

# MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

# TITULOS MAQUINARIA



## PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

A través de este curso, adquirirás las herramientas necesarias para identificar los riesgos que se presentan al trabajar en el sector eléctrico y los conocimientos necesarios minimizar los daños que puedan ocurrir durante las labores de trabajo



**FÓRMATE EN TÍTULOS MAQUINARIA CON LOS CURSOS  
MÁS DEMANDADOS PARA COMENZAR UN NUEVO VIAJE  
EN TU FUTURO LABORAL**

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>QUÉ ES EL RIESGO ELÉCTRICO</b> .....	4
<b>EN QUÉ TAREAS SE PUEDE PRODUCIR RIESGO ELÉCTRICO</b> .....	4
<b>2. RECOMENDACIONES GENERALES</b> .....	5
<b>QUE HACER EN CASO DE AVERÍA</b> .....	8
<b>COMPRAS DE MATERIAL ELÉCTRICO</b> .....	8
<b>3. APARATOS ELÉCTRICOS DE USO NO TÉCNICO: INSTRUCCIONES PARA SU COMPRA, INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN</b> .....	8
<b>ÁMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	8
<b>REQUISITOS A OBSERVAR DE MANERA PREVIA A LA COMPRA, RECEPCIÓN DEL EQUIPO Y PUESTA EN SERVICIO</b> .....	9
<b>VERIFICACIONES EN LA CONEXIÓN Y OPERACIÓN DEL EQUIPO</b> .....	10
<b>VERIFICACIONES EN CASO DE MAL FUNCIONAMIENTO</b> .....	11
<b>4. RIESGO DE ELECTROCUCIÓN</b> .....	13
<b>QUE ES EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN</b> .....	13
<b>FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN</b> .....	14
<b>5. TIPOS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS</b> .....	15
<b>6. EFECTOS FÍSICOS DEL CHOQUE ELÉCTRICO</b> .....	16
<b>EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS</b> .....	16
<b>EFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS</b> .....	20
<b>7. PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO</b> .....	22
<b>ACCIDENTES POR BAJA TENSIÓN</b> .....	23
<b>ACCIDENTES POR ALTA TENSIÓN</b> .....	23
<b>8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN</b> .....	24
<b>CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS</b> .....	24
<b>CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS</b> .....	28
<b>REVISIÓN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN</b> .....	33
<b>9. ELECTRICIDAD ESTÁTICA</b> .....	34
<b>10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA TRABAJOS Y MANIOBRAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN</b> 35	
<b>TRABAJOS QUE SE REALICEN SIN TENSIÓN</b> .....	36
<b>11. MÉTODOS DE TRABAJO</b> .....	38
<b>12. FORMACIÓN DEL PERSONAL</b> .....	39

# 1. INTRODUCCIÓN

## QUÉ ES EL RIESGO ELÉCTRICO

Es aquel susceptible de ser producido por instalaciones eléctricas, partes de las mismas, y cualquier dispositivo eléctrico bajo tensión, con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución y quemaduras.



Riesgo eléctrico: riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

## EN QUÉ TAREAS SE PUEDE PRODUCIR RIESGO ELÉCTRICO

Cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de este tipo de instalaciones, reparación de aparatos eléctricos, utilización de aparellaje eléctrico en entornos para los cuales no ha sido diseñado el dispositivo (ambientes húmedos y/o mojados), etc.

Señalización de peligro aplicable a instalaciones eléctricas:



## 2. RECOMENDACIONES GENERALES

1. No deberá nunca manipularse ningún elemento eléctrico con las manos mojadas, en ambientes húmedos o mojados accidentalmente (por ejemplo, en caso de inundaciones) y siempre que estando en locales de características especiales (mojados, húmedos o de atmósfera pulverulenta) no se esté equipado de los medios de protección personal necesarios.



*En lugares mojados o metálicos utiliza solo aparatos eléctricos portátiles a pequeñas tensiones de seguridad.*

2. Para trabajar en instalaciones se deben tener en cuenta los siguientes principios:
  - Abrir todas las fuentes de tensión
  - Enclavar o bloquear, si es posible, todos los dispositivos de corte.
  - Comprobar la ausencia de tensión.
  - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
  - Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.
3. Deberá evitarse la utilización de bases múltiples, no utilice nunca ladrones.
4. No quitar nunca la puesta a tierra de los equipos e instalaciones.
5. No retirar nunca los recubrimientos o aislamientos de las partes activas de los sistemas.
6. No realizar nunca operaciones en líneas eléctricas, cuadros, centros de transformación o equipos eléctricos si no se posee la formación necesaria para ello.



*No realices trabajos eléctricos si no has sido capacitado y autorizado para ello.*

7. Mantener las distancias de seguridad con respecto a las líneas eléctricas.



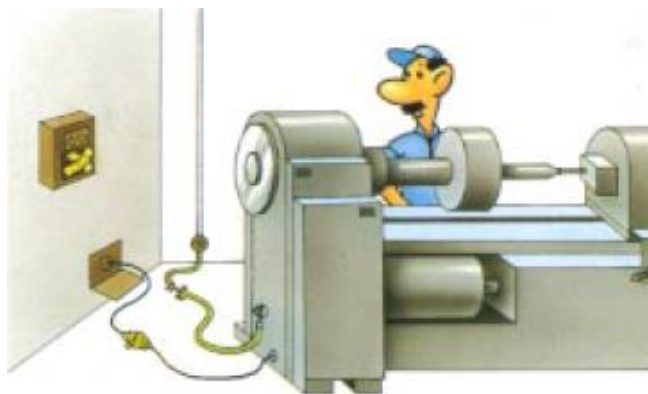
*Cuidado con las líneas eléctricas. Mantén la distancia de seguridad.*

8. En el caso de que sea imprescindible realizar trabajos en tensión deberán utilizarse los medios de protección adecuados y los Equipos de Protección Individual (EPI's) apropiados.



*Utiliza equipos y medios de protección personal normalizados.*

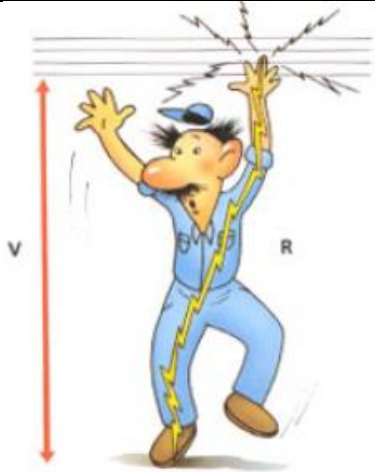
9. Vigilar que el entorno de trabajo sea seguro.



*Vigila que tu entorno sea seguro.*

Si debes trabajar en instalaciones eléctricas recuerda las cinco reglas de oro:

- Abrir todas las fuentes de tensión.
- Bloquear los aparatos de corte.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Evitar la exposición a la corriente eléctrica.

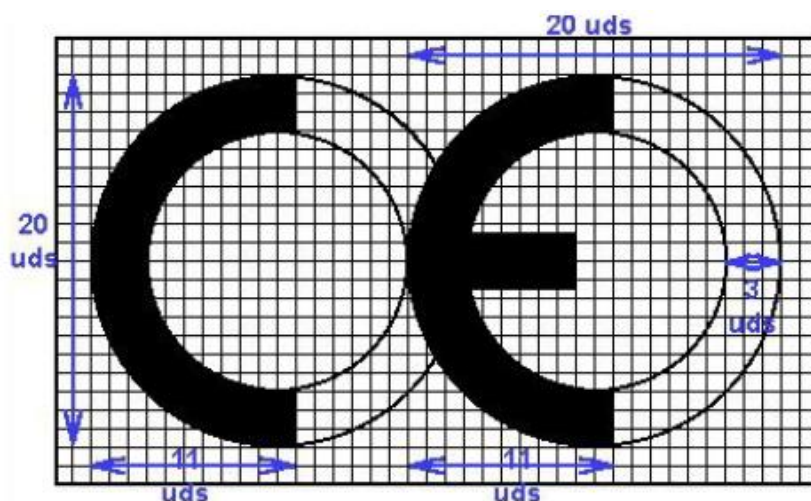
LA GRAVEDAD DEL EFECTO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA DEPENDE DE:	
INTENSIDAD DE LA CORRIENTE (Amperios)	
<p>Ley de Ohm:</p> $\text{Intensidad} = \frac{\text{Diferencia de potencial (V)}}{\text{Resistencia (R)}}$ <p><b><u>DIFERENCIA DE POTENCIAL O TENSIÓN</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja tensión hasta 1000 voltios en corriente alterna y hasta 1500 voltios en corriente continua.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seguridad: 24 y 50 voltios.</li> </ul> </li> <li>• Alta tensión (superior a 1.000 voltios en corriente alterna y superior a 1500 voltios en corriente continua).</li> </ul> <p><b><u>RESISTENCIA (Ohmios)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varía con las características físicas y psíquicas de la persona.</li> <li>• Depende de las circunstancias del contacto eléctrico, paso de la corriente por el corazón u otros órganos, tipo de calzado, humedad, etc.</li> </ul> <p><b>A MAYOR INTENSIDAD, MAYOR RIESGO</b></p>	
	<b>DURACIÓN DEL CONTACTO</b>
	<b>A MAYOR DURACIÓN DEL CONTACTO, MAYOR RIESGO</b>
FRECUENCIA DE LA CORRIENTE (Hercios)	
<b><u>CORRIENTE ALTERNA</u></b>	
Doméstica e industrial (50 Hz)	
<b><u>CORRIENTE ALTERNA ALTA FRECUENCIA</u></b>	
Radar, soldadura, medicina, etc. (hasta millones de Hz)	
<b><u>CORRIENTE CONTINUA</u></b>	
LA PELIGROSIDAD DISMINUYE AL AUMENTAR EL NÚMERO DE HERCIOS	

