

Seguridad y Salud en mi Trabajo



*Manual de Prevención de Riesgos Laborales
Riesgos Eléctricos*

SEGURIDAD EN MI TRABAJO

Manual de Prevención de Riesgos laborales

PREVENCIÓN FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO



Fraternidad
Muprespa

Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades
Profesionales de la Seguridad Social N° 275



© FRATERNIDAD - MUPRESPA

Reservados todos los derechos

Depósito Legal: M-34325-2000

Imprime: GSM Impresores, S.A.

General Ricardos, 13 · 28019 Madrid

Tel.: 914 725 897 - Fax: 914 722 768

SUMARIO

Introducción	5
Conceptos Básicos	7
Riesgo Eléctrico	9
Factores que influyen en el Efecto Eléctrico	11
Intensidad de la Corriente	12
Duración del Contacto Eléctrico	12
Resistencia del Cuerpo Humano	12
Tensión Aplicada	13
Frecuencia de la Corriente	13
Recorrido de la Corriente a través del cuerpo	14
Capacidad de Reacción de la Persona	14
Efectos Electricidad Sobre el Cuerpo Humano	15
Efectos Fisiológicos Directos	15
Efectos Fisiológicos Indirectos	16
Efectos Secundarios	16
Tipos de Contacto Eléctrico	17
Contacto Directo	17
Contacto Indirecto	18
Medidas de Seguridad contra Riesgos Eléctricos	19
Protección contra Contactos Eléctricos Directos	22
Protección contra Contactos Eléctricos Indirectos	24
Interruptores Diferenciales	26
Aparatos Eléctricos de Baja Tensión	29
Equipos de Protección Individual	31
Equipos de Trabajo	33

Técnicas y Procedimientos de Trabajo en Instalaciones Eléctricas	35
Normas Generales	35
Trabajos sin Tensión	37
Trabajos con Tensión	43
Trabajos en Proximidad de Instalaciones en Tensión	47
Trabajos Eléctricos en Locales de Características Especiales	50
Instalaciones en Locales Húmedos	50
Instalaciones en Locales Mojados	52
Instalaciones en Emplazamientos con Riesgo de Incendio o Explosión	54
Acceso a Recintos de Servicio y Envolventes de Material Eléctrico	55
Cambio de Fusibles	56
Trabajos en Transformadores y en Máquinas en Alta Tensión	57
Normas de Seguridad en el Manejo de Receptores, Útiles o Herramientas Eléctricas Portátiles	58
Protección contra Incendios en Instalaciones Eléctricas	61

INTRODUCCIÓN

Actualmente sería impensable vivir sin electricidad. La energía eléctrica está presente en nuestro trabajo, en nuestras casas y en casi todas las actividades cotidianas.

La energía eléctrica es limpia y precisamente esta ventaja es al mismo tiempo un inconveniente para protegernos de sus peligros, ya que la electricidad no se ve, ni se oye, ni se huele. Tenemos que conocer cómo es la corriente eléctrica y cuáles son los medios para protegernos, ya que utilizando adecuadamente los sistemas de seguridad, los accidentes eléctricos pueden disminuir considerablemente.

Los accidentes eléctricos no son relativamente numerosos pero presentan una elevada gravedad, sobre todo en el caso de que la corriente eléctrica afecte a órganos vitales como los pulmones o el corazón, con el consiguiente riesgo de electrocución.



CONCEPTOS BÁSICOS

La Corriente Eléctrica que pasa por un conductor no es más que el movimiento de electrones a través del mismo. Éste **movimiento** es lo que llamamos **Intensidad de corriente** en el conductor.

Ahora bien, para que exista movimiento de electrones en ese conductor tiene que haber una diferencia de potencial entre dos puntos de éste conductor. Esa **Diferencia de Potencial** es lo que llamamos **Tensión** aplicada entre dos puntos.

Igualmente el conductor ejercerá una resistencia al paso de esos electrones en función del material, sección del conductor, etc. De todos es conocido que unos materiales son más conductores que otros. A esa mayor o menor **resistencia al paso de la corriente** es a lo que llamamos **resistencia** del elemento conductor.

Pues bien, estamos hablando de tres parámetros:

1. *Diferencia de potencial o tensión aplicada*
2. *Intensidad de corriente*
3. *Resistencia*

Éstos parámetros se miden en unas unidades que definiremos a continuación:

1. **Voltio** que es la unidad de Diferencia de potencial o Tensión y se representa por **(V)**.
2. **Amperio** que es la unidad de Intensidad de Corriente que circula por un medio conductor en la unidad de tiempo y se representa por **(A)**.
3. **Ohmio** que es la unidad de medida de la resistencia, es decir la dificultad que ofrece el medio conductor al paso de corriente y se representa por **(Ω)**.

En electricidad éstos parámetros están relacionados mediante la Ley de Ohm que nos dice que la Intensidad de Corriente eléctrica es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del conductor, o lo que es lo mismo:

$$I = V/R \text{ (Ley de Ohm)}$$

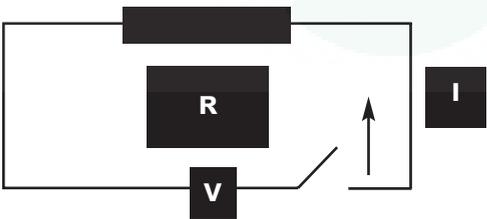
LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA TENSIÓN E INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LA RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

Otro aspecto que hay que conocer en electricidad es la **frecuencia de la corriente** y podemos definirla como el número de **ciclos o de veces** que cambia de sentido o de polaridad y se mide en **Hertzios (Hz)**.

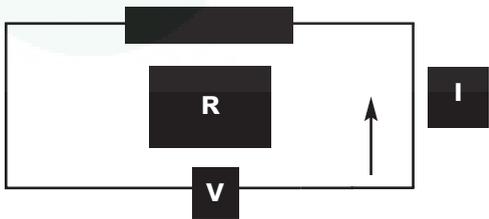
La corriente que tenemos en nuestra casa es corriente alterna de baja frecuencia (50 Hz). A diferencia de ésta, tenemos la **corriente continua** que no cambia de sentido, es decir que un polo es siempre positivo y el otro negativo.

Por último, no debemos olvidar que para que en un circuito eléctrico exista circulación de corriente eléctrica éste debe estar cerrado.

**CIRCUITO ABIERTO
(NO CIRCULA CORRIENTE)**



**CIRCUITO CERRADO
(SÍ CIRCULA CORRIENTE)**



RIESGO ELÉCTRICO

El **Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico** define este como el riesgo originado por la energía eléctrica.

Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

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

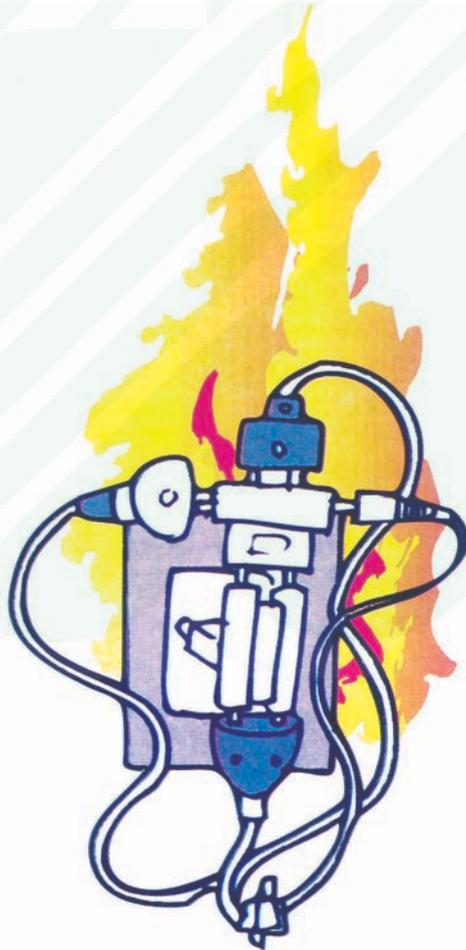
Por tanto, los efectos nocivos de la electricidad se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- ✓ **Incendios y/o explosiones** que van a afectar a la persona, instalaciones y bienes
- ✓ **Electrización (o electro-traumatismo)** que es todo accidente de origen eléctrico cualquiera que sean sus consecuencias **y electrocución** que se reserva a los accidentes mortales de origen eléctrico que afectan a las personas.

Los **incendios suelen producirse por sobrecargas en la instalación, chispas o cortocircuito**. Ya que al circular una corriente eléctrica por un conductor éste se calienta. Pero si el conductor no tiene una sección lo suficientemente grande en función de la intensidad que circula por el mismo, éste se calienta mucho y no es capaz de disipar la energía pudiendo llegar a inflamar los materiales contiguos.

Un **cortocircuito**, es un fenómeno por el cual, dos puntos con diferente potencial eléctrico son puestos en contacto por medio de un material muy conductor (de resistencia muy pequeña), originándose por tanto entre esos dos puntos, un paso de corriente de gran intensidad. Este fenómeno puede llevar asociado un arco eléctrico.

El **arco eléctrico** es una de las principales causas de los accidentes que se producen en los trabajos en instalaciones eléctricas. El arco eléctrico origina una serie de radiaciones, que pueden provocar desde deslumbramientos hasta quemaduras. Por otra parte el arco eléctrico provoca también efectos mecánicos como son las proyecciones de fragmentos de material, que pueden producir graves daños, fundamentalmente en la cara y las manos, por ser éstas las partes que generalmente están más próximas a la instalación.



