de gran rotación y consumo, gasto y deterioro rápido, como los guantes, tapones, gafas de protección ..*
- *EPI de servicio: serán los EPIS individualizados, y solo se referirá esta ficha a un solo elemento, conteniendo los datos completos de cada equipo que han sido definidos en los apartados anteriores.*

En todos ellos se definirán entre otros:

- *Puesto de trabajo donde se utilizan*

- *Obligatoriedad de uso, o recomendación según el puesto*
- *Código del equipo*
- *Proveedor*
- *Lugar de almacenamiento*
- *Fecha de adquisición*
- *Fecha de caducidad ( si procede)*
- *Persona o sección responsable del mantenimiento*

Los **tipos de EPI's** que se deben utilizar **serán definidos por el Servicio de Prevención de la empresa**, a partir de la evaluación de riesgos realizada.

El **registro de los EPI's** será elaborado por el Servicio de Prevención, y **mantenido por el técnico de seguridad de la empresa**. Todas modificaciones deberán ser notificadas y comentadas con el Servicio de Prevención. Los departamentos implicados en el uso, adquisición, conservación de los EPI's estarán implicados e informados del registro por el Servicio de Prevención.

Cuando un EPI llegue a un puesto de trabajo, el responsable del departamento receptor del EPI deberá comprobar:

- *El EPI que se utiliza es el que aparece en el Registro de EPI's.*
- *Se dispone del folleto informativo del fabricante.*

En cada puesto de trabajo en el que se utilice un EPI **deberá disponerse de la ficha informativa** de los riesgos del puesto, que incluirá los aspectos relativos a la utilización de los EPI's. Cada vez que se vaya a utilizar un nuevo EPI, o ante la **incorporación de un trabajador** al puesto, el **mando directo** de esa sección **informará** de las **condiciones de utilización, conservación**, etc. utilizando para ello aquella documentación

Los técnicos encargados de los trabajos eléctricos de la empresa deberán ser formados en el uso de los EPI's propios del puesto en cuanto a la forma de uso,

---

mantenimiento, conservación para lo cual también se realizará **una ficha propia de formación al personal en el uso de los EPI's**, que **deberá ser firmada** por cada operario.

El **Servicio de Prevención** de la empresa **deberá comprobar periódicamente** que la **norma se está siguiendo**, y si en algún caso se **produce un accidente o incidente relacionado con la utilización de los EPI's**, el Servicio de Prevención de la empresa verificará si el contenido de la evaluación es correcto, y si procede la implantación de otras medidas preventivas.

## 4.8 Señalización eléctrica específica

En este apartado se tratarán las **señales ópticas de seguridad** que deben **disponerse en los lugares de trabajo**, con especial atención en la **realización de los trabajos de tipo eléctrico**.

La señalización **es una técnica orientadora de tipo preventivo** que indica o advierte de la clase de riesgo existente.



Las **señales de seguridad en los centros y locales de trabajo están reguladas por el RD 1403/86**.

Los propios técnicos eléctricos han de cumplir con las observaciones de las señales de su lugar de trabajo, además de las relativas al contenido de su trabajo (**en el interior de cuadros eléctricos, centros de transformación, bandejas portacables, blindos barra...**) y además unas **particulares que se dispondrán en los propios equipos de trabajo**, o deberán llevar ellos a la zona en que trabajen, de modo que resulte recordatorio aleccionador para ellos o para otros trabajadores de los alrededores.

La **señalización de seguridad tiene como misión** llamar rápidamente la atención sobre los **objetos o situaciones que pueden provocar peligros**, así como para **indicar el emplazamiento** de dispositivos y equipos que **tengan importancia** desde el **punto de vista de seguridad en los centros y locales de trabajo**.

Según la **NTP 188 señales de seguridad para centros y locales de trabajo**

- *Las señales de Seguridad resultan de la combinación de formas geométricas y colores, a las que se les añade un símbolo o pictograma atribuyéndoseles un significado determinado en relación con la seguridad, el cual se quiere comunicar de una forma simple, rápida y de comprensión universal.*
- *A la hora de señalar se deberán tener en cuenta los siguientes principios:*
- *La correcta señalización resulta eficaz como técnica de seguridad, pero no debe olvidarse que por sí misma, nunca elimina el riesgo.*
- *La puesta en práctica del sistema de señalización de seguridad no dispensará, en ningún caso, de la adopción por los empresarios de las medidas de prevención que correspondan.*
- *A los trabajadores se les ha de dar la formación necesaria para que tengan un adecuado conocimiento del sistema de señalización.*

## **Clases de señales de seguridad**

Se clasifican en los siguientes grupos:

### **DE PROHIBICIÓN**

Prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro.