## QUE HACER EN CASO DE AVERÍA

En caso de avería de un equipo eléctrico o instalación eléctrica: debe quedar fuera de servicio, y tal condición advertida mediante señalización, o simplemente eliminando las partes del (la) misma que permitan su puesta en marcha, con el fin de evitar riesgos a usuarios del equipo que desconozcan cual es el verdadero estado del dispositivo o instalación. Las reparaciones de equipos de trabajo e instalaciones eléctricas deben ser llevadas a cabo exclusivamente por personal competente técnicamente y con experiencia suficiente.

## COMPRAS DE MATERIAL ELÉCTRICO

En el caso de que desee comprar un equipo eléctrico para realizar una actividad cualquiera, únicamente compre equipos que dispongan de marcado. Bajo ningún concepto adquiera el equipo si no cumple este requisito. No adquirir el equipo de no disponer además de un manual de instrucciones en castellano (el fabricante o el importador en la Unión Europea tienen la obligación legal de disponer del mismo) y de una “declaración CE de conformidad”.



Marcado CE

## 3. APARATOS ELÉCTRICOS DE USO NO TÉCNICO: INSTRUCCIONES PARA SU COMPRA, INSTALACIÓN Y UTILIZACIÓN

### ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es de aplicación a los aparatos electrodomésticos, equipos de iluminación, equipos de calefacción o climatización o similares de uso no técnico, entendiendo como tal uso los equipos eléctricos de trabajo y los de uso sanitario u otros que puedan estar sujetos a reglamentación específica.



Para los equipos en que se aplique este procedimiento, así como para las instalaciones o locales en que se usen, deberá respetarse lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y su Instrucciones Técnicas Complementarias.

## REQUISITOS A OBSERVAR DE MANERA PREVIA A LA COMPRA, RECEPCIÓN DEL EQUIPO Y PUESTA EN SERVICIO

Realice las siguientes actividades antes de comprar – recepcionar - instalar el equipo:

- El equipo debe disponer manual de instrucciones en castellano. Las instrucciones del equipo u otra documentación que le acompañe, deben leerse con atención, y archivar en un lugar apropiado que permita su consulta posterior. Conserve siempre el manual.
- equipo debe disponer de Marcado con las siglas CE, que garantiza el cumplimiento de las normas de seguridad en vigor. En ocasiones (equipos de pequeño tamaño), el marcado puede figurar en el manual de instrucciones o en otra documentación técnica que acompañe al equipo.
- Deben respetarse "a rajatabla" las instrucciones del manual relativas a aspectos de seguridad: indicaciones de peligros, riesgos, advertencias, etc.
- Deben respetarse las instrucciones del manual relativas a su instalación y conexión. En particular debe verificarse la potencia máxima del aparato, la necesidad de conectarlo a una toma eléctrica que disponga de toma de tierra (conductor de protección) y la tensión de trabajo del equipo. La potencia del aparato y la tensión de alimentación pueden figurar, además de en la documentación o el manual de instrucciones, gravadas en el propio equipo o en alguna placa identificativa junto al nombre del fabricante.
- La instalación eléctrica del local debe disponer de los mecanismos de protección adecuados, y haber sido realizada por un instalador autorizado, sin que se hayan realizado modificaciones posteriores por parte de personal no cualificado (consultar a este respecto lo indicado en el último apartado).
- Existen algunos locales especiales en los que la instalación eléctrica y los aparatos conectados a la misma pueden requerir condiciones especiales de instalación o de funcionamiento. Entre esos casos se encuentran los siguientes:
  - Establecimientos sanitarios y quirófanos.
  - Locales con riesgo de incendio o explosión.
  - Locales húmedos o mojados.
  - Locales con riesgos de corrosión.
  - Locales a temperatura elevada (si su temperatura es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40°C o se mantiene permanentemente por encima de 35°C).
  - Locales a muy baja temperatura (donde puedan presentarse o mantenerse temperaturas ambientales inferiores a -20°C).
  - Locales en los que existan baterías de acumuladores.
  - Instalaciones afectas a un servicio eléctrico.
  - Estaciones de servicio, garajes y talleres de reparación de vehículos.

Si se presenta uno de estos casos debe consultarse a un instalador autorizado o a un técnico competente en la materia, con el fin de cumplir lo indicado para estos casos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, o bien verificar en la documentación o el manual del equipo su idoneidad para el uso en el local en que se va a instalar.

## VERIFICACIONES EN LA CONEXIÓN Y OPERACIÓN DEL EQUIPO

Los equipos que requieran una toma de corriente con toma de tierra, deben conectarse siempre a una toma de estas características. Jamás deben conectarse a alargadores, prolongadores, adaptadores o tomas múltiples en que no se mantenga la continuidad de esta toma de tierra.



*Enchufe con toma de tierra (cable amarillo y verde)*



*Enchufe sin toma de tierra*

**NOTA:** Para verificar la necesidad de disponer de toma de tierra en la instalación, puede consultarse el manual de operación y la documentación del equipo, o bien puede examinarse la clavija o enchufe de su cable de conexión. Si además de los dos bornes de conexión, existe un tercer borne o unas lengüetas metálicas en el borde del enchufe, es que necesitan conectarse a una toma de corriente provista de conductor de protección. En determinados equipos en los que el cable de conexión no está fijado al mismo (es habitual por ejemplo en los ordenadores), la necesidad de disponer de puesta a tierra viene indicada porque el enchufe hembra de conexión de cable al equipo tiene tres alojamientos. Es especialmente peligroso la conexión a

una toma eléctrica sin conductor de protección de equipos con carcasas metálicas o partes metálicas accesibles (por ejemplo, frigoríficos, lavadoras, hornos, aparatos de calefacción).

Debe verificarse que la tensión de funcionamiento del equipo sea la misma que la de nuestra instalación.

**NOTA:** Algunos equipos disponen de un mecanismo que permite cambiar su tensión de funcionamiento para adecuarla a la de la instalación, mediante un mando rotativo, deslizante o similar. Aunque en la actualidad la mayor parte de las instalaciones eléctricas son de una tensión nominal de 220 voltios en corriente alterna, es posible que alguna instalación antigua sea de menor tensión (127 voltios). No es recomendable la utilización de transformadores intermedios de adaptación de tensión.

No deben conectarse muchos equipos, en especial si son de cierta potencia, a prolongadores eléctricos o tomas múltiples, a menos que tengamos garantía de que éstos soportan la totalidad de la potencia conectada a los mismos; existe peligro de que estos elementos auxiliares sufran un calentamiento excesivo, e incluso riesgo de incendio. En caso necesario se repartirá la conexión de los equipos entre varias tomas eléctricas fijas.



*Excesivas conexiones*

Es recomendable no situar equipos eléctricos dentro de zonas en que exista riesgo de proyección de agua, tales como lavabos o fregaderos, y se prohíbe su instalación dentro del volumen vertical que incluye a bañeras o duchas.