FACTORES QUE INFLUYEN EN EL EFECTO ELÉCTRICO

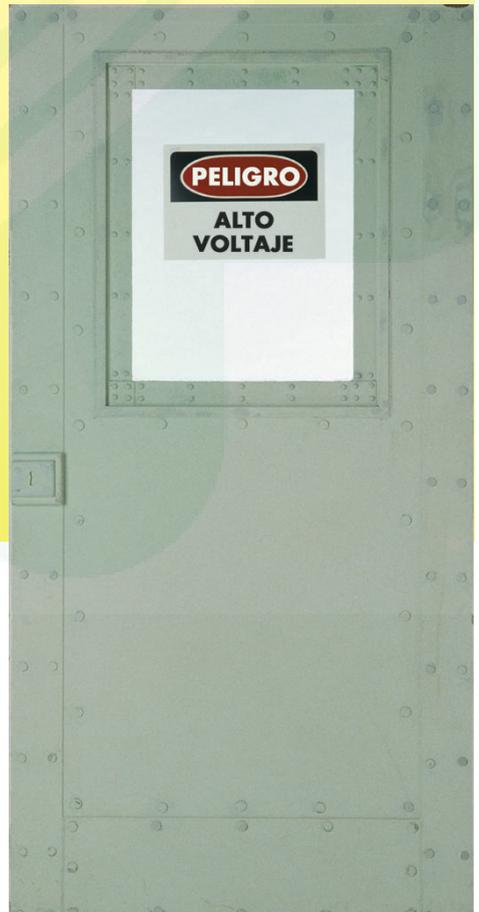
Para que haya esta posibilidad de circulación de corriente eléctrica es necesario:

- ✓ **Que exista un circuito conductor cerrado.**
- ✓ **Que en el circuito exista una diferencia de potencial (tensión o voltaje).**

Consecuentemente, para que exista posibilidad de circulación de corriente eléctrica por el cuerpo humano, es necesario.

- ✓ **Que el cuerpo humano forme parte del circuito eléctrico y éste se cierre.**
- ✓ **Que el cuerpo humano sea conductor.**
- ✓ **Que entre los puntos de entrada y salida de la corriente eléctrica en el cuerpo humano exista una diferencia de potencial.**

Quando se cumplan estos requisitos, se puede afirmar que el accidente eléctrico se ha producido y tendrá consecuencias más o menos graves en función de una serie de factores:



- ✓ **Intensidad de la corriente**
- ✓ **Duración del contacto eléctrico**
- ✓ **Resistencia del cuerpo humano**
- ✓ **Tensión aplicada**
- ✓ **Frecuencia de la corriente**
- ✓ **Recorrido de la corriente a través del cuerpo**
- ✓ **Capacidad de reacción de la persona**

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE

Es uno de los factores que más inciden en los efectos y lesiones ocasionados por el accidente eléctrico.

Los efectos **van a depender básicamente de los valores de la intensidad de corriente aplicada al organismo** y, que se expondrán con detenimiento en el apartado efectos fisiológicos directos.

DURACIÓN DEL CONTACTO ELÉCTRICO

Junto con la intensidad es el factor que más influye en el resultado del accidente. A **mayor duración del contacto, mayores efectos** nocivos para la salud.

RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO

Su importancia en el resultado del accidente **depende de** las siguientes circunstancias: grado de **humedad de la piel, superficie de contacto, presión de contacto, dureza de la epidermis**, etc. En general a mayor resistencia de nuestro cuerpo al paso de la corriente los efectos serán menos graves. Por ejemplo: un cuerpo húmedo o mojado tendrá menor resistencia al paso de la corriente eléctrica que el mismo cuerpo seco. Igualmente la dureza de la epidermis va a influir (a mayor dureza mayor resistencia) y la superficie de contacto (a mayor superficie, menor resistencia).

TENSIÓN APLICADA

En sí misma no es peligrosa, pero al **aplicarse a una resistencia baja, ocasiona el paso de corriente (intensidad) elevada** y, por tanto, muy peligrosa.

FRECUENCIA DE LA CORRIENTE

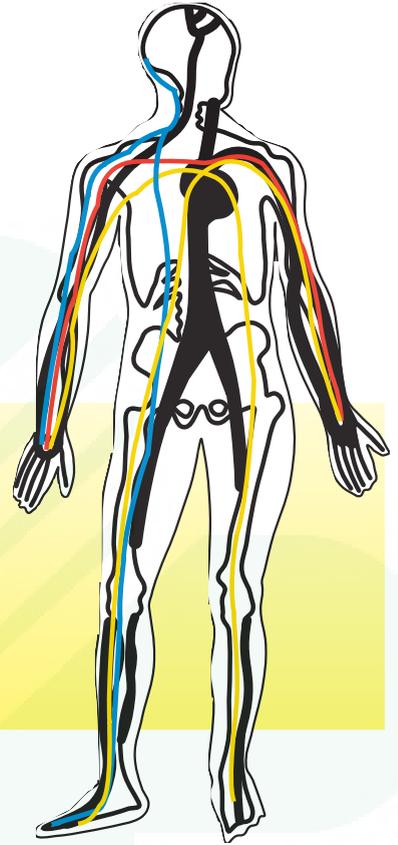
Normalmente para uso doméstico e industrial se utiliza corriente alterna de baja frecuencia (50 Hz). A **mayores frecuencias disminuye el riesgo de fibrilación ventricular pero prevalecen los efectos térmicos.**

Los efectos de la corriente **alterna de alta frecuencia** (a partir de 4000-5000 Hz) no son tan importantes como los de alterna de baja frecuencia por la aparición del **“efecto pelicular”** que hace que la corriente circule por la piel sin penetrar en el cuerpo. Este efecto pelicular es muy útil en corrientes de frecuencia superior a 100.000Hz., que se utilizan en Medicina (bisturíes eléctricos), etc.

Los **efectos de la corriente continua** aparecen en **períodos de exposición más largos que en la corriente alterna.** Actúa por calentamiento y puede llegar a producir la **electrólisis de la sangre** con el consiguiente riesgo de embolia. Por tanto, podríamos decir que la corriente más peligrosa en función de su frecuencia es la alterna de baja frecuencia por es además la más utilizada.

REGORRIDO DE LA CORRIENTE A TRAVÉS DEL CUERPO

La gravedad del accidente depende del recorrido que la corriente sigue a atravesar el cuerpo, por ello podríamos decir que **cuando en el recorrido de la corriente existe un órgano vital del cuerpo, éste recorrido va a ser mucho más peligroso** que otro que no afecte a ninguno de éstos órganos (corazón, cerebro, pulmón, etc.). En general, los recorridos más peligrosos son:



- ✓ **Mano derecha o izquierda a pie izquierdo o derecho.**
- ✓ **Mano a mano pasando por el pecho.**
- ✓ **Cabeza a mano o a pie.**

CAPACIDAD DE REACCIÓN DE LA PERSONA

Dependiendo de la **fortaleza y agilidad** de la persona, el efecto del paso de corriente **varía sensiblemente**. La posibilidad de electrocución, aumenta en las personas al elevarse factores tan dispares como:

- ✓ **El nerviosismo, la fatiga, la presencia de problemas cardíacos, etc.**
- ✓ **La cantidad de alcohol que se haya ingerido...**

EFECTOS DE LA ELECTRICIDAD SOBRE EL CUERPO HUMANO

Los efectos de la electricidad sobre el cuerpo humano se pueden clasificar en tres tipos:

- ✓ Efectos Fisiológicos Directos
- ✓ Efectos Fisiológicos Indirectos
- ✓ Efectos Secundarios

EFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS

Se refieren a las consecuencias inmediatas del choque eléctrico. **La gravedad de estos efectos depende de la intensidad de la corriente** y sus manifestaciones van desde sensaciones de hormigueo hasta la asfixia o graves alteraciones del ritmo cardíaco. A continuación se muestra una tabla con los efectos en función de la intensidad de corriente aproximada que circula por el cuerpo:

EFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD

UMBRAL DE PERCEPCIÓN 1-3 mA	Se sitúa entre 1 y 3 miliamperios. No existe peligro y el contacto se puede mantener sin problemas
ELECTRIZACIÓN 3-10 mA	Produce una sensación de hormigueo, puede provocar movimientos reflejos
TETANIZACIÓN 10 mA	El paso de la corriente provoca contracciones musculares y la paralización de los músculos de las manos y de los brazos, impidiendo soltar los objetos
PARO RESPIRATORIO 25 mA	Si la corriente atraviesa la cabeza puede afectar al centro nervioso respiratorio
ASFIXIA 25-30 mA	Si la corriente atraviesa el tórax se puede producir la tetanización del diafragma, impidiéndose la contracción de los músculos de los pulmones
FIBRILACIÓN VENTRICULAR 60 mA-75mA	Si la corriente atraviesa el corazón se descontrola el ritmo cardíaco

EFFECTOS FISIOLÓGICOS INDIRECTOS

Son los trastornos que sobrevienen a continuación del choque eléctrico, alteran el funcionamiento del corazón o de otros órganos vitales, y producen quemaduras, pudiendo tener consecuencias mortales.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS INDIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD	
TRASTORNOS CARDIOVASCULARES	El choque eléctrico afecta al ritmo cardíaco produciendo taquicardia e infartos
QUEMADURAS INTERNAS	La energía que se disipa en los músculos puede provocar la coagulación de los prótidos de los músculos e incluso la carbonización
QUEMADURAS EXTERNAS	Se producen como consecuencia de la elevada temperatura del arco eléctrico (hasta 4000°C)
OTROS TRASTORNOS	Pueden ser de tipo renal, ocular, nervioso, auditivo, etc

EFFECTOS SECUNDARIOS

Son los debidos a actos involuntarios de los individuos afectados por el choque eléctrico.