### **DE OBLIGACIÓN**

Obligan a un comportamiento determinado.

### **DE ADVERTENCIA**

Advierten de un peligro.

## DE INFORMACIÓN

Proporcionan una indicación de seguridad o de salvamento.

A modo de ejemplo gráfico:



Es conveniente realizar un cartel, o varios, con el total de ellas, para que sea llevado por los propios técnicos a la zona donde realicen los trabajos.

En todo caso, deben situarse en el recinto de trabajo donde forzosamente tengan que estar entre tareas, o cuando menos a la entrada del centro o lugar de trabajo.

## DE PROHIBICIÓN





## DE OBLIGACIÓN



## DE ADVERTENCIA



Debe tenerse muy en cuenta, y se insiste en la cuestión, que el número de señales a observar es más amplio, y **deben estar expuesta en los centros y lugares de trabajo**, así como las propias de cada equipo de trabajo que están junto al mismo, y han de ser consideradas por los **operarios de trabajos eléctricos que actúen en estos equipos y centros de trabajo**.

## 4.9 Requisitos técnicos para trabajos eléctricos

Se van a describir **muy esquemáticamente** unos medios **necesarios para la realización de estos trabajos** por el **personal propio de la empresa**.

En el caso de las contratatas externas han de ser los mismos, solicitando la acreditación de los mismos por escrito.

El esquema planteado sería el **completo para una empresa media entre 25 y 100 trabajadores**, pero por supuesto, cada una ha de adaptar a sus circunstancias en cuanto a cantidad de medios disponibles.

Puede darse el caso de que la **empresa cuente con una mínima parte** de los medios requeridos, aportando **los servicios externos los restantes**. En estos casos se debe reflejar en el plan de mantenimiento y en el plan de prevención, determinando que parte pone cada cual y que se verifican los requisitos definidos.

Para el caso de la cualificación de los medios humanos, la **formación requerida podrá ser sustituida** por una **experiencia equivalente y acreditada**.

### Medios humanos

- **Un jefe de mantenimiento eléctrico**
  - o Tendrá formación al menos de:
    - *Ingeniería Técnica Industrial (eléctrica)*
    - *Nivel intermedio en prevención de riesgos laborales*
  - o Una experiencia laboral de
    - *tres años en mantenimiento industrial*
    - *tres años en instalaciones eléctricas A.T. y B.T.*



- *Un oficial de primera electricista*
  - o Tendrá formación al menos de:
    - *Formación profesional ( o módulo) de 2º grado en electricidad*
    - *Nivel básico en prevención de riesgos laborales*
  - o Una experiencia laboral de
    - *cinco años en mantenimiento industrial e instalaciones eléctricas.*
  
- *Un oficial de segunda electricista*
  - o Tendrá formación al menos de:
    - *Formación profesional ( o módulo) de 1er grado en electricidad*
    - *Nivel básico en prevención de riesgos laborales*
  - o Una experiencia laboral de
    - *tres años en instalaciones eléctricas*
  
- *Un oficial de tercera electricista*
  - o Tendrá formación al menos de:
    - *Formación profesional ( o módulo) de 1er grado en electricidad*
    - *Nivel básico en prevención de riesgos laborales*
  - o Una experiencia laboral de
    - *un año en instalaciones eléctricas*

El **servicio de mantenimiento eléctrico de la empresa** ha de contar con la colaboración de otros departamentos para la realización de las tareas, como son:

- *oficina técnica*
- *ingeniería*
- *producción*
- *almacén*
- *administración*
- *recursos humanos*

La colaboración con estos departamentos **permite optimizar el dimensionamiento** del servicio técnico de mantenimiento eléctrico, **gestionando los flujos de información** que se producen y registrando adecuadamente esa información para la posterior gestión de consulta y seguimiento.