## VERIFICACIONES EN CASO DE MAL FUNCIONAMIENTO

Si al conectar uno o varios equipos, o después de un periodo de funcionamiento más o menos prolongado, se produce un corte de la energía de la toma y la desconexión de uno de los interruptores magnetotérmicos de protección de la instalación (consultar el último apartado), es probablemente debido a que se ha conectado un exceso de potencia en el circuito eléctrico. En ese caso, debe evitarse el funcionamiento simultánea de varios equipos, repartir la carga de los mismos sobre varios circuitos de la instalación eléctrica o cambiar la conexión de los equipos al circuito de más potencia. Si aun así se produce la desconexión, nunca deben eliminarse, puentearse o fijarse los interruptores de protección para evitar su desconexión. Si el corte se

produce con un solo equipo conectado de no demasiada potencia, es posiblemente debido a que se haya averiado el mismo. Si el equipo es muy potente o se produce el corte al conectar varios equipos, es posible que nuestra instalación no pueda suministrar tanta potencia como la exigida; en ese caso deben conectarse pocos equipos simultáneamente o solicitar a la compañía suministradora un aumento de la potencia instalada.



*Magnetotérmico*

Si al conectar o mantener en funcionamiento un equipo se produce un corte de energía eléctrica debido a la desconexión del interruptor diferencial de la instalación (consultar el último apartado), es posiblemente debido a una avería de uno de nuestros equipos, en el que ha podido producirse una deriva de corriente. En este caso deben desconectarse uno a uno los equipos, hasta localizar cuál de ellos provoca el corte de corriente, solicitando una revisión o reparación del mismo.

Si el equipo dispone de fusibles de protección propios, y éstos se funden, se sustituirán los mismos, y, en el caso de que vuelvan a fundirse de manera inmediata, es probablemente debido a una avería del equipo. Nunca deben sustituirse los fusibles con otros de mayor intensidad (marcada en amperios) o puentearse los mismos.

En ningún caso el usuario debe abrir los equipos eléctricos, realizar reparaciones en los mismos u operaciones de mantenimiento (por ejemplo, cambio de fusibles), sin haber desconectado completamente los mismos de la red eléctrica. No basta con actuar sobre sus interruptores de puesta en marcha, es necesario siempre desconectar la toma eléctrica o desconectar la instalación eléctrica general. Es preferible siempre que las reparaciones u operaciones de mantenimiento sean realizadas por personal cualificado.

La instalación eléctrica debe haber sido realizada por un instalador autorizado, sin que se hayan realizado reformas o modificaciones de la misma por parte de personal no cualificado. La instalación eléctrica del local donde va a instalarse el equipo dispone de los sistemas de seguridad pertinentes, así debe disponer de circuitos independientes (circuito de alumbrado, de potencia, etc.), protegidos por interruptores magnetotérmicos y de un interruptor diferencial; normalmente estos equipos se encuentran en un pequeño armario empotrado en la pared o adosado a la misma. Deben disponer de conductor de protección (toma de tierra), al menos en los circuitos de potencia.

Los interruptores magnetotérmicos protegen nuestra instalación de cortocircuitos, exceso de potencia conectada o ciertas averías de los equipos. Normalmente tienen forma de palanca, que se acciona verticalmente. Cuando se produce su desconexión, la palanca se queda en posición baja, siendo necesario subirla manualmente para volver a conectar la instalación eléctrica. También pueden ser desarmados manualmente con el fin de desconectar la energía eléctrica, para realizar reparaciones o por otros motivos.

El interruptor diferencial protege nuestra instalación y a sus usuarios de derivas eléctricas y fugas de corriente. Es un mecanismo de seguridad de la mayor importancia, pues actúa en caso de que accidentalmente se produzca un paso de corriente a través del cuerpo humano, desde nuestra instalación o desde un aparato conectado a la misma, hasta tierra. Disponen de un botón de prueba, que sirve para verificar su funcionamiento (se produce su desconexión al pulsarlo) y para provocar la desconexión voluntaria de la instalación; además suele disponer de una palanca giratoria de desconexión y conexión.

En ocasiones se instalan mecanismos de protección que engloban el interruptor diferencial y un interruptor magnetotérmico.



*Interruptor diferencial*

En locales con instalaciones eléctricas antiguas (anteriores a la aprobación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión), es posible que falten uno o varios de estos mecanismos de protección. Como mínimo la instalación debe disponer de interruptor magnetotérmico general para el corte de toda la instalación y de interruptor diferencial de protección; si no dispone de éstos, debe solicitarse su instalación a un técnico competente. También puede instalarse un interruptor que reúna en una sola unidad ambos dispositivos.

## 4. RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

### QUE ES EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

El riesgo de electrocución para las personas se puede definir como la "posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano".

Así, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- a) Para que exista posibilidad de circulación de corriente eléctrica es necesario:
  - Que exista un circuito eléctrico formado por elementos conductores
  - Que el circuito esté cerrado o pueda cerrarse
  - Que en el circuito exista una diferencia de potencial mayor que cero

- b) Para que exista posibilidad de circulación de corriente por el cuerpo humano es necesario:
- Que el cuerpo humano sea conductor. El cuerpo humano, si no está aislado, es conductor debido a los líquidos que contiene (sangre, linfa, etc.)
  - Que el cuerpo humano forme parte del circuito.
  - Que exista entre los puntos de "entrada" y "salida" del cuerpo humano una diferencia de potencial mayor que cero.

Cuando estos requisitos se cumplan, se podrá afirmar que existe o puede existir riesgo de electrocución.

## FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

Los efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano vendrán determinados por los siguientes factores:

- **Valor de la intensidad que circula por el circuito de defecto:** Los valores de intensidad no son constantes puesto que dependen de cada persona y del tipo de corriente, por ello se definen como valores estadísticos de forma que sean válidos para un determinado porcentaje de la población normal.
- **Resistencia eléctrica del cuerpo humano:** Además de la resistencia de contacto de la piel (entre 100 y 500 W), debemos tener en cuenta la resistencia que presentan los tejidos al paso de la corriente eléctrica, con lo que el valor medio de referencia está alrededor de los 1000 W; pero no hay que olvidar que la resistencia del cuerpo depende en gran medida del grado de humedad de la piel.
- **Resistencia del circuito de defecto:** Es variable, dependiendo de las circunstancias de cada uno de los casos de defecto, pudiendo llegar a ser nula en caso de contacto directo.
- **Voltaje o tensión:** La resistencia del cuerpo humano varía según la tensión aplicada y según se encuentre en un local seco o mojado. Así el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión fija unos valores de tensión de seguridad (tanto para corriente alterna como para continua) de 24 V para locales mojados y de 50 V para locales secos a la frecuencia de 50 Hz.
- **Tipo de corriente (alterna o continua):** La corriente continua actúa por calentamiento, aunque puede ocasionar un efecto electrolítico en el organismo que puede generar riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre; en cuanto a la corriente alterna, la superposición de la frecuencia al ritmo nervioso y circulatorio produce una alteración que se traduce en espasmos, sacudidas y ritmo desordenado del corazón (fibrilación ventricular).
- **Frecuencia:** Las altas frecuencias son menos peligrosas que las bajas, llegando a ser prácticamente inofensivas para valores superiores a 100000 Hz (produciendo sólo efectos de calentamiento sin ninguna influencia nerviosa), mientras que para 10000 Hz la peligrosidad es similar a la corriente continua.
- **Tiempo de contacto:** Este factor condiciona la gravedad de las consecuencias del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano junto con el valor de la intensidad y el recorrido de la misma a través del individuo. Es tal la importancia del tiempo de contacto que no se puede hablar del factor intensidad sin referenciar el tiempo de contacto.

Curvas de seguridad:

- Zona 1: Zona de seguridad. Independiente del tiempo de contacto.
  - Zona 2: Habitualmente no se detecta ningún efecto fisiopatológico en esta zona.
  - Zonas 3 y 4: En ellas existe riesgo para el individuo, por tanto, no son zonas de seguridad. Pueden darse efectos fisiopatológicos con mayor o menor probabilidad en función de las variables intensidad y tiempo.
- **Recorrido de la corriente a través del cuerpo:** Los efectos de la electricidad son menos graves cuando la corriente no pasa a través de los centros nerviosos y órganos vitales ni cerca de ellos (bulbo, cerebelo, caja torácica y corazón). En la mayoría de los accidentes eléctricos la corriente circula desde las manos a los pies. Debido a que en este camino se encuentran los pulmones y el corazón, los resultados de dichos accidentes son normalmente graves. Los dobles contactos mano derecha- pie izquierdo (o inversamente), mano- mano, mano- cabeza son particularmente peligrosos. Si el trayecto de la corriente se sitúa entre dos puntos de un mismo miembro, las consecuencias del accidente eléctrico serán menores.