- ✓ *Caídas de altura*
- ✓ *Golpes contra objetos*
- ✓ *Proyección de objetos, Etc.*

TIPOS DE CONTACTO ELÉCTRICO

Los accidentes eléctricos se producen cuando la persona entra en contacto con la corriente eléctrica. Este contacto puede ser de dos tipos.

- ✓ *Contacto Directo*
- ✓ *Contacto Indirecto*

CONTACTO DIRECTO

El contacto directo es el que **se produce con las partes activas de la instalación o equipos**. Esto implica el paso de cantidades de corriente importantes, lo que agrava las consecuencias del choque.



CONTACTO INDIRECTO

El contacto indirecto es el que **se produce con masas puestas accidentalmente en tensión**, entendiéndose por masa el conjunto de partes metálicas de un aparato o instalación que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

La característica principal de un contacto indirecto es que tan sólo una parte de la corriente de defecto circula por el cuerpo humano, el resto de la corriente circula por los contactos con tierra de las masas.

Cuando menor sea el contacto de las masas con el suelo, mayor será el paso de la corriente por la persona en la que se produce el contacto.



MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA RIESGOS ELÉCTRICOS

Una de las circunstancias que favorece y posibilita la circulación de la corriente eléctrica es el desconocimiento de las personas que manipulan los circuitos y las máquinas alimentadas con corriente eléctrica. De ahí, la importancia de las **MEDIDAS INFORMATIVAS**, tanto de la formación del personal, como de las normas de seguridad de la empresa.



- ✓ **Formación del personal:** Toda persona que realice trabajos eléctricos debe estar especializada y conocerá perfectamente los riesgos que entraña su manejo y la forma de evitarlos y eliminarlos. El R.D. 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico define cual debe ser la formación/cualificación mínima que deben poseer los trabajadores, en función del trabajo que desarrollen.
- ✗ **Trabajador autorizado:** trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.
- ✗ **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.
- ✗ **Jefe de Trabajo:** persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

En dicho Real Decreto se indica cual debe ser la formación/cualificación mínima que deben poseer los trabajadores, en función del trabajo que desarrollen:

TRABAJOS CON RIESGOS ELÉCTRICOS		TRABAJOS SIN TENSIÓN	MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES	TRABAJOS EN TENSIÓN	TRABAJOS EN PROXIMIDAD
BAJA TENSIÓN	TRABAJADOR AUTORIZADO	X	X	X (reposición de fusibles)	X (preparación de trabajos)
	TRABAJADOR CUALIFICADO			X	
	TRABAJADOR INFORMADO				X (realización de trabajo)
ALTA TENSIÓN	TRABAJADOR AUTORIZADO		X (supervisado y controlado por un trabajador cualificado)		X (realización de trabajo)
	TRABAJADOR CUALIFICADO	X	X	X (autorizado por escrito y con vigilancia del Jefe de Trabajo) X (fusibles a distancia)	X (preparación de trabajos)
	TRABAJADOR INFORMADO				
RECINTOS ESPECIALES		ACCESOS A RECINTOS DE SERVICIO Y ENVOLVENTES DE MATERIAL ELÉCTRICO	APERTURA DE CELDAS, ARMARIOS Y DEMÁS ENVOLVENTES DE MATERIAL ELÉCTRICO	TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO	TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE EXPLOSIÓN
TRABAJADOR AUTORIZADO	X		X	X	
TRABAJADOR CUALIFICADO					X (deberán seguir un procedimiento previamente estudiado)
TRABAJADOR INFORMADO	X (vigilado por un trabajador autorizado)				

- ✓ **Normas de seguridad:** Aparte de las normas reglamentarias vigentes a este respecto, deben existir otras específicas para cada sector o industria que las complementen.

Además de la información; para evitar accidentes eléctricos, es necesario el uso de **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:**

- ✓ Las instalaciones y equipos eléctricos deben estar diseñados de manera que el riesgo de contacto eléctrico, cuando su uso es el normal o en un primer fallo, sea lo menos probable posible. El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria y Energía define los **sistemas de protección de los aparatos e instalaciones** tanto para contactos directos como contactos indirectos.



- ✓ El Real Decreto sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgo eléctrico hace referencia a que los **equipos de protección individual y equipos y materiales utilizados** deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Dichos equipos y materiales se elegirán, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

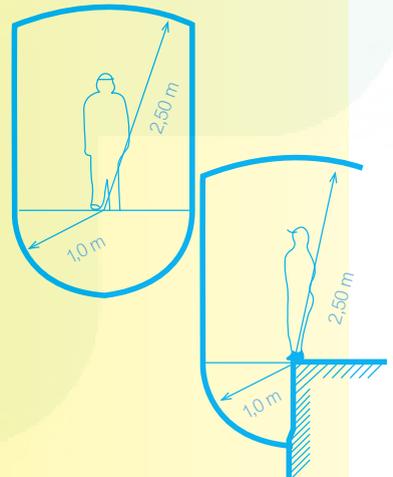
SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

- ✓ **Alejamiento 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 puede estar situada, está a una distancia límite de 2,5 metros hacia arriba, 1 metro lateralmente y 1 metro hacia abajo.

- ✓ **Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.**

Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos deben ser considerado como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.



- ✓ **Recubrimiento de las partes activas de la Instalación** por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2500 ohmios. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

La interposición de obstáculos se puede conseguir con lo que denominamos “Grados de protección IP”. El código IP es un índice que indica el grado de protección proporcionado por la envolvente (caja, armario, carcasa, etc.) del material eléctrico.

El significado del código será según el siguiente esquema:

IP	cifra	cifra	letra	letra
Letras de índice de protección	Primera cifra característica (de 0 a 6, ó letra X)	Segunda cifra característica (de 0 a 8, ó letra X)	Letra adicional (opcional, letras A, B, C, D)	Letra suplementaria (opcional, letras H, M, S, W)

ELEMENTO	Cifras o Letras	Significado para la protección del equipo	Significado para la protección de personas
Letras del código	IP		
Primera cifra característica	0 1 2 3 4 5 6	Contra el riesgo de objetos extraños sólidos (no protegido) ≤50 mm de Ø ≤12,5 mm de Ø ≤2,5 mm de Ø ≤1,0 mm de Ø protegido contra el polvo totalmente protegido contra el polvo	Contra el acceso a partes peligrosas con: (no protegido) el dorso de la mano dedo herramienta alambre alambre alambre
Segunda cifra característica	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Contra la penetración de agua con efectos perjudiciales (no protegido) protegido contra las caídas verticales de gotas de agua protegido contra las caídas de agua con inclinación máx. de 15° protegido contra el agua en forma de lluvia protegido contra las proyecciones de agua protegido contra los chorros de agua protegido contra los chorros fuertes de agua inmersión temporal inmersión continua	
Letra Adicional (opcional)	A B C D		Contra el acceso partes peligrosas con: dorso de mano, dedo herramienta, alambre
Letra Suplementaria (opcional)	H M S W	Información Suplementaria específica de: Material a alta tensión Movimiento durante el ensayo de agua Inmóvil durante el ensayo de agua Intemperie	

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc. que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

CLASE A (PASIVOS)

Hacen que los contactos no sean peligrosos o impiden los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores que puedan tener diferencias de potencial peligrosas.

- ✗ **Separación de circuitos** (para instalaciones de tensión igual o inferior a 500 V, consiste en separar los circuitos de utilización y alimentación mediante un transformador.
- ✗ **Empleo de pequeñas tensiones de seguridad** (24 V en locales húmedos o mojados y 50 V en locales secos y no conductores).
- ✗ **Recubrimiento de masas** con aislamiento de protección.
- ✗ **Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.**
- ✗ **Doble aislamiento** o aislamiento reforzado, de esta forma la posibilidad de un defecto a masa queda totalmente excluida, en condiciones de trabajo normales.
- ✗ **Conexiones equipotenciales**

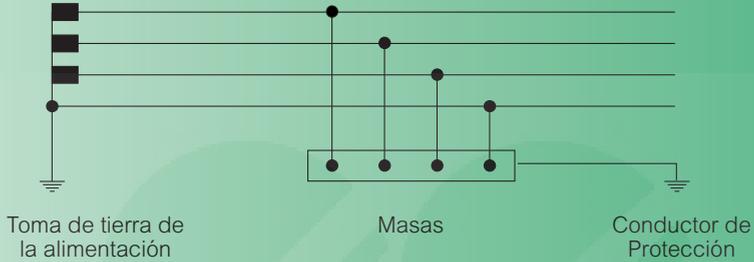
CLASE B (ACTIVOS)

Evitan la permanencia de una tensión de defecto peligrosa

- ✗ Puesta a tierra de las masas, asociada al corte o apertura automática del circuito mediante dispositivos de protección, de forma que la tensión sea eliminada en un tiempo suficientemente corto, para ser tolerada por el cuerpo humano. Para ello, es necesario reunir las tomas de tierra y las masas, mediante un conductor de protección. El tipo de dispositivo de corte automático depende de las posibles posiciones respectivas del punto neutro, en relación a la tierra y a las masas. Los distintos tipos de esquemas de conexión a tierra que pueden darse, son los siguientes:
 - Esquema TT
 - Esquema TNS
 - Esquema IT

● **Esquema TT:**

El neutro está conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación eléctrica se encuentran conectadas a una toma de tierra eléctricamente distinta de la toma de tierra de la alimentación.