## Requisitos de equipamiento material

Se dispondrá como mínimo del siguiente material para los trabajos eléctricos.

### (ITC-BT-03)

- *Telurómetro;*
- *Medidor de aislamiento, según ITC MIE-BT 19;*
- *Multímetro, para las siguientes magnitudes:*



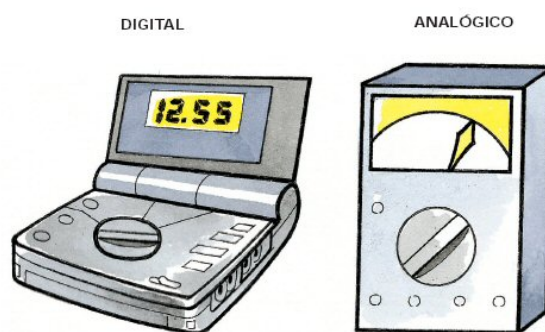
- *Tensión alterna y continua hasta 500 V;*
- *Intensidad alterna y continua hasta 20 A;*
- *Resistencia;*
- *Medidor de corrientes de fuga, con resolución mejor o igual que 1 mA;*
- *Detector de tensión;*
- *Analizador - registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica, con capacidad de medida de las siguientes magnitudes: potencia activa; tensión alterna; intensidad alterna; factor de potencia;*
- *Equipo verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales, capaz de verificar la característica intensidad - tiempo;*
- *Equipo verificador de la continuidad de conductores;*
- *Medidor de resistencias de bucle, con fuente propia de energía, con sistema de medición independiente del valor de la resistencia de los cables de prueba y con una resolución mejor o igual que 0,1  $\Omega$  ;*
- *Herramientas comunes y equipo auxiliar;*
- *Luxómetro con rango de medida adecuado para el alumbrado de emergencia.*
- *Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red;*
- *electrodos para la medida del aislamiento de los suelos;*

## ***Instrumentación básica***

Como mínimo se dispondrá de:

- *voltímetro*
- *pinza amperimétrica*
- *multímetro (tester) polivalente y de valor eficaz.*
- *medidor de tierra*
- *comprobador de tensiones electrónico*

Sin perjuicio de que se disponga un equipamiento más completo como el **analizador de redes**.



## Herramientas específicas

El jefe de mantenimiento dispondrá una lista de herramientas a llevar en una caja adecuada por cada técnico. Esta lista **debe ser revisada periódicamente** para comprobar la existencia de todas las herramientas que la componen. Los **operarios deben siempre justificar el deterioro o desaparición** de alguno de los elementos.

La **lista de herramientas será firmada por cada uno de los técnicos** en el momento de recibir el equipo.

Entre las herramientas habituales para los trabajos eléctricos se incluyen:

- *tijeras de electricista*
- *alicates con mango aislado*
- *juego de destornilladores*
- *juego de llaves allen*
- *llaves inglesas pequeña y mediana*
- *juego llaves de tubo y planas*
- *juego carracla y vasos*
- *linterna*

- *portátil con alimentación a 24 V*
- *cinta aislante*
- *alicate para colocar terminales*
- *pelacables*
- *otros...*



## **Mantenimiento del equipo**

- *El equipo completo de uso de los técnicos eléctricos será mantenido en perfecto estado y funcionamiento por los propios usuarios.*
- *Los aparatos de medición y testeo serán calibrados según indique el plan de calibración del sistema de calidad de la empresa, pero al menos una vez cada dos años.*
- *Los materiales que presenten deficiencias irreparables deben ser desechados y repuestos por otros nuevos. En ningún caso deben utilizarse para ninguna tarea.*
- *El jefe o encargado de mantenimiento será responsable de que los miembros de su equipo otorguen un trato correcto a las herramientas para conseguir una perfecta funcionalidad y mayor duración.*

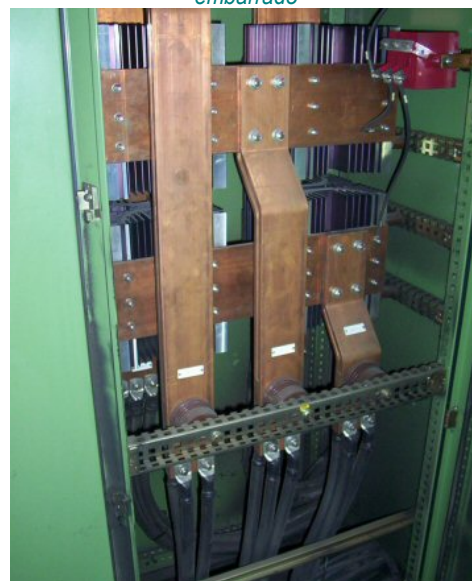
## 4.10 Deficiencias más comunes en instalaciones eléctricas.