## 5. TIPOS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Los accidentes eléctricos se clasifican en:

- **Directos:** Provocados por la corriente derivada de su trayectoria normal al circular por el cuerpo, es decir, es el choque eléctrico y sus consecuencias inmediatas. Puede producir las siguientes alteraciones funcionales:
  - Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
  - Asfixia- paro respiratorio.
  - Tetanización muscular.
- **Indirectos:** No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a:
  - Afectados por golpes contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente, que, si bien por él mismo a veces no pasa de ocasionar un susto o una sensación desagradable, sin embargo, sí puede producir una pérdida de equilibrio con la consiguiente caída al mismo nivel o a distinto nivel y el peligro de lesiones, fracturas o golpes con objetos móviles o inmóviles que pueden incluso llegar a producir la muerte.
  - Quemaduras de la víctima debidas al arco eléctrico. La gravedad de las mismas puede abarcar la gama del primer al tercer grado y viene condicionada por los dos factores siguientes:
    - La superficie corporal afectada.
    - La profundidad de las lesiones.

Para que una persona se vea sometida a los efectos de un choque eléctrico, su cuerpo, mediante un doble contacto, debe poner en conexión dos puntos de distinto potencial eléctrico.

Este cierre de circuito puede efectuarse:

- Bien porque se cortocircuitan dos conductores activos (fase y fase o fase y neutro), asimilándose a la conexión de un receptor.
- Bien porque se puentean conductores activos y tierra, sea por contacto directo con un conductor activo o a través de una masa sometida a tensión por un defecto de aislamiento.
- Bien porque el cuerpo queda sometido a la diferencia de potencial existente entre dos masas o elementos conductores sometidos a potenciales distintos.

La intensidad de contacto vendrá determinada por la relación entre la tensión de contacto (tensión compuesta o de línea, simple o de fase o la tensión de contacto que produzca el defecto) y la (resistencia) impedancia de cierre del defecto (resistencia corporal o del circuito de defecto). La tensión de contacto puede ser efectiva y supuesta.

La tensión de contacto efectiva es la tensión entre dos partes conductoras tocadas simultáneamente por una persona y puede verse sensiblemente afectada por la resistencia (impedancia) de la persona en contacto con esas partes conductoras.

La tensión de contacto supuesta es la tensión que aparece entre las partes conductoras simultáneamente.

La intensidad o corriente de contacto es la corriente que pasa a través del cuerpo humano cuando está sometido a la tensión de contacto.

El contacto en el circuito eléctrico en tensión se puede producir de dos formas: directo o indirecto.

## 6. EFECTOS FÍSICOS DEL CHOQUE ELÉCTRICO

### EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS

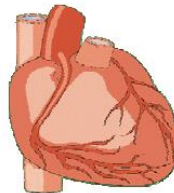
Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica para una misma intensidad pueden producirse lesiones graves, tales como: asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico, tales como caídas de altura, golpes, etc., cuya aparición tiene lugar dependiendo de los valores t-Ic.



**Tabla 1.- Efectos sobre el organismo de la intensidad.**

INTENSIDAD (mA)				EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO
c.c.		c.a. (50Hz)		
HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER	
1	0.6	0.4	0.3	Ninguna sensación
5.2	3.5	1.1	0.7	Umbral de percepción
76	51	16	10.5	Umbral de intensidad límite
90	60	23	15	Choque doloroso y grave (contracción muscular y dificultad respiratoria)
200	170	50	35	Principio de fibrilación ventricular
1300	1300	1000	1000	Fibrilación ventricular posible en choques cortos: Corta duración (hasta 0.03 segundos)
500	500	100	100	Fibrilación ventricular posible en choques cortos: Duración 3 segundos

- **Paro cardíaco:** Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardíaca.



*Corazón*

- **Asfixia:** Se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax. el choque eléctrico tetaniza el diafragma torácico y como consecuencia de ello los pulmones no tienen capacidad para aceptar aire ni para expulsarlo. Este efecto se produce a partir de 25-30 mA.



*Asfixia*

- **Quemaduras:** Internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo por Efecto Joule o por la proximidad al arco eléctrico. Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos), y las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos.

La considerable energía disipada por efecto Joule, puede provocar la coagulación irreversible de las células de los músculos estriados e incluso la carbonización de las mismas.



*Quemadura eléctrica*

- **Tetanización:** O contracción muscular. Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto (los músculos de las manos y los brazos se contraen sin poder relajarse). Normalmente este efecto se produce cuando se superan los 10 mA.



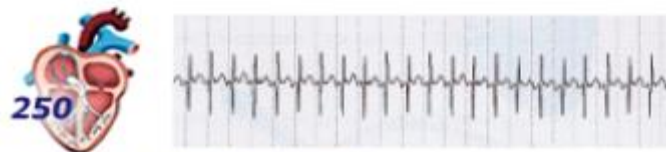
*Tenatus*

- **Fibrilación ventricular:** Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar incoordinadamente, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. Ello es particularmente grave en los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre. Si el corazón fibrila el cerebro no puede mandar las acciones directoras sobre órganos vitales del cuerpo, produciéndose unas lesiones que pueden llegar a ser irreversibles,

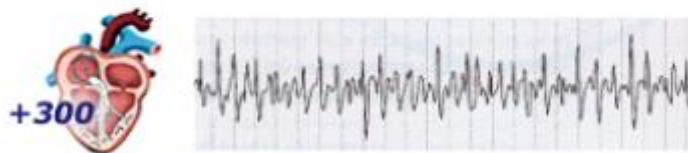
dependiendo del tiempo que esté el corazón fibrilando. Si se logra la recuperación del individuo lesionado, no suelen quedar secuelas permanentes. Para lograr dicha recuperación, hay que conseguir la reanimación cardíaca y respiratoria del afectado en los primeros minutos posteriores al accidente. Se presenta con intensidades del orden de 100 mA y es reversible si el tiempo de contacto es inferior a 0.1 segundo



Corazón a 160 latidos por minuto



Corazón a 250 latidos por minuto



Corazón a más de 300 latidos por minuto

#### *Ritmo cardíaco*

La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos, el 20% de la duración total del ciclo cardíaco medio del hombre, que es de 0.75 segundos.

Lesiones permanentes: Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.)



*Parálisis*

### Tiempo máximo de funcionamiento de los dispositivos de corte automático en función de la tensión de contacto esperada

Tiempo máximo de corte (s)	Intensidad de contacto (mA)
>5	25
1	43
0.5	56
0.2	77
0.1	120
0.05	210
0.03	300

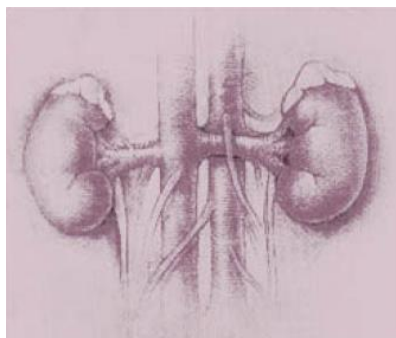
Por encima de estos valores se presenta fibrilación ventricular y por debajo no se presentan efectos peligrosos.

### EFFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS

Se manifiestan pasado un cierto tiempo después del accidente. Los más habituales son:

#### Manifestaciones renales

Los riñones pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras debido a que se ven obligados a eliminar la gran cantidad de mioglobina y hemoglobina que les invade después de abandonar los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por las quemaduras.