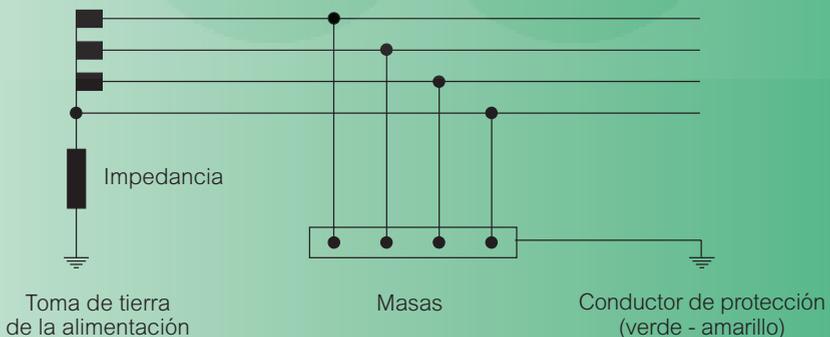
● **Esquema TNS:**

El neutro está conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación eléctrica se encuentran conectadas al punto neutro de la fuente por un conductor de protección distinto del conductor neutro. El neutro y las masas tienen una toma de tierra común.



● **Esquema IT:**

El neutro no está conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación eléctrica están conectadas a una toma de tierra.



Interruptores Diferenciales

Su misión principal es proteger la vida de las personas, al evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan originar tensiones de contacto peligrosas.

Este equipo de protección es un dispositivo eléctrico formado por varias bobinas que actúa midiendo continuamente la diferencia que existe entre la intensidad de corriente que entra y sale en el circuito. Estas dos intensidades (entrante y saliente) inducen corrientes en las bobinas.

En condiciones normales las intensidades entrante y saliente son iguales, siendo entonces las corrientes inducidas que crean de signo contrario, por lo que se anulan mutuamente. Sin embargo, cuando se produce alguna derivación, la intensidad que entra no coincide con la que sale por lo que las corrientes inducidas no se anulan.

Cuando la diferencia entre estas dos intensidades alcanza la intensidad nominal del diferencial (10 mA, 30 mA, 300 mA), la corriente inducida que se origina es la suficiente para crear un campo magnético que desequilibre el interruptor, provocándose por tanto el disparo del mismo.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas, debe cumplir la relación:

- ✓ En locales o emplazamientos secos:

$$R \leq \frac{50}{I_s}$$

- ✓ En locales o emplazamientos húmedos o mojados:

$$R \leq \frac{24}{I_s}$$

siendo I_s , el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

De forma similar se emplean estos aparatos con el sistema de puesta a neutro de las masas a través de un conductor de protección.

Cuando el interruptor diferencial es de alta sensibilidad, esto es, cuando es del orden de los 30 mA, puede utilizarse en instalaciones existentes en las que no haya conductores de protección para la puesta a tierra o puesta a neutro de las masas.

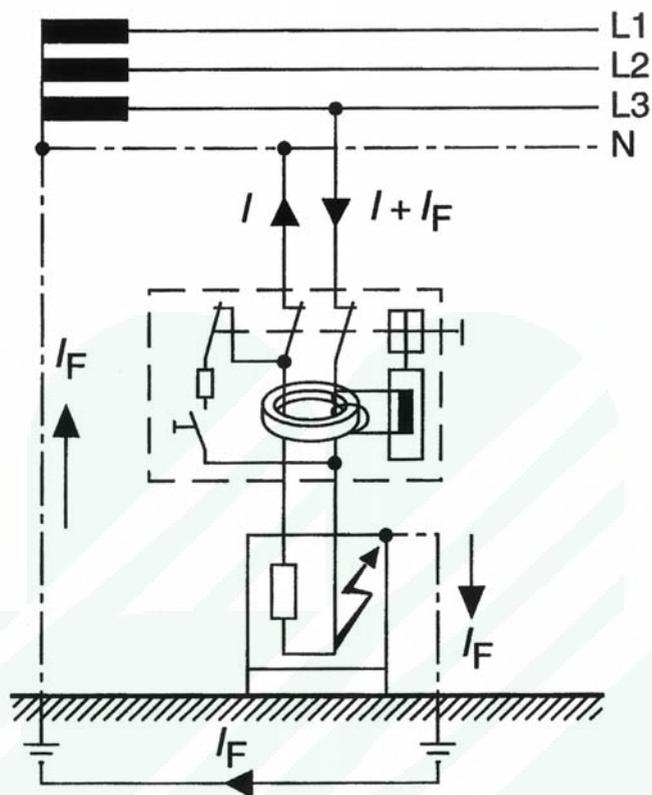
Conviene destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato, que se designa por $I_{\Delta N}$

Aunque normalmente es un dispositivo que se utiliza para protección contra contactos indirectos, también se puede utilizar como protección activa suplementaria contra contactos directos si se instalan de muy alta sensibilidad, ya que al ser muy rápidos en la apertura del circuito, las corrientes superiores, que podrían llegar a resultar peligrosas, son interrumpidas en un tiempo adecuado para la protección del cuerpo humano.

La protección contra contactos indirectos con una tensión peligrosa para las personas, pasa obligatoriamente por el corte automático del circuito de alimentación, en un tiempo tanto más corto cuanto más elevada sea la tensión.

Sus principales funciones son la medida del valor de la corriente de defecto, comparación de la misma con un valor de referencia que es la sensibilidad del aparato ($I_{\Delta N}$), disparo del dispositivo de corte (interruptor automático o manual) y comprobación del conjunto electromecánico para verificar su funcionamiento.



El circuito de prueba permite provocar un defecto artificial para verificar el buen funcionamiento del conjunto electromecánico.

Existen en el mercado muchos tipos de diferenciales estándar que pueden ser:

- ✓ de muy alta ($I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$)
- ✓ alta ($I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$)
- ✓ media ($I_{\Delta N} = 300 \text{ mA}$)
- ✓ baja sensibilidad ($I_{\Delta N} = 500 \text{ mA}$)

Además, existen dispositivos diferenciales sensibles a corrientes pulsantes, diferenciales selectivos, etc.

APARATOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

Los aparatos se clasificarán respecto a la protección contra contactos indirectos en cuatro clases según el grado y el tipo de protección de cada uno.

CLASE 0

No llevan dispositivos que permitan unir las partes metálicas accesibles a un conductor de protección. Su aislamiento corresponde a un aislamiento funcional. Estos aparatos deberán ser desechados en la práctica.

Su indicación en la placa de características será: Clase 0 o sin indicación.

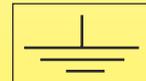
CLASE I

Equipos dispuestos para ser conectados a la red, en los que la protección contra descargas eléctricas no se confía solamente al aislamiento básico, sino que incluye, como **medida adicional de seguridad, el que las partes conductoras estén conectadas a la tierra de protección general del local,** con objeto de evitar que tales partes puedan convertirse en activas por fallo del aislamiento básico.

Llevan dispositivos que permiten unir las partes metálicas accesibles, a un conductor de protección.

Cuando la alimentación del aparato se realice por medio de un conductor flexible, este incluye el conductor de protección, y su clavija para toma de corriente dispone de contacto para este último conductor.

Su indicación en la placa de características será:
Clase I o el símbolo de puesta a tierra



CLASE II

Equipos dispuestos para ser conectados a la red principal, en los que la protección contra descargas eléctricas no se confía solamente al aislamiento básico, sino que **el factor de seguridad se incrementa por doble aislamiento o aislamiento reforzado,** no necesitando conexión a la tierra protectora.

Es decir, que para conseguir el doble aislamiento debe cumplirse que todas las partes susceptibles de contacto, que en caso de defecto pudieran quedar en tensión directa o indirectamente:

- ✓ Deben estar cubiertas con material aislante de forma segura y duradera.
- ✓ Deben quedar separadas de las partes en tensión mediante la separación con piezas aislantes fijadas de forma segura.

Este sistema de protección representa una seguridad eficaz, de tal manera que en la actualidad se está aplicando en las herramientas portátiles, con gran ventaja con respecto a las otras clases.

Se tendrá gran cuidado en las reparaciones de estos aparatos, con objeto de conservar los aislamientos y sustituir las piezas aislantes deterioradas por otras de igual garantía protectora.

Su indicación en la placa de características será:
Clase II o el símbolo:



CLASE III

Equipos en los que la protección contra descargas eléctricas se confía a la alimentación con voltajes de baja tensión de seguridad. Son los que están previstos para ser alimentados bajo una tensión no superior a 50 voltios. No tienen ningún circuito interno ni externo que funcione a una tensión superior a esta.