Relacionamos una serie de las más habituales y por tipo de “equipo de trabajo”:

### Cuadros eléctricos

- *Partes en tensión no protegidas. Colocación de placas aislantes*
- *Avería en protecciones*
  - a) *fusibles*
  - b) *diferenciales*
  - c) *magnetotérmicos*
  - d) *relés de intensidad*
- *Canaletas de protección abiertas con cables al aire*
- *Puertas y envolventes metálicas sin conexión a tierra*
- *Falta de continuidad en las tierras*
- *Sustitución de equipos de control y potencia averiados:*
  - a) *Contactores*
  - b) *Variadores y arrancadores*
  - c) *Relés*
  - d) *Bornas*
  - e) *Interruptores*
  - f) *Placas de control electrónico*
  - g) *Autómatas programables y sus módulos*
- *Ampliaciones de equipamiento*
- *Traslado del cuadro*

*Peligro contacto directo en embarrado*



- *Mediciones eléctricas*
  - a) *consumos*
  - b) *tensiones*
  - c) *aislamientos*
  - d) *armónicos*
- *Sustitución de terminales en conductores*
- *Sustitución de conductores “recalentados”*

Cuadro fuera de normativa



## Circuitos eléctricos

- *Sustitución de equipamiento eléctrico*
  - a) *tomas de corriente*
  - b) *clavijas eléctricas*
  - c) *terminales*
  - d) *bornas de cajas derivación*
  - e) *canalizaciones (rejiband, canal PVC..)*
  - f) *interruptores, conmutadores*
- *Reparación de conductores*
- *Sustitución de terminales en conductores*
- *Separación de canalizaciones de comunicaciones de las de potencia*
- *Colocación de canalización para proteger conductores desnudos*
- *Otros...*

## Máquinas eléctricas

- *Intervención por averías en los cuadros de mando ( remitirse a los cuadros)*
- *Reposición de elementos de campo*
  - a) *fotocélulas*
  - b) *sensores*
  - c) *finales de carrera*





- *Intervención sobre motores eléctricos*
- *Sustitución de cableado*
- *Desmontar equipamiento eléctrico ante modificaciones estructurales de la máquina*
- *Instalación de protecciones*
  - a) *relés de seguridad*
  - b) *enclavamientos*
  - c) *barreras fotoeléctricas*
  - d) *alimentación a otros componentes*
- *Averías en los componentes mecánicos*
  - a) *centrales hidráulicas*
  - b) *sistemas neumáticos*
  - c) *motores eléctricos*

## **Receptores eléctricos**

- *Desgaste por uso*
- *Sustitución de componentes*
  - a) *lámparas*
  - b) *reactancias*
  - c) *interruptores*





- d) *envolventes*
- e) *conductores*
- f) *otros...*

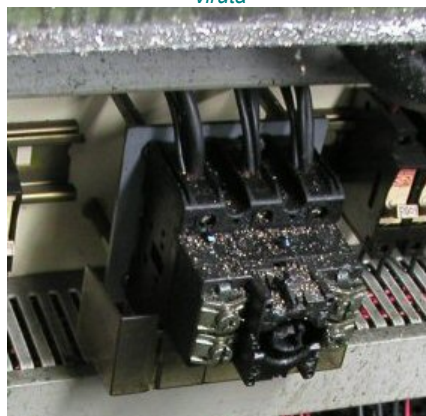
- *Averías en los cuadros de control de los receptores*

- a) *termostatos*
- b) *electroválvulas*
- c) *sondas temperatura, presión....*
- d) *interruptores magnetotérmicos*
- e) *diferenciales*

*Cuadro de centro de mecanizado con viruta metálica en su interior*



*Detalle viruta*



## 4.11 Verificaciones previas a la puesta en servicio

Las instalaciones eléctricas en baja **tensión serán verificadas, previamente** a su puesta en servicio y según corresponda **en función de sus características**.