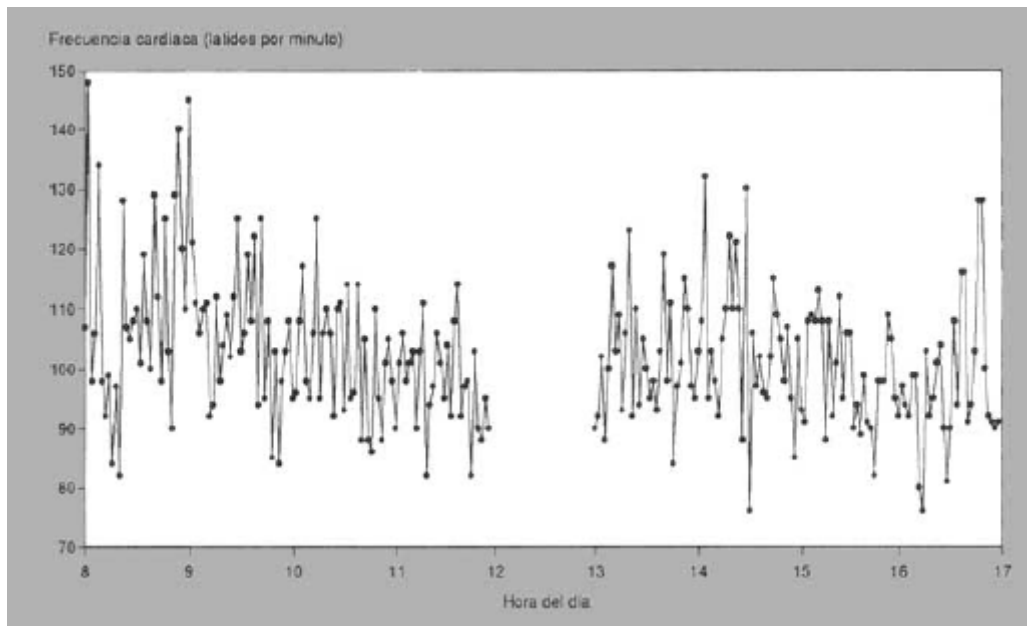


Riñones

#### Trastornos cardiovasculares

La descarga eléctrica es susceptible de provocar pérdida del ritmo cardíaco y de la conducción aurículo-ventricular e intraventricular, manifestaciones de insuficiencias coronarias agudas que

pueden llegar hasta el infarto de miocardio, además de trastornos únicamente subjetivos como taquicardias, sensaciones vertiginosas, cefaleas rebeldes, etc.



*Frecuencia cardiaca*

### **Trastornos nerviosos**

La víctima de un choque eléctrico sufre frecuentemente trastornos nerviosos relacionados con pequeñas hemorragias fruto de la desintegración de la sustancia nerviosa ya sea central o medular. Normalmente el choque eléctrico no hace más que poner de manifiesto un estado patológico anterior. Por otra parte, es muy frecuente también la aparición de neurosis de tipo funcional más o menos graves, pudiendo ser transitorias o permanentes.



*Neurosis*

### Trastornos sensoriales, oculares y auditivos:

Los trastornos oculares observados a continuación de la descarga eléctrica son debidos a los efectos luminosos y caloríficos del arco eléctrico producido. En la mayoría de los casos se traducen en manifestaciones inflamatorias del fondo y segmento anterior del ojo. Los trastornos auditivos comprobados pueden llegar hasta la sordera total y se deben generalmente a un traumatismo craneal, a una quemadura grave de alguna parte del cráneo o a trastornos nerviosos.



*Sordera*

## 7. PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO

En primer lugar, habrá de procederse a eliminar el contacto, para lo cual deberá cortarse la corriente si es posible. En caso de que ello no sea posible se tenderá a desprender a la persona accidentada, para lo cual deberá actuarse con las debidas precauciones (utilizando guantes, aislarse de la tierra, empleo de pértigas de salvamento, etc.) ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente eléctrica.



*Trabajador mal protegido*

Hay que distinguir entre alta y baja tensión

### **Baja tensión**

De acuerdo con los Artículos 3 y 4 del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión, las instalaciones eléctricas de baja tensión son aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 1.000 V para corriente alterna y 1.500 V para corriente continua.

### **Alta Tensión**

De acuerdo con la Instrucción Técnica Complementaria 01 (ITC-MIE-RAT-01) del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de transformación, son las instalaciones en las que la tensión nominal es superior a 1.000 Voltios en corriente alterna.

## ACCIDENTES POR BAJA TENSIÓN

- Cortar la corriente eléctrica, si es posible.
- Evitar separar a la persona accidentada directamente y especialmente si está húmeda.
- Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con herramienta de mango aislante.

## ACCIDENTES POR ALTA TENSIÓN

- Cortar la subestación correspondiente
- Prevenir la posible caída si está en alto
- Separar la víctima con auxilio de pértiga aislante y estando provisto de guantes y calzado aislante y actuando sobre banqueta aislante
- Librada la víctima, deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole la respiración artificial y el masaje cardíaco. Si está ardiendo, utilizar mantas o hacerle rodar lentamente por el suelo.

## 8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Según el Artículo 3 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000 Voltios en corriente alterna y 1500 Voltios en corriente continua.

Esta clasificación incluye a todas las instalaciones domésticas, de alumbrado y en general, todas las instalaciones de trabajo dentro de la UPV.

Las medidas preventivas contra contactos directos e indirectos en instalaciones de baja tensión están reguladas en la ITC MIE BT 021.

### CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

De acuerdo con lo expuesto en la Instrucción Complementaria MI BT 001 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se define como contacto directo el "contacto de personas con partes activas de los materiales y equipos".

Se entiende como partes activas, los conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Se incluye el conductor neutro o compensador de las partes a ellos conectadas.

El contacto directo es el que tiene lugar con las partes activas del equipo que está diseñada para llevar tensión (cables, clavijas, barras de distribución, bases de enchufe, etc.)

### **Medidas preventivas para instalaciones eléctricas en baja tensión contra contactos eléctricos directos**

- Estas están previstas para proteger a las personas contra los peligros derivados del contacto directo con partes activas.

Se basan en los siguientes principios:

- Disposición que impida que la corriente eléctrica atraviese el cuerpo humano.
- Limitación de la corriente que pueda atravesar el cuerpo humano a una intensidad no peligrosa (< 1mA).

Según el artículo 51 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.G.S.H.T.), y definidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, MIE BT 021, las medidas pasivas para evitar los contactos directos son las siguientes:

- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas.
- Interposición de obstáculos o barreras.
- Separación por distancia.



## Sistemas destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas

La principal característica de estos sistemas es que los dispositivos impiden solamente los contactos involuntarios o inadvertidos, es decir, que se trata de una protección parcial que no impide aquellos contactos que desearan efectuarse voluntariamente, aunque no fuera preciso para ello efectuar ninguna acción violenta sobre la instalación ni utilizar herramientas específicas.

Estas medidas son:

- Interposición de obstáculos o barreras.
- Separación por distancia.

Este tipo de medidas sólo podrán aplicarse en recintos a los que sólo tengan acceso personas cualificadas (que tengan la formación y la experiencia apropiadas), responsables y conocedoras del riesgo.

### Interposición de obstáculos o barreras:

Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas al descubierto de la instalación. No impiden los contactos voluntarios debidos a una tentativa voluntaria y deliberada del contorneamiento del obstáculo.

Los obstáculos de protección (tabiques, rejillas, pantallas, etc.) deben estar fijados de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales.

Si los obstáculos son metálicos, se considerarán como masas y deberán estar protegidos contra los contactos indirectos.

Para poder considerar protegidas las partes activas por medio de obstáculos, además de resistentes y convenientemente fijados, será necesario que:

- Todas las superficies exteriores de los obstáculos deben poseer un grado de protección mínimo de IP2XX.
- Las superficies fácilmente accesibles (al alcance de las personas) deben tener un grado de protección de IP4XX.
- Según la norma UNE 20324:1993, los grados de protección de las envolventes del material eléctrico de baja tensión se indican por las siglas IP seguidas de tres cifras, IP XXX:
- La primera cifra indica el grado de protección de las personas contra los contactos con partes en tensión o piezas en movimiento y de protección del material contra la penetración de cuerpos sólidos, extraños y de polvo.
- La segunda expresa el grado de protección del material contra la penetración de líquidos.
- La tercera indica el grado de protección del material contra los daños mecánicos.