Su indicación en la placa de características será:
Clase III o el valor de la tensión nominal:



Los aparatos de las clases citadas anteriormente, presentarán un aislamiento a masa que resista una prueba bajo tensión, durante un minuto, a la frecuencia de 50 Hz:

- ✓ Aparatos Clase I: 1.500 voltios
- ✓ Aparatos Clase II: 4.000 voltios
- ✓ Aparatos Clase III: 500 voltios

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los medios de protección personal no dispensan en ningún caso de la obligatoriedad de emplear los medios preventivos de carácter general.

El Real Decreto 1407/1992 de 20 de Noviembre, regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los EPI's. En él se establecen las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir para que dichos productos cumplan su cometido preservando la salud y garantizando la seguridad de los usuarios. En dicho R.D. se clasifican los diferentes equipos en tres categorías. En el caso de los EPI's contra riesgo eléctrico quedan incluidos dentro de la categoría 3 y se obliga a llevar marcado CE con el numero del organismo notificado que realiza el control del producto final.

Independientemente del control antes de su empleo, es necesario que el material de seguridad sea objeto de revisiones periódicas por personas que conozcan las condiciones que dichos equipos deben satisfacer.

MARCADO EPI DE CATEGORÍA III

CE + XXXX

XXXX = Código de cuatro dígitos identificativo, en el ámbito de la UE, del organismo que lleva a cabo el control de aseguramiento de la calidad de la producción.

Ropa de trabajo

La ropa de trabajo para electricistas será incombustible. Si es operador de instalaciones eléctricas de baja o alta tensión su ropa de trabajo será adecuada a la instalación, recomendándose la ropa de algodón o fibras artificiales resistentes al fuego. La ropa de tipo acrílico no es aconsejable.

Se prohibirá el uso de pulseras, cadenas, collares metálicos y anillos, por el riesgo de contacto eléctrico accidental que entrañan.

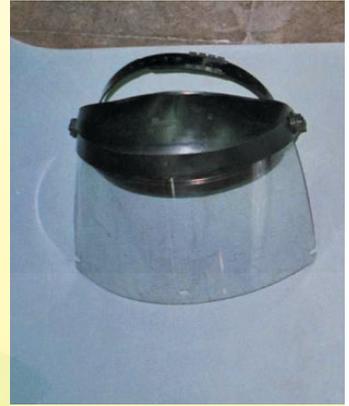
Protección de la cabeza

Los cascos de seguridad protegerán al trabajador frente a las descargas eléctricas. Protegen hasta la tensión indicada por el fabricante; siendo el mas habitual el de 440 voltios, aunque los hay de 1.000 voltios. por el riesgo de contacto eléctrico accidental que entrañan.

Protección de la vista

Los medios de protección ocular serán seleccionados en función de los siguientes riesgos:

- ✓ Choque o impacto con partículas o cuerpos sólidos.
- ✓ Proyección o salpicadura de metales fundidos.
- ✓ Radiaciones ultravioletas.



El arco eléctrico produce radiaciones ultravioletas, infrarrojas y visibles. Por ello es necesario el uso de gafas o pantallas inactivas sin pérdida de visión, con el objeto de absorber las radiaciones y proteger los ojos contra las posibles proyecciones de partículas metálicas que al fundirse se proyectan violentamente.

Calzado

Los operarios relacionados con la electricidad utilizarán calzado aislante sin ningún elemento metálico.

El calzado para electricistas deberá tener plantilla aislante. Caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará asimismo puntera de material aislante adecuado.

Guantes aislantes

Para las maniobras con tensión deberán usarse guantes aislantes. Existen seis clases de guantes y manoplas aislantes según sus características eléctricas.

Los guantes aislantes deben ser verificados frecuentemente y antes de utilizarlos deben ser conservados en cajas o bolsas de protección.

CLASE	TENSIÓN	COLOR DEL SÍMBOLO
CLASE 00	500 V	Beige
CLASE 0	1000 V	Rojo
CLASE 1	7500 V	Blanco
CLASE 2	17000 V	Amarillo
CLASE 3	26500 V	Verde
CLASE 4	36000 V	Naranja



EQUIPOS DE TRABAJO

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los materiales aislantes deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección.

Banquetas aislantes

Son elementos semejantes a taburetes, fabricados en madera o plásticos especiales, con patas que en ocasiones suelen ser de fibra de vidrio, porcelana u otros materiales aislantes. Su utilidad reside en aumentar la resistencia de paso a tierra (aislamiento con respecto a tierra), contribuyendo a neutralizar el riesgo en origen.



Antes de su utilización, es necesario asegurarse de que las partes de la banqueta están sobre una superficie despejada, limpia y en buen estado.

La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra. Es necesario situarse en el centro de la banqueta y evitar todo contacto con las masas metálicas.



Alfombras o esterillas aislantes

Fabricados en caucho o gomas especiales, o materiales aislantes especiales. Al igual que la banqueta, su utilidad reside en aumentar la resistencia de paso a tierra (aislamiento con respecto a tierra), contribuyendo a neutralizar el riesgo en origen.

Pértigas aislantes

Una pértiga aislante es un tubo de material aislante que esta constituido por uno o varios tramos unidos mediante un dispositivo de empalme; una empuñadura que es la parte de la pértiga comprendida entre el disco de limitación y el extremo inferior de la misma; el disco de limitación, es un resalte situado sobre la pértiga aislante, delimitando de forma clara la empuñadura y la zona de trabajo.

La pértiga de salvamento es el conjunto formado por una pértiga aislante en cuya cabeza de trabajo se ha acoplado un útil de salvamento; este útil es el que actuará directamente sobre el accidentado en el rescate.



Mantas aislantes

Protegen al usuario de contactos accidentales con conductores, aparatos, o circuitos en tensión.

Herramientas

Estas herramientas pueden responder a uno de los dos prototipos siguientes:

✓ Herramientas aislantes:

Constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.

✓ Herramientas aisladas:

Son herramientas metálicas, recubiertas de material aislante.



TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Los requisitos aplicables a cada tipo de trabajo, en función de las características de éste, de la instalación y de su entorno, se establecen en el Real Decreto 614/2001. A continuación, vamos a detallar los aspectos más importantes de dicho Real Decreto.

NORMAS GENERALES

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, excepto:

- a) Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- b) Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad (las tensiones de seguridad serán de 24 V para emplazamientos húmedos o mojados y 50 V para emplazamientos secos), 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.

- c) Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- d) Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

El personal que trabaja en instalaciones de baja o alta tensión, debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir y debe utilizar y hacer un uso correcto del equipo de trabajo y del equipo de protección individual.

Se consideran trabajos en alta tensión todos los que se realicen con tensiones superiores a 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.

Como norma general se realizarán todos los trabajos sin tensión. Si por cualquier motivo hubiera necesidad de realizar trabajos en tensión recuerde que se le deberá adiestrar en la realización del trabajo mediante métodos específicos (trabajo en contacto con protección aislante, trabajo a distancia, trabajo a potencial).

Se debe **informar a los trabajadores** directa o indirectamente implicados de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.



TRABAJOS SIN TENSION

Toda instalación será considerada bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto. Los trabajos en instalaciones eléctricas deben realizarse siempre en ausencia de tensión y sólo en caso excepcionales se permitirá trabajar con tensión.

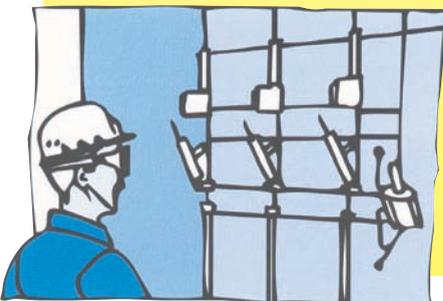
SUPRESIÓN DE LA TENSION

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, se seguirá el proceso con cinco etapas conocido habitualmente como “las cinco reglas de oro”, que se describe a continuación. El objeto de este procedimiento es proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico derivado de la aparición inesperada de tensiones peligrosas de la instalación, debidas a posibles maniobrar erróneas, contactos accidentales de la instalación con otras líneas en tensión o cualquier otra causa. Una instalación a la que se ha aplicado el citado procedimiento de supresión de la tensión se la conoce comúnmente como “instalación en descargo” o “instalación en consignación”.

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.



1 Desconectar. Aislar de cualquier posible fuente de alimentación la parte de la instalación en la que se va a trabajar, mediante la apertura de todos los seccionadores, interruptores o disyuntores, mediante los cuales dicha instalación se pueda conectar a las fuentes de alimentación conocidas. También puede utilizarse para ello la extracción de fusibles y la retirada de puentes que unen distintas partes de la instalación.



2 Prevenir cualquier posible retroalimentación: El objetivo de esta etapa es impedir que la instalación se reconecte, a causa de errores o fallos fortuitos. El bloqueo mecánico o enclavamiento del mecanismo de maniobra se puede efectuar mediante el empleo de candados o cerraduras, combinados, en su caso, con cadenas, pasadores u otros elementos destinados a conseguir la inmovilización del mando de accionamiento del aparato de maniobra.



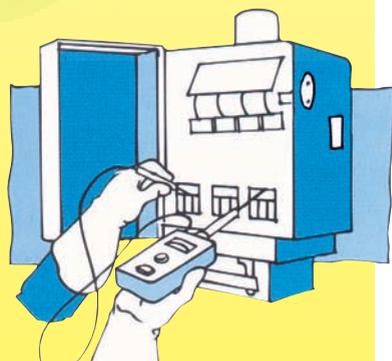
Se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

3 Verificar la ausencia de tensión: Comprobar, mediante un verificador, la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, neutro, ambos extremos de fusibles o bornes, etc.) Los comprobadores de tensión estarán protegidos y dotados de puntas de prueba aisladas, menos en sus extremos en una longitud lo más pequeña posible para evitar cortocircuitos en las mediciones.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.