El alcance de esta verificación se detalla en la **ITC-BT-19** y en la **Norma UNE 20460-6-61**, y comprende tanto la verificación por examen como la verificación mediante medidas eléctricas.

Adicionalmente otras instrucciones establecen verificaciones adicionales, como la **ITC-BT-18** para el caso de las puestas a tierra.

### Verificación por examen

Debe preceder a los ensayos y medidas, y normalmente se efectuará para el conjunto de la instalación estando ésta sin tensión.

Está destinada a comprobar:

- *Si el material eléctrico instalado permanentemente es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto o memoria técnica de diseño.*
- *Si el material ha sido elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante del material.*
- *Que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.*

En concreto los aspectos cualitativos que este tipo de verificación debe tener en cuenta son los siguientes:

- *La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos, como por ejemplo: el aislamiento de las partes activas, el empleo de envolventes , barreras, obstáculos o alejamiento de las partes en tensión.*
- *La existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo de aislamiento de las partes activas de la instalación, es decir, contactos indirectos. Dichas medidas pueden ser el uso de dispositivos de corte automático de la alimentación tales como interruptores de máxima corriente, fusibles, o diferenciales, la utilización de equipos y materiales de clase II, disposición de paredes y techos aislantes o alternativamente de conexiones equipotenciales en locales que no utilicen conductor de protección, etc.*
- *La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización.*
- *La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones que impidan la propagación del fuego, así como protecciones contra efectos térmicos.*
- *La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.*
- *La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.*
- *La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.*
- *La correcta ejecución de las conexiones de los conductores.*
- *La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.*

## **Verificaciones mediante medidas o ensayos.**

Las verificaciones descritas en la ITC-BT-19 e ITC-BT-18 son las siguientes:

- *Medida de continuidad de los conductores de protección.*
- *Medida de la resistencia de puesta a tierra.*
- *Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.*

- *Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.*
- *Medida de la rigidez dieléctrica.*

Adicionalmente hay que considerar otras medidas y comprobaciones que son necesarias para garantizar que se han adoptado convenientemente los requisitos de protección contra choques eléctricos:

- *Medida de las corrientes de fuga*
- *Medida de la impedancia de bucle.*
- *Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.*
- *Comprobación de la secuencia de fases.*

## **Resumen**

Las inspecciones las realizará un Organismo de Control autorizado, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Las inspecciones podrán ser:

- ***iniciales: antes de la puesta en servicio de las instalaciones, entre otras:***
  - a) *instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 KW;*
  - b) *Locales de pública concurrencia*
  - c) *Locales con riesgo de incendio o explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas*
  - d) *Locales mojados con potencia instaladas superior a 25 kw*
  - e) *Piscinas con potencia instalada superior a 10 kw*
  - f) *Quirófanos y salas de intervención*
  - g) *Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kw.*

- 
- **periódicas:** serán objeto de inspección periódica cada 5 años, todas las instalaciones eléctricas en baja tensión que precisaron inspección inicial, según el punto anterior ...En las inspecciones podrá asistir la empresa instaladora, si lo estima conveniente.

## Cuadro resumen:

<b>REVISIÓN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN</b>	
<b>Para las tomas a tierra</b>	<p>Revisión, al menos <b>anual</b>, en la época en la que el terreno esté más seco, realizada por personal técnicamente competente.</p> <p>Se repararán con carácter urgente los defectos encontrados (ITC-BT-18)</p>
<b>Para las instalaciones siguientes:</b>  Instalaciones industriales que precisen proyecto (según ITC-BT-04, punto 3) con una potencia instalada superior a 100 kW  Locales de Pública Concurrencia  Locales con riesgo de incendio o explosión, clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas  Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW  Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW  Quirófanos y salas de intervención  Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW	<p>Inspección inicial, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la comunidad autónoma, e inspección periódica <b>cada 5 años</b>.</p> <p>Realizadas por un «Organismo de Control» autorizado, el cual emitirá un «Certificado de Inspección. (ITC-BT-05)</p>