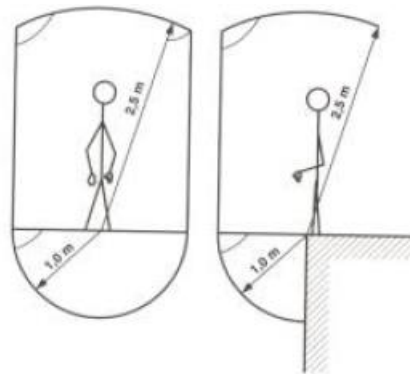
IP 1ª CIFRA		SÍMBOLO	IE (Influencias Externas)
0	Ninguna protección.	NORMALES	AE1
1	Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior a 50 mm o superficie del cuerpo como la mano.		AE1
2	Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior a 12 mm o parte del cuerpo como los dedos.		AE2
3	Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior a 2.5 mm (herramientas o cables).		AE3
4	Protegido contra cuerpos sólidos de diámetro superior a 1 mm.		AE4
5	Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales).		AE5
6	Totalmente protegido contra el polvo.		AE6
0	Ninguna protección.		AD1
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua (condensación).		AD1
2	Protegido contra la caída de gotas de agua con una inclinación de hasta 15º de la vertical.		AD2
3	Protegido contra el agua en forma de lluvia o con una inclinación máxima del 60º.		AD3
4	Protegido contra las proyecciones de agua.		AD4
5	Protegido contra los chorros de agua.		AD5
6	Protegido contra los embates de mar o chorros potentes.		AD6
7	Protegido contra los efectos de la inmersión durante un tiempo y una presión determinada.		AD7
8	Protegido contra la inmersión prolongada en condiciones especificadas por el fabricante.		AD8
0	Ninguna protección.	BLINDADOS	AG1
1	Resistente a una energía de choque de 0.225 J (martillo de 150 g con una caída desde 15 cm).		AG1
3	Resistencia a una energía de choque de 0.5 J (martillo de 250 g con una caída desde 20 cm).		AG2
5	Resistente a una energía de choque de 2 J (martillo de 250 g con una caída desde 20 cm).		AG2
7	Resistente a una energía de choque de 6 J (martillo de 1.5 kg con una caída desde 40 cm).		AG3
9	Resistente a una energía de choque de 20 J (martillo de 5 kg con una caída desde 40 cm).		AG3

- La supresión de las barreras u obstáculos no debe ser posible más que:
  - Si se realiza con llave o útil apropiado.
  - Y es necesario el corte de tensión en las partes activas antes de abrir o retirar el obstáculo (enclavamiento).

### **Separación por distancia:**

Separación de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Se considera zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona pueda estar situada, está a una distancia límite de 2.5 metros hacia arriba, 1 metro lateralmente y hacia abajo, tomando como punto de referencia el situado en el suelo entre los 2 pies.

Si habitualmente se manipulan objetos conductores (tubos, barras, etc.), estas distancias deberán aumentarse de acuerdo con la longitud de dichos elementos conductores, ya que las distancias fijadas por el Reglamento hacen referencia al alcance de la mano.



*Zonas alcanzables con la mano*

### **Sistemas destinados a impedir todo tipo de contacto con las partes activas**

Sistemas o dispositivos han de facilitar protección segura, tanto contra los actos involuntarios como contra las acciones voluntarias, es decir, que para que el contacto se produzca éste sólo podrá tener lugar previa ejecución de acciones violentas o con el uso de útiles especiales para que las protecciones sean destruidas o anuladas.

### **Recubrimiento o aislamiento de las partes activas:**

Aislamiento de las partes activas mediante un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que evite una tensión de contacto que origine una intensidad de un valor superior a 1 mA. La resistencia del cuerpo humano será considerada como 2500 ohmios.

Las partes activas de la instalación deberán ser cubiertas por un aislamiento que no pueda ser retirado más que destruyéndolo.

No se consideran satisfactorias a este fin las pinturas, lacas y barnices aplicadas para recubrir las partes activas.

## CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

De acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión en su instrucción MI BT 001, se define como contacto indirecto el "contacto de personas con masas puestas accidentalmente en tensión". Tiene lugar al tocar ciertas partes que habitualmente no están diseñadas para el paso de la corriente eléctrica, pero que pueden quedar en tensión por algún defecto (partes metálicas o masas de equipos o accesorios).

Las masas comprenden normalmente:

- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales pueden ser susceptibles de ser puestas bajo tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección. Así, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de clase II, las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc.
- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales. Así, son masas las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.
- También puede ser necesario considerar como masas todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación.

La característica principal de un contacto indirecto es que tan sólo una parte de la corriente de defecto circula por el cuerpo humano que realiza el contacto. El resto de la corriente circula por los contactos con tierra de las masas. La corriente que circula por el cuerpo humano será tanto más pequeña como baja sea la resistencia de puesta a tierra de las masas.

Si la máquina hiciera mal contacto con el suelo o estuviera aislada de él, el contacto indirecto se podría considerar como directo, al circular prácticamente toda la corriente por el cuerpo humano.

<b>CONTACTOS INDIRECTOS</b>	<b>CONTACTOS DIRECTOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Máquina en la que aparece una tensión de defecto.</li><li>• Máquina en la que aparece una tensión de defecto provocada por un fallo de aislamiento franco (permite el paso de toda la corriente).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contacto fase-tierra.</li><li>• Contacto fase-neutro.</li><li>• Contacto fase-máquina con Puesta a Tierra.</li><li>• Contacto fase-máquina sin Puesta a Tierra.</li></ul>

La nomenclatura utilizada en la tabla anterior se corresponde con:

<ul style="list-style-type: none"><li>• Rnº Resistencia de puesta a tierra del neutro.</li><li>• RTº Resistencia de puesta a tierra de las masas.</li><li>• RC1º Resistencia de contacto.</li><li>• RC2º Resistencia eléctrica del calzado.</li><li>• Rhº Resistencia eléctrica del cuerpo humano.</li><li>• RSº Resistencia eléctrica del suelo (si RS &gt; 50000 W el suelo es aislante).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ICº Corriente que circula por el cuerpo humano.</li><li>• Idº corriente total del circuito de defecto.</li><li>• Rdº Resistencia de defecto.</li><li>• Ueº Tensión de la red.</li><li>• Udº Tensión de defecto.</li><li>• Ucº Tensión de contacto.</li><li>• Uº Tensión de servicio.</li></ul>
---	--

La protección contra los contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que resultan de un contacto con partes activas de los materiales eléctricos evitando que el contacto tenga lugar, de acuerdo con la norma UNE 20460-4-47:1996, que especifica que todos los materiales deberán estar sujetos a una de las medidas de protección contra los contactos directos previstas en la norma UNE 20460-4-41:1998.

Se puede considerar que los sistemas pueden estar destinados a:

- Impedir solamente los contactos fortuitos con las partes activas (protección parcial).
- Impedir cualquier tipo de contacto (protección total).
- Facilitar una protección complementaria.

### **Medidas preventivas para instalaciones eléctricas en baja tensión contra contactos eléctricos indirectos**

Está concebida para proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un defecto de aislamiento entre las partes activas y masa u otras partes conductoras accesibles.

Según la Instrucción Complementaria MIE BT 021, apartado 2, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es preceptivo establecer sistemas de protección contra contactos indirectos en aquellas instalaciones con tensiones superiores a los 50 V., agrupándose en dos clases: Clase A y Clase B.

#### **Sistemas de protección CLASE A**

Consisten en suprimir el riesgo haciendo que los contactos no sean peligrosos e impedir los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores.

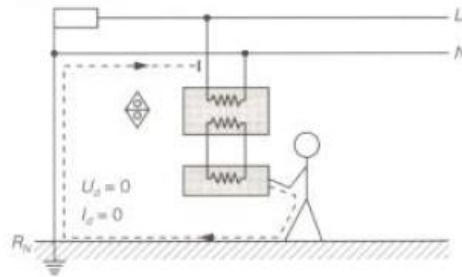
##### **a. Separación de circuitos:**

Este sistema de protección consiste en separar los circuitos de utilización respecto de la fuente de energía (circuito de distribución y alimentación de la corriente al elemento que se quiere proteger y circuito general de suministro de electricidad) por medio de transformadores o

grupos convertidores (motor- generador) manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.

Presenta los siguientes inconvenientes:

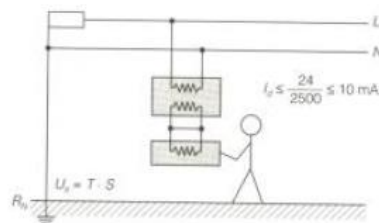
- El límite superior de la tensión de alimentación y de la potencia de los transformadores de separación es de 250 V y 10 kVA para los monofásicos y 400 V y 16 kVA para los trifásicos.
- No detecta el primer fallo de aislamiento.



Si se produce una tensión de defecto en el elemento protegido y la persona lo toca, no se produciría el paso de la corriente por ella ante la imposibilidad de cerrarse el circuito debido a la separación galvánica existente entre el circuito general y el de distribución y alimentación al elemento protegido.