4 Poner a tierra y en cortocircuito: Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- ✓ En las instalaciones de alta tensión
- ✓ En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

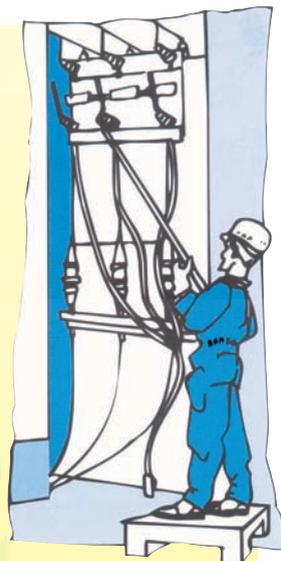
Una puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación correctamente colocada constituye una medida preventiva de gran eficacia para proteger a los trabajadores de la exposición a diferencias de potencial peligrosas; originadas por averías, errores o situaciones que puedan transmitir o inducir en la instalación tensiones imprevistas. Esta medida es la que garantiza el mantenimiento de la situación de seguridad durante todo el tiempo que duran los trabajos en la instalación. Sin embargo, para que la protección sea efectiva es necesario garantizar que la puesta a tierra esté correctamente instalada.

En la zona de trabajo donde sea necesario colocar una toma de tierra y en cortocircuito se pueden presentar dos situaciones:

- a) Inexistencia de tomas de tierra en la zona: En el caso de que no existan tomas de tierra utilizables en la zona de trabajo es necesario proceder a su instalación. La puesta a tierra y en cortocircuito nunca debe realizarse con medios improvisados; para realizarla con garantías de seguridad es necesario emplear equipos especialmente fabricados para tal fin y conformes con las normas técnicas que le sean de aplicación.
- b) Existencia de puntos fijos de puesta a tierra: Los puntos fijos de puesta a tierra forman parte de muchas instalaciones, principalmente en estaciones de transformación, centrales eléctricas y centros receptores. Cuando existan, es preferible utilizar estos puntos fijos para efectuar la conexión a tierra de la instalación en descargo pues, además, de facilitar la operación, ofrecen mayores garantías de seguridad, dado que han sido especialmente proyectados y colocados para lograr las mejores condiciones.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.



Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

5 Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo:

Esta etapa es complementaria de las anteriores. Consiste en la introducción de barreras destinadas a evitar el contacto de los trabajadores con otros elementos en tensión (pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad) y la delimitación y señalización de la zona de trabajo, utilizando cintas o cadenas aislantes diseñadas al efecto, así como señales de peligro o prohibición.



REPOSICIÓN DE LA TENSIÓN

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados. El proceso de reposición de la tensión es la inversa de la requerida para efectuar la desconexión, y las precauciones y medidas de seguridad también son las mismas en cada una de las etapas, comprenderá:

1. *La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.*
2. *La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.*
3. *El desbloqueo y/o retirada de la señalización de los dispositivos de corte.*
4. *El cierre de los circuitos para reponer la tensión.*

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. Estas precauciones previas se refieren fundamentalmente a garantizar que la totalidad de los trabajadores han sido informados de que se va a efectuar la reposición de la tensión y la comprobación de que todos y cada uno de ellos han tomado las medidas previstas en la planificación del trabajo para que las operaciones de reposición de la tensión se realicen con garantías de seguridad. Esto incluye la comprobación de haber recogido todos los equipos, materiales y herramientas que no vayan a ser utilizados en las sucesivas etapas de reposición de la tensión.

En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- ✓ La previa notificación a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- ✓ La comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- ✓ Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- ✓ Informar en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- ✓ Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

TRABAJOS CON TENSIÓN

Para trabajar con tensión deberán cumplirse las siguientes normas de seguridad:

- ✓ Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
- ✓ Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- ✓ Es recomendable que la formación y el entrenamiento sean objeto de cursos y prácticas periódicas de reciclaje, por ejemplo, una vez al año.
- ✓ Cuando realizamos trabajos en tensión hay que considerar no sólo el riesgo de contacto eléctrico sino también la formación de arcos eléctricos por cortocircuito, donde la temperatura del medio se va a elevar hasta 4000 °C.
- ✓ Se utilizarán métodos específicos:
 - ✗ trabajo a distancia: el operario mantiene una distancia mínima de seguridad a las instalaciones en tensión
 - ✗ trabajo en contacto con protección aislante de las manos: el operario actúa directamente sobre los elementos en tensión garantizando su aislamiento con partes a potencial diferente
 - ✗ trabajo a potencial: el operario se sitúa al potencial de la instalación
- ✓ Dentro de cada uno de dichos trabajos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar.

✓ **La protección del operario contra el riesgo de contacto con elementos situados a potencial diferente del suyo**, que no estén en el punto de trabajo, se debe asegurar por uno o varios de los métodos siguientes:

✗ Utilización de accesorios aislantes (pantallas, telas, vainas, cubiertas, etc.) para cubrir los conductores desnudos o los conductores cuyo aislamiento es defectuoso o insuficiente, los aisladores, etc., así como las masas.

✗ Utilización de dispositivos aislantes (plataformas, banquetas, alfombras, etc.).

✗ Utilización de protección personal (guantes, gafas, casco).



✓ El operario debe **revestir los conductores y masa** con los que pueda entrar en contacto (salvo el punto de trabajo), y como regla general, debe proceder a **este revestimiento a medida que avanza en su trabajo**.

✓ En los casos **de cables subterráneos** se debe **asegurar el revestimiento (protectores, telas vinílicas, etc.) de la zanja o canalización y de las masas (envolventes, conductores de cables, etc.)** con las que el operario pueda entrar en contacto al mismo tiempo que con el conductor en tensión. Además, toda persona que pueda tocar al operario, bien directamente, bien por medio de herramientas, útiles y otros objetos, deberá llevar guantes aislantes y estar situado sobre una superficie aislante.

✓ **Antes de cada trabajo** deberán **comprobarse los guantes** aislantes por medio neumático elemental, como asimismo, verificar el buen estado de la herramienta, materiales y equipo.

- ✓ Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- ✓ La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- ✓ Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- ✓ A la hora de determinar las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:
 - ✗ Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
 - ✗ Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

DISPOSICIONES ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

- ✓ El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.
- ✓ El jefe de trabajo, antes de iniciar el trabajo, se comunicará con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.
- ✓ La realización de cualquier trabajo en tensión deberá ser autorizado por escrito. En el procedimiento se deben incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:
 - a) *retirada, Las medidas de seguridad que deben adoptarse*
 - b) *El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.*
 - c) *Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.*
- ✓ La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año. La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE INSTALACIONES EN TENSIÓN

Los trabajos no eléctricos en la proximidad de instalaciones en tensión, y el consiguiente riesgo de contacto con elementos bajo tensión accesibles, conllevan un alto grado de peligrosidad. El riesgo es particularmente grave si, además de no percibirse con la suficiente antelación la existencia de dichas conducciones, no se adoptan a tiempo las medidas de seguridad pertinentes. Los tipos de contacto que pueden producirse son:

- a) Contacto directo con una parte del cuerpo humano: En los trabajos efectuados en las proximidades de líneas eléctricas aéreas, existe el riesgo de tocar los hilos desnudos directamente.
- b) Contacto a través de útiles o herramientas.
- c) Contacto a través de maquinaria de gran altura: Si los andamios, máquinas de movimiento de tierra, etc., se aproximan a líneas aéreas o las tocan, se pueden poner bajo tensión.

Para evitar este tipo de accidentes se deben seguir las siguientes medidas de seguridad:

- ✓ En las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.
- ✓ Antes de iniciar el trabajo un trabajador autorizado, en caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo.
- ✓ La primera medida preventiva que debería plantearse es la de suprimir riesgo en su origen, es decir, suprimir la tensión de la instalación o, al menos, en algunos de los elementos de la misma.

- ✓ La segunda medida preventiva que se debe intentar aplicar, para aquellos elementos de la instalación en los que no se pueda suprimir la tensión, consiste en reducir las “zonas de peligro”. Es decir, delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.
- ✓ Siempre se aislarán en baja tensión las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas aislantes, etc., y en alta tensión siempre que no se cumplan las distancias mínimas de seguridad en instalaciones no protegidas definidas en el R.D.614/2001 sobre riesgo eléctrico:

U_n	D_{pel-1}	D_{pel-2}	D_{prox-1}	D_{prox-2}
≤1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

(*)Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

U_n = tensión nominal de la instalación (kV).

D_{PEL-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

- ✓ Todas las personas que intervienen en la ejecución de una obra deben ser informadas de los riesgos que entrañan los trabajos que deban realizarse en la proximidad de líneas aéreas, y sobre las formas de eliminarlos y/o protegerse contra ellos. Se darán a conocer las distancias de seguridad a mantener y las medidas adecuadas de protección.