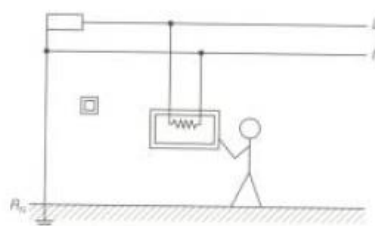
#### b. Empleo de pequeñas tensiones de seguridad:

Los valores utilizados son de 24 V. de valor eficaz para locales húmedos o mojados, y 50 V. para locales secos. La tensión de seguridad será suministrada por transformadores, baterías, etc. y estarán aisladas de tierra.



#### c. Separación de las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamiento de protección:

El doble aislamiento que está señalado con el símbolo que se aplica en máquinas, herramientas portátiles, aparatos electrodomésticos pequeños, interruptores, pulsadores, etc. Consiste en el empleo de un aislamiento suplementario del denominado funcional (el que tienen todas las partes activas de los aparatos eléctricos para que puedan funcionar y como protección básica contra los contactos directos).



#### **d. Conexiones equipotenciales de las masas:**

Este sistema de protección consiste en unir entre sí todas las masas de la instalación a proteger y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer, en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas entre ambos.

Esto se consigue uniendo por medio de un conductor de protección y a través de uniones de muy débil resistencia:

- Todas las masas entre sí.
- Con los elementos conductores de la edificación susceptibles de contacto (tuberías, radiadores, etc.)
- Con los electrodos de puesta a tierra, si nos interesa proteger y también contra la tensión  $V_{masa}$  y  $V_{suelo}$ .

#### **Sistemas de protección CLASE B**

Consiste en la puesta de las masas directamente a tierra o a neutro, y, además, en la dotación de un dispositivo de corte automático que dé lugar a la desconexión de las instalaciones defectuosas con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

##### **a. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto:**

Este sistema de protección consiste en poner a tierra las masas de las máquinas y asociar la toma de tierra a un dispositivo de corte automático que origina la desconexión de la instalación en caso de presentarse un defecto. La puesta a tierra (PAT) sirve para evitar que las carcasas de las máquinas queden sometidas a tensiones superiores a las de seguridad. Para ello la PAT tiene que ir asociada a dispositivos de corte, tales que cuando se alcance la tensión de seguridad en las carcasas, interrumpan el circuito. Ello requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

1. En instalaciones en que el punto neutro esté unido directamente a tierra:
  - La corriente a tierra producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
  - Una masa cualquiera no permanecerá con respecto a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a: 24 V en locales o emplazamientos húmedos o 50 V en los demás casos.
  - Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.
2. En instalaciones en que el punto neutro está aislado de tierra o unido a ella por intermedio de una impedancia que limite la corriente de defecto: se cumplirán las tres condiciones anteriores, si bien puede admitirse, cuando las condiciones de explotación lo exijan, que la 1ª condición no sea cumplida siempre que, a cambio, se cumplan las siguientes:
  - Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición de un solo defecto de aislamiento en la instalación.
  - La segunda condición del caso anterior se cumplirá siempre, incluso en caso de un solo defecto de aislamiento.

- En caso de dos defectos de aislamiento simultáneos, que afecten a fases distintas o a una fase y neutro, se producirá la separación de la instalación en la que se presenten estos defectos por un dispositivo de corte automático.

**b. Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:**

Este sistema de protección consiste en unir las masas metálicas de la instalación al conductor neutro, de tal forma que los defectos francos de aislamiento se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento del dispositivo de corte automático. Para su correcto funcionamiento requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los dispositivos de corte utilizados serán interruptores automáticos o cortocircuitos fusibles.
- La corriente producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas al conductor de protección. La unión de este conductor con el conductor neutro se realizará en un solo punto situado inmediatamente antes de la caja general de protección o antes del dispositivo general de protección de la instalación.
- El conductor neutro de la instalación deberá estar alojado e instalado en la misma canalización que los conductores de fase.
- El conductor de protección deberá estar aislado, y cuando vaya junto a los conductores activos, su aislamiento y montaje tendrá las mismas características que el conductor neutro.
- El conductor neutro estará eficazmente a tierra, de forma tal que la resistencia global resultante de las PAT sea igual o inferior a 2 W. La PAT del conductor neutro deberá efectuarse en la instalación uniéndola igualmente a alguna posible buena toma de tierra próxima.

**c. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:**

Este sistema de protección consiste en unir las masas metálicas de la instalación a la tierra mediante electrodos o grupo de electrodos enterrados en el suelo, de tal forma que las carcasas o partes metálicas no puedan quedar sometidas por defecto de derivación a una tensión superior a la de seguridad. Para ello, se utilizan como dispositivos de corte los diferenciales. Estos diferenciales serán de mayor sensibilidad cuanto mayor sea la resistencia de la tierra a la que está unido el circuito de protección. El uso de este sistema de protección requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo inferior o igual a 5 segundos mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada peligrosa (24 V locales húmedos, 50 V locales secos).
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una PAT auxiliar para controlar la tensión que pueda presentarse entre éstas.
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado:
  - Con relación al conductor de protección de la masa del aparato a proteger.
  - De las partes metálicas del edificio.
  - De cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato a fin de que la bobina de tensión no pueda quedar puenteada. Por tanto, el conductor de PAT auxiliar debe ser un conductor aislado.



- El conductor que conecta el relé a la masa a proteger no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyo conductor de alimentación quedará fuera de servicio al actuar en interruptor en caso de defecto.

**d. Empleo de interruptores diferenciales:**

La misión de los diferenciales es la siguiente:

- Reducir el tiempo de paso de la corriente por el cuerpo humano, mediante la interrupción rápida.
- Reducir la corriente que pasa por el cuerpo humano, a un valor suficientemente bajo. Teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables para el cuerpo humano en que puede producirse la fibrilación según los valores intensidad/tiempo, se estima que la sensibilidad debe de ser 25 a 30 mA y el tiempo de disparo menor de 250 mseg. Los interruptores diferenciales se representan por el símbolo seguido de la sensibilidad.

## REVISIÓN DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

<p>Para las tomas a tierra.</p>	<p>Revisión, al menos anual, en la época en la que el terreno esté más seco, realizada por personal técnicamente competente. Se repararán con carácter urgente los defectos encontrados. (ITC-BT-18).</p>
<p>Para las instalaciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones industriales que precisen proyecto (Según ITC-BT-04, punto 3) con una potencia instalada superior a 100 kW.</li> <li>• Locales de Pública Concurrencia.</li> <li>• Locales con riesgo de incendio o explosión, clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas.</li> <li>• Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW.</li> <li>• Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW.</li> <li>• Quirófanos y salas de intervención.</li> <li>• Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW.</li> </ul>	<p>Inspección inicial, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la comunidad autónoma, e inspección periódica cada 5 años.</p> <p>Realizadas por un «Organismo de Control» autorizado, el cual emitirá un «Certificado de Inspección». ITC-BT-05.</p>

En lo referente a la periodicidad de las inspecciones y los agentes que intervienen, las instalaciones ya existentes antes de la entrada en vigor del RD 842/2002, de 2 de agosto (por el que se aprueba el actual REBT quedan sometidas al mismo régimen, si bien los requisitos exigibles a dichas instalaciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.

## 9. ELECTRICIDAD ESTÁTICA

La electricidad estática se origina por intercambios de carga eléctrica que tienen lugar cuando se produce una fricción entre dos sustancias de distinta naturaleza. En la mayoría de los casos, la energía de la electricidad estática producida de forma espontánea es insuficiente para producir directamente efectos nocivos en el cuerpo humano. Sin embargo, las chispas producidas en las descargas constituyen un foco de ignición que puede dar lugar a incendios o explosiones. Entre los procesos que pueden originar descargas de electricidad estática se pueden distinguir dos clases:

- a. Los procesos en los que se produce una fricción continua entre materiales aislantes o aislados, por ejemplo:
  - La fabricación o empleo de rollos de papel (máquinas rotativas, etc.).
  - Las máquinas que llevan incorporadas cintas o correas de transmisión.
  - Las máquinas en las que giran rodillos de distinto material en contacto.
- b. Los procesos donde se trasvasan o transportan gases, líquidos o materiales pulverulentos. Entre ellos se encuentran:
  - Las operaciones de pintura con pistolas pulverizadoras.
  - Las operaciones en las que se hacen circular fluidos combustibles a través de conductos y su trasvase entre depósitos.
  - El transporte neumático de materiales pulverizados y su trasvase.