Para la prevención del riesgo eléctrico en **actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas** deberá actuarse de la siguiente forma:

- ✓ En una canalización eléctrica subterránea en la que deban efectuarse trabajos, no podrá ser considerada sin tensión si no se han cumplido todas las etapas de la consignación o descargo y se ha verificado la ausencia de tensión. Esto se aplicará también en el caso de trabajos a efectuar en la proximidad de instalaciones en tensión, respecto de la presencia de tensión en los conductores próximos.
- ✓ Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo o en sus cercanías.
- ✓ En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará de la compañía eléctrica información acerca de la existencia de líneas subterráneas, para que proceda a su descargo.
- ✓ Si en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- ✓ A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:
 - ✗ Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
 - ✗ Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.
- ✓ Si se utiliza pértigas sierra-cables o un picacables, es obligatoria la puesta a tierra de dichos elementos y la utilización de guantes aislantes para alta tensión, alfombra aislante y gafas de protección ocular contra arco.

TRABAJOS ELÉCTRICOS EN LOCALES DE CARÁCTERÍSTICAS ESPECIALES

En los lugares de trabajo o locales donde se presenten condiciones especiales de humedad o impregnación por líquidos conductores, emanación de vapores corrosivos, etc. se utilizarán herramientas eléctricas y materiales especialmente proyectados para mantener el nivel de aislamiento requerido según las normas de aplicación.

En los recintos muy conductores, se utilizarán pequeñas tensiones de seguridad, y las tomas de corriente se emplazarán en el exterior del recinto de trabajo. Esto es, cuando las herramientas portátiles se utilicen en lugares altamente conductores como calderas, tuberías metálicas, etc. deberán ser de la clase III (< 50 V) e irán alimentadas por un transformador separador de circuitos.



Instalaciones en locales húmedos

Podemos definir locales o emplazamientos húmedos como aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aun cuando no aparezcan gotas, ni el techo o las paredes estén impregnados de agua: sótanos, zonas contiguas a locales mojados,...

RECUERDE

No debe trabajar en ambientes húmedos salvo que tenga los equipos con el grado de protección adecuado.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico, cuando no se utilicen pequeñas tensiones de seguridad, cumplirá con las siguientes condiciones procedentes del **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e ITCs.**

Canalizaciones

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, esto equivaldría aproximadamente a un **IP X1X mínimo obligatorio.**

Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, esto equivaldría aproximadamente a un **IP X1X mínimo obligatorio.**

Receptores y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra la caída vertical de agua esto equivaldría aproximadamente a un **IP X1X mínimo obligatorio.**

Los portalámparas, pantallas y rejillas, deberán ser de material aislante. Los aparatos de alumbrado portátiles serán de la Clase II (doble aislamiento), según MI BT 031.

Elementos conductores

Todo elemento conductor no aislado de tierra y accesible simultáneamente a elementos metálicos de la instalación o a los receptores, se unirá a las masas de éstos mediante una conexión equipotencial, unida a su vez al conductor de protección, cuando exista.

Instalaciones en locales mojados

Se denominan locales o emplazamientos mojados a 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 de vaho durante largos períodos, **destacando los establecimientos de baños, los cuartos de duchas o para uso colectivo, los lavaderos públicos, las cámaras frigoríficas**, las fábricas de apresto, tintorerías, salas de bombeo, locales con riesgo de corrosión, depósitos de agua, etc, así como las instalaciones a la intemperie.



RECUERDE

No debe trabajar en ambientes húmedos salvo que tenga los equipos con el grado de protección adecuado.

A continuación le damos una serie de indicaciones reglamentarias, procedentes del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e ITCs.

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, esto equivaldría aproximadamente a un **IP X4X mínimo obligatorio**.

Tubos

Si se emplean tubos para alojamiento de los conductores, éstos serán estancos, preferentemente aislantes, y en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Se colocarán en montaje superficial y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo, a 2 centímetros de las paredes.

Aparatos de mando, protección y tomas de corriente

Se recomienda instalar los aparatos de mando y protección y tomas de corriente, fuera de estos locales. Cuando no se pueda cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán del tipo protegido contra las proyecciones de agua, esto equivaldría aproximadamente a un **IP X4X mínimo obligatorio**, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen una protección equivalente.

Dispositivos de protección

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción MI BT 020, se instalará en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de pequeñas tensiones de seguridad, según MI BT 021.

Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua, la cubierta de los portalámparas será en su totalidad de materia aislante hidrófuga, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen en un lugar fácilmente accesible.

Instalaciones en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión

Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos (R.D. 614/2001):

- ✓ Se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo.
- ✓ Se evitará la aparición de focos de ignición
- ✓ No se realizarán trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.
- ✓ Antes de realizar el trabajo, se verificará el estado de los medios y equipos de extinción.
- ✓ Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

En todo lugar o proceso donde pueda producirse una **acumulación de cargas electrostáticas** (procesos donde se produzca fricción de materiales, vaporización, trasvase, etc. de líquidos o materiales en forma de polvo...) deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión:

- ✗ Utilización de materiales antiestáticos
- ✗ Conexión a tierra de los conductores o elementos metálicos aislados
- ✗ Mantener la humedad relativa del aire por encima del 50%...

Cuando los aparatos portátiles deban utilizarse en **obras o lugares en los cuales exista riesgo de explosión, por vapores, nieblas, polvo combustible o fibras fácilmente inflamables**, éstos deberán de responder a unas exigencias claras en cuanto el modo de protección del aparato. Infórmese del tipo de protecciones reglamentarias que debe tener el aparato en función del tipo de local.

Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico

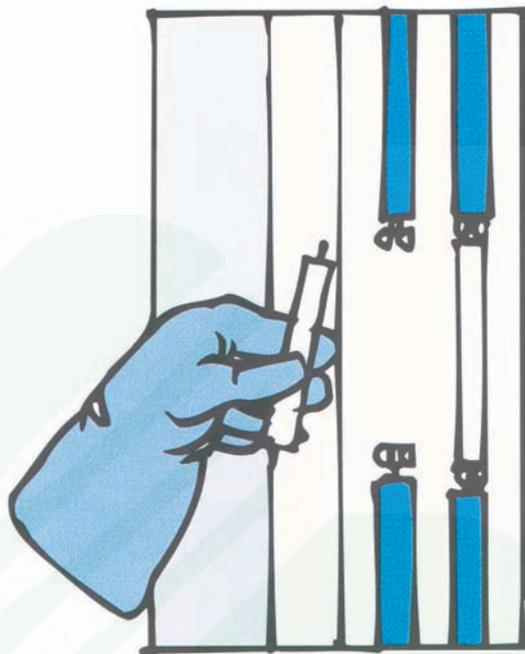
- ✓ El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o al personal, bajo la vigilancia continuada de éstos que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.
- ✓ Las puertas de acceso deben señalizarse indicando **la prohibición de entrada al personal no autorizado**, utilizando las señales normalizadas, de acuerdo con el Real Decreto 485/1997, sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Cuando en el recinto no haya personal de servicio, **las puertas deberán permanecer cerradas** de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.
- ✓ Ninguna persona que no sea un trabajador autorizado o cualificado debe abrir, bajo ningún concepto, los envolventes de material eléctrico, tanto en instalaciones de alta tensión, como de baja tensión y, en el caso de los trabajadores autorizados, sólo podrán hacerlo con el permiso del titular de la instalación.

CAMBIO DE FUSIBLES

Para el cambio de fusibles en alta tensión, previamente deberá retirarse la tensión de todos los conductores a los que pueda acceder.

Si después de esto existen partes próximas en tensión se tendrán en cuenta las distancias de seguridad según tensión o se colocarán pantallas aislantes.

No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.



En el caso de la reposición de fusibles conectados directamente al primario de un transformador, el procedimiento para llevar a cabo la única puesta a tierra y en cortocircuito requerida es el mismo que ya se ha indicado para la supresión de tensión en cualquier instalación:

- a) Desconectar: En este caso, la desconexión se debe efectuar en la instalación de alta tensión y en el lado de baja tensión, para evitar posibles retornos a través del secundario.
- b) Verificar la ausencia de tensión.
- c) Poner a tierra y en cortocircuito el tramo de la instalación de alta tensión comprendido entre los fusibles y el transformador, mediante el procedimiento general ya descrito. Esta puesta a tierra y en cortocircuito también tiene por objeto proteger de eventuales retornos a través de la instalación conectada al secundario del transformador.

TRABAJOS EN TRANSFORMADORES Y EN MÁQUINAS EN ALTA TENSIÓN

El trabajo en los transformadores de tensión o de potencia, sin tensión, requiere desconectar los circuitos primario y secundario, empezando, si es posible por el circuito de menor tensión.

En el caso de los transformadores de intensidad es necesario tener en cuenta que una apertura accidental del secundario puede dar lugar a sobretensiones muy peligrosas entre sus terminales. Por esta razón, para trabajar sin tensión en el transformador o en los circuitos alimentados por él, es necesario dejar sin tensión el primario.



Si se presentara la necesidad de abrir el circuito conectado al secundario del transformador intensidad, mientras el primario permanece en tensión, deben ser cortocircuitados previamente los bornes del secundario de una forma segura.

Antes de manipular en el interior de un motor eléctrico o generador deberá comprobarse que:

- ✓ **La máquina está parada**
- ✓ **Están desconectadas las alimentaciones**
- ✓ **Los bornes están en cortocircuito y a tierra**
- ✓ **La protección contra incendios está bloqueada**
- ✓ **La atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable**



NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE RECEPTORES, ÚTILES O HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES

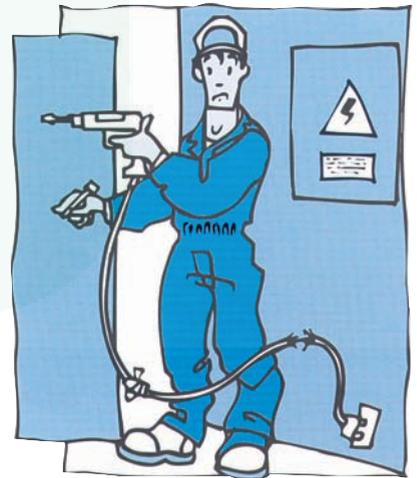
Debemos **revisar el perfecto estado de conservación de cualquier receptor, útil o herramienta eléctrica en uso**, de sus tomas de corriente, así como el correcto aislamiento de los conductores de conexión.

Previamente a la **reparación o ajuste de un receptor eléctrico**, o parte de una instalación, se debe realizar el **corte y la verificación de la ausencia de tensión correspondiente**. Si no es posible se actuará como si fuese un trabajo en tensión.

Si se sospecha que la conexión de un útil o herramienta eléctrica portátil en una instalación no ofrece todas las garantías, deberá dotarse a la máquina o útil de una protección adecuada, salvo en aquellos casos en que la fabricación del aparato o útil incluya esta protección.

Seleccionaremos la **herramienta más adecuada para los diferentes trabajos a realizar**:

- ✓ Las herramientas eléctricas portátiles utilizadas en obras de construcción serán de clase II o de doble aislamiento.
- ✓ En recintos muy conductores o húmedos las herramientas deberán ser de clase II o doble aislamiento, alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.
- ✓ En lugares expuestos a lluvia, a proyecciones de agua y polvo, se utilizarán herramientas portátiles con índice protección IP 54.
- ✓ Para locales secos, las herramientas eléctricas deben tener diferenciales de 30 mA y 10 mA en locales húmedos o conductores.



- ✓ Si se sospecha de la presencia, aunque sea temporal, de atmósferas potencialmente explosivas, deberemos de utilizar herramientas especiales antichispa o con sistema de tipo antideflagrante.

Los circuitos donde están enchufados o conectados los equipos estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos adaptándose a las condiciones de utilización y características propias de los receptores. **No anularemos nunca los dispositivos de seguridad.**

Verificaremos siempre el cable de alimentación del equipo eléctrico sobre todo de la cubierta aislante. Comprobaremos el estado de la toma de corriente y del interruptor si lo hubiera.

En caso de utilizar algún tipo de **prolongador** se debe **elegir el más idóneo** en cuanto al número de hilos, tipo de clavija y aislamiento. Dicho aislamiento se comprobará visualmente.

Hay que **evitar el daño a los conductores eléctricos** protegiéndolos de quemaduras, productos corrosivos, cortes, paso de vehículos, etc.; así como colocar los cables sobre hierros, tuberías, radiadores u objetos metálicos para evitar facilitar las corrientes de fuga.

En ningún momento el agua y otros líquidos conductores deben de penetrar en los dispositivos conductores; se podría producir un paso de corriente a las partes metálicas de la herramienta, por lo que la colocaremos siempre que sea posible sobre soportes secos.

Si se observa alguna anomalía como chispas y arcos eléctricos, sensación de descarga, olores extraños, calentamiento anormal de la herramienta, etc., **desconéctela de inmediato y coloque un aviso** para que la reparen o bien lleve la herramienta eléctrica al taller de reparación, pero **no intente repararla** si se desconoce el origen de la avería.

No realice reparaciones provisionales de los cables con cinta aislante; ya que ésta con el tiempo se va secando y consecuentemente va perdiendo su poder adhesivo pudiendo llegar incluso a absorber humedad.



Nunca deben utilizarse herramientas eléctricas con los pies mojados. En caso de hacerlo debemos tomar medidas de seguridad suplementarias.

No se deben exponer las máquinas eléctricas a la lluvia, si éstas no tienen un grado de protección contra la penetración de agua.

Recuerde que los aparatos protegidos contra proyecciones de agua llevarán los símbolos correspondientes según el grado de protección.

No abandone las herramientas eléctricas en cualquier parte del taller ni tampoco a la intemperie ya que se favorecería su deterioro.

Guarde las herramientas en cajas, bolsas, estanterías, etc. para evitar en la medida de lo posible los golpes, proyecciones de materias calientes, materias corrosivas, agua, etc.

Para desconectar la clavija de un enchufe siempre se debe tirar de ella y no del cable de alimentación. Los tirones en el cable de alimentación pueden causar roturas de hilos internos y a la larga ser causa de pérdidas de aislamiento, con el aumento de la probabilidad de un accidente por contacto eléctrico.

Los cables prolongadores deben guardarse enrollados y preservados de agua, sustancias corrosivas, etc. Así mismo, es recomendable tenerlos **completamente desenrollados durante su utilización.**

Los cables dañados deben ser sustituidos enteros y los enchufes que se repongan deben ser de material termoplástico resistente al choque.

En caso de que una herramienta sufra un golpe de cierta consideración o bien haya sido afectada por la humedad y/o productos químicos, se recomienda que antes de su utilización se le haga una **revisión a fondo para asegurarse de que no estuviera dañada.**

Es recomendable una **revisión** a fondo de las herramientas **cada seis meses** y una **revisión rutinaria antes de ponerlas en funcionamiento.**

Cuando la **herramienta esté prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácilmente y de forma clara la tensión** para la cual está ajustada.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las técnicas de extinción de incendios se basan en separar o eliminar uno de los factores o elementos que componen el tetraedro del fuego (combustible, aire, calor, reacción en cadena).

Podemos clasificar el fuego en función del tipo de combustible que lo origine:

Clase A: Sólidos

Clase B: Líquidos

Clase C: Gases

Clase D: Metales especiales

Los fuegos de tipo eléctrico, no son en realidad ninguna clase de fuego, ya que en éste grupo quedan incluidos cualquier combustible que arde en presencia de cables o equipos eléctricos bajo tensión.



Esta clasificación es importante para poder elegir el tipo de sustancia extintora más adecuada al tipo de fuego que se puede originar en una zona o tipo de trabajo determinado:

EL AGUA

El agua utilizada, bien a chorro, bien pulverizada, es un extintor barato, abundante y eficaz, que elimina las brasas de los fuegos de sólidos, pero su eficacia es dudosa con fuegos líquidos y gases y además **es conductora de la electricidad, por ello no se podrá utilizar en fuegos en presencia de tensión eléctrica.**

LA ESPUMA

La espuma física se produce mezclando agua con productos espumantes. Es muy adecuada para apagar fuegos de combustibles líquidos porque flota sobre ellos separando así combustible y aire. Pero, **es conductora de la electricidad, por ello no la utilizaremos en presencia de tensión eléctrica.**

EL POLVO

Los extintores de polvo químico (polvo convencional o BC) son muy efectivos para fuegos de gases y líquidos, además no son conductores de la electricidad hasta una determinada tensión, deberá comprobarse que la tensión de la instalación y/o la tensión a la cual está conectado el equipo sea inferior a la de utilización del extintor. Existe otra clase de polvo, el llamado Polivalente, ABC o antibrasa, que sirve también para fuegos sólidos.



Puede utilizarse para fuegos de tipo eléctrico, pero su mayor inconveniente es que pueden ensuciar y estropear instalaciones costosas, como los cuadros eléctricos.

EL ANHÍDRIDO CARBÓNICO (CO₂)

El anhídrido carbónico es un gas barato, fácil de comprimir y almacenar y tiene un gran poder extintor. Pero hay que tener en cuenta el gran enfriamiento que produce su expansión y además, como es un gas inerte y por tanto irrespirable, colabora a empobrecer más aún la proporción de oxígeno en el aire, por lo que, aunque es efectivo contra el fuego, puede ser peligroso para las personas. Tiene la ventaja de que no deja huellas y sobre todo es **efectivo para fuegos en presencia de tensión eléctrica.**

LOS HALONES

Los halones o hidrocarburos halogenados son extintores muy efectivos y que tampoco dejan huella. Dado su elevado coste, solamente se utilizan en instalaciones de gran valor (centros de cálculo, circuitos electrónicos, etc.). Son efectivos para fuegos sólidos y líquidos.

De acuerdo con el Protocolo del Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, actualmente está prohibida su fabricación y comercialización. No se prohíbe su uso, pero si alguna instalación se dispara no se podrá recargar.

A continuación presentamos un cuadro resumen que puede ser de utilidad a la hora de usar los distintos tipos de agentes extintores existentes.

AGENTES EXTINTORES Y SU ADECUACIÓN A LAS DISTINTAS CLASES DE FUEGO

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO (UNE 23010)			
	A Sólidos	B Líquidos	C Gases	D Materiales Especiales
Agua pulverizada	(2)XXX	X		
Agua a chorro	(2)XX			
Polvo BC (convencional)		XXX	XX	
Polvo ABC (Polivalente)	XX	XX	XX	
Polvo específico metales				XX
Espuma Física	(2)XX	XX		
Anhídrido Carbónico	(1)X	X		
Hidrocarburos Halogenados	(1)X	XX		

Siendo: XXX Muy Adecuado · XX Adecuado · X Aceptable

Notas:

(1) El fuegos pocos profundos (profundidad inferior a 5 mm/puede asignarse XX).

(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.