- Procedimientos para evitar la electricidad estática:

Los principales procedimientos para evitar la acumulación de electricidad estática son los siguientes:

- Mantener la humedad relativa del aire por encima del 50% (de acuerdo con las disposiciones del RD 846/1997, de 14 de abril, sobre lugares de trabajo).
- Conectar a tierra las partes metálicas que puedan acumular electricidad estática.
- Aplicar productos antiestáticos en las superficies susceptibles de electrificarse.
- Emplear ionizadores de aire en las cercanías o junto a la zona donde se produce electricidad estática.
- Reducir la velocidad relativa de superficies en rozamiento, por ejemplo, de las cintas transportadoras.

- Reducir la velocidad de los líquidos trasvasados o usar conductos de mayor diámetro para reducir la velocidad.
- Utilizar tubos sumergidos en las operaciones de llenado de recipientes (o realizar el llenado desde el fondo) para evitar la caída a chorro.
- Usar suelos o pavimentos de materiales disipadores (hormigón, cerámica, madera sin recubrimiento aislante, etc.).
- Utilizar calzado antiestático y ropa de algodón o tejido antiestático.

Otras precauciones:

- La humedad relativa del aire se mantendrá sobre el 50 %.
- Las cargas de electricidad estática que puedan acumularse en los cuerpos metálicos serán neutralizadas por medio de conductores de tierra. Especialmente se efectuará esta conexión a tierra:
  - En los ejes de las transmisiones a correas y poleas.
  - En el lugar más próximo en ambos lados de las correas y en el punto donde salgan de las poleas, mediante peines metálicos.
  - En los objetos metálicos que se pinten o barnicen con pistolas de pulverización. Estas pistolas también se conectarán a tierra.

En sustitución de las conexiones a tierra a las que se refiere el párrafo anterior se aumentará hasta un valor suficiente la conductibilidad a tierra de los cuerpos metálicos.

- En casos concretos se pueden utilizar uno o más de los siguientes procedimientos:
  - Colocación de «peines metálicos», conectados a tierra, cerca de la totalidad de las poleas, cintas o correas que puedan originar carga estática.

## 10. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA TRABAJOS Y MANIOBRAS ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

Para efectuar trabajos en instalaciones eléctricas con tensiones usuales (entre 50 y 500 V corriente alterna de 50 Hz) y pequeñas tensiones (menores o iguales a 50 V. eficaces) es preciso atenderse a unas reglas en cuanto a:

- La aplicación de unos métodos de trabajo especificados.
- La forma de proceder en cada trabajo.
- La formación del personal.

Previamente a iniciar cualquier trabajo en Baja Tensión, hay que proceder a identificar el conductor o instalación en donde se quiere efectuar el mismo.

Toda instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

## TRABAJOS QUE SE REALICEN SIN TENSIÓN

Esta norma de seguridad es la que debe ser llevada a la práctica generalmente y a ser factible sólo excepcionalmente se permitirá trabajar con tensión.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

- A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Las principales condiciones a cumplirse son las indicadas en el artículo 67 de la O.G.S.H.T. en su Apartado 2.

- Será aislada la parte en que se vaya a trabajar con cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
- Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.).
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.
- Es recomendable que los aparatos de seccionamiento sean de corte visible, con objeto de que se pueda apreciar visiblemente que se han abierto todos los contactos.
- El letrero o señalización a colocar ha de ser de material aislante con una zona en donde pueda figurar el nombre de la persona que realiza los trabajos.

- Los comprobadores de tensión estarán protegidos y dotados de puntos de pruebas aislados menos en sus extremos en una longitud lo más pequeña posible para evitar cortocircuitos en las mediciones.
- La señalización solamente será retirada por la persona que la colocó y cuyo nombre figura en ésta.

Trabajos que se realicen con tensión.

Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones ensayos y verificaciones definidas a continuación.

El trabajo en tensión solamente pueden realizarlo «trabajadores cualificados» especialmente entrenados para ello y utilizando equipos, materiales y según un método y procedimientos de trabajo que aseguren su protección frente al riesgo eléctrico.



**Maniobra:** Intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.

Se pueden distinguir dos clases de maniobras:

- a. Las maniobras encaminadas a modificar el estado eléctrico de una instalación eléctrica, con el fin de utilizar un equipo, cerrar o abrir un circuito, poner en marcha o parar equipos diseñados para ser utilizados de esta forma sin riesgos, siempre que esto sea razonablemente ejecutable.
- b. Las maniobras de conexión o desconexión de las instalaciones para realizar trabajos en ellas. En el caso particular de las maniobras realizadas mediante aparatos de conexión, es preciso tener en cuenta las capacidades y limitaciones de las diferentes clases: seccionadores, interruptores, interruptores automáticos, etc.
- c. Las operaciones de extracción e inserción del carretón de un interruptor, si se requiere, forman parte de una maniobra.

**Mediciones, ensayos y verificaciones:** Actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

Además del equipo de protección personal (casco, gafas inactivas, calzado aislante, ropa ignífuga, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

- Guantes aislantes homologados
- Alfombras o banquetas aislantes
- Vainas o caperuzas aislantes
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes homologadas
- Material de señalización (discos, barreras, etc.).

Al realizar trabajos en tensión habrá que considerar no sólo el riesgo de contacto eléctrico con partes activas, sino también la posible formación de arcos eléctricos de cortocircuito.

La ropa de trabajo será resistente al calor, de tal manera que en caso de producirse un arco no la inflame, aumentando las lesiones, desaconsejándose la ropa acrílica y utilizando ropa de algodón o de tipo ignífugo.

Las comprobaciones de tensión para averías, reparaciones, etc., serán consideradas como un trabajo con tensión, por lo que se usarán los elementos de protección citados anteriormente.



*Medición*

## 11. MÉTODOS DE TRABAJO

Durante la realización de cualquier trabajo la persona encargada de él ha de tener su cuerpo aislado de cualquier posible circulación de corriente por él, así como que no se produzcan contactos entre fases o fase y tierra, que den lugar a arcos accidentales que puedan alcanzarle.

De forma general	Antes de cada trabajo.	Se comprobará el buen estado de los guantes aislantes y de las herramientas, materiales y equipo.
	Accesorios aislantes. Dispositivos aislantes.	Pantallas cubiertas, etc. Plataformas, banquetas, alfombras.

	Protecciones personales.	Guantes, gafas, casco.
En los casos de cables subterráneos	Asegurar el revestimiento de la zanja o canalización y de las masas con las que le operario pueda entrar en contacto al mismo tiempo que con el conductor en tensión.	Protectores, tubos vinílicos.
	Toda persona que pueda tirar de otra que esté realizando trabajos, bien directamente o por medio de herramientas u otros útiles.	Guantes aislantes, y estar situado sobre superficie aislante.

Tabla 1.- Medidas de prevención a adoptar tanto técnicas como personales.

## 12. FORMACIÓN DEL PERSONAL

El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones eléctricas en tensión estará adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y en la utilización del material de seguridad, equipos y herramientas aislantes homologadas.



### CUADRO RESUMEN DE LA FORMACIÓN / CAPACITACIÓN MÍNIMA DE LOS TRABAJADORES

	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T

ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A
T = CUALQUIER TRABAJADOR A = AUTORIZADO C = CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO				1. Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal RD 216/1999. 2. La realización de las distintas actividades contempladas se hará según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto.				

- Un «trabajador autorizado» no es sólo un trabajador que ha recibido la formación e información a que hacen referencia los artículos 18-19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, sino que, además, debe haber sido específicamente autorizado por el empresario para realizar el tipo de trabajo con riesgo eléctrico de que se trate, en base a su capacidad de realizarlo de manera correcta. Obsérvese que la capacidad es una condición necesaria, pero no suficiente para ser «trabajador autorizado».



*Electricista*

- Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- La formación (teórica y práctica) requerida por un «trabajador autorizado» debe capacitarle para realizar de forma correcta los trabajos que vaya a realizar, dentro del siguiente repertorio:
  - Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión las instalaciones de baja tensión, conforme a los procedimientos establecidos.
  - La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión.
  - Las maniobras en alta y baja tensión.
  - Las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de baja tensión.
  - Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión).
  - La determinación de la viabilidad de realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión en baja tensión.
  - La vigilancia del cumplimiento de las medidas de seguridad en los trabajos en proximidad.
  - Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio.



Esta definición engloba a la anterior: un «trabajador cualificado» debe ser siempre un «trabajador autorizado». Esto significa que un trabajador no puede realizar un trabajo con riesgo eléctrico, aunque tenga conocimientos o formación en materia de instalaciones eléctricas, si no ha sido previamente autorizado para ello por el empresario.