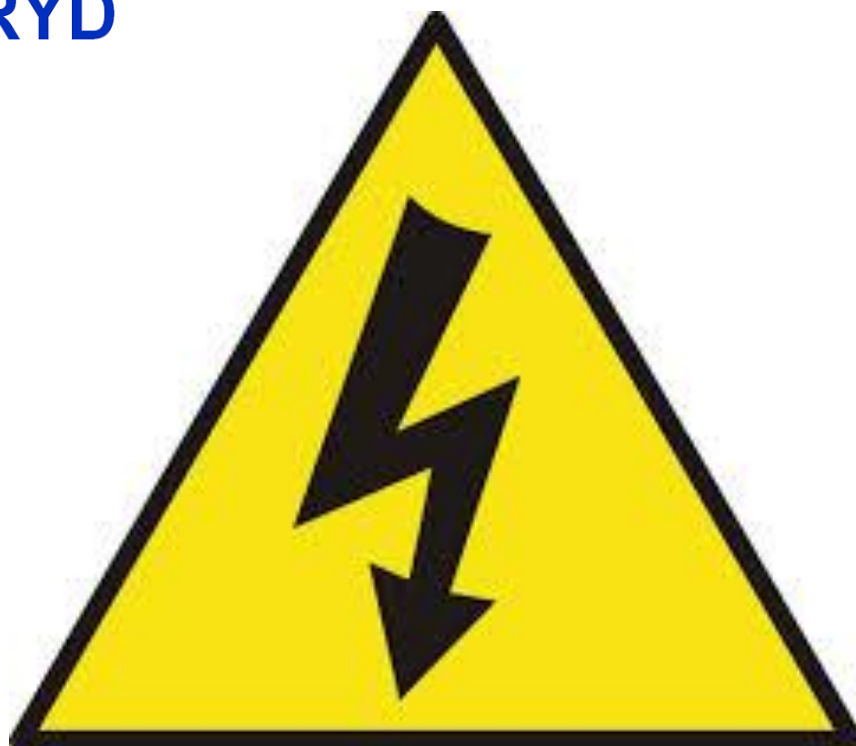


Prevención de Riesgos Laborales

Manual de Formación

Formación de 2º ciclo

Instaladores y reparadores de líneas y equipos eléctricos (parte específica y reciclaje)





Índice

1. Definición de los trabajos.
.
2. Técnicas preventivas específicas.

1 Definición de los trabajos

El RD 614/2001 exige la obligatoriedad de emplear técnicas y procedimientos de trabajo para trabajos en instalaciones eléctricas o en sus proximidades, donde exista Riesgo Eléctrico.

RIESGOS LABORALES:

Riesgos Eléctricos:

- Contacto eléctrico directo por contacto con elementos en tensión.
- Contacto eléctrico indirecto por contacto con masas puestas accidentalmente en tensión.
- Quemaduras por choque eléctrico o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendio o explosiones originados por la electricidad.

Otros riesgos laborales:

- Manejo manual de cargas (equipos eléctricos, herramientas, etc).
- Ruido provocado por el uso de herramientas manuales

MEDIDAS PREVENTIVAS:

El trabajo en instalaciones eléctricas con existencia de riesgo eléctrico exigen que las personas que los realicen estén previamente autorizadas y además seguir unas normas exhaustivas de seguridad y en ocasiones el empleo de procedimientos específicos de trabajo, como los siguientes:

Operaciones sin necesidad de establecer procedimientos de trabajo:

- Operaciones elementales: Conectar o desconectar con material eléctrico concebido para ello, conforme al procedimiento del fabricante. Verificar previamente el buen estado del material manipulado.
- Trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, que no exista posibilidad de confusión con otras instalaciones y que los posibles cortocircuitos no supongan riesgos de quemaduras.

Operaciones con necesidad de establecer procedimientos de trabajo:

- Trabajos sin Tensión.
- Trabajos en Tensión.
- Trabajos en Proximidad.
- Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones
- Trabajos en emplazamientos con riesgos de incendio o explosión. Electricidad estática.

DEFINICIONES:

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ELÉCTRICO:

Secuencia de las operaciones a desarrollar para la realización de un trabajo eléctrico, incluyendo los medios humanos (cualificación, autorización y formación del personal) y medios materiales (herramientas, útiles y equipos de protección) necesarios para su prevención y/o control del riesgo.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

Conjunto de materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transmite, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN:

Aquella cuya tensión nominal sea igual o inferior a 1.000 V para corriente alterna y 1.500 V para corriente continua.

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, por arco eléctrico o por cortocircuito eléctrico. Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico. Incendios o explosiones originados por la electricidad.

DESCARGO DE UNA INSTALACIÓN:

Conjunto de operaciones necesarias para retirar la tensión de una instalación eléctrica (o parte de la misma) y garantizar la ausencia de tensión en la misma durante la realización de un trabajo en ella, o en sus proximidades.

ZONA DE PELIGRO O ZONA DE TRABAJOS EN TENSIÓN:

Zona alrededor de elementos en tensión en los que la presencia del trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico o un contacto directo con elementos en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que pueda efectuar el trabajador sin desplazarse. Donde no existan barreras físicas, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona, se indica en tabla 1.

ZONA DE PROXIMIDAD:

Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

TRABAJADOR AUTORIZADO:

Trabajador que ha sido autorizado por la empresa para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos de trabajo establecidos.

TRABAJADOR CUALIFICADO:

Trabajador autorizado, que posee los conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada 2 o más años.

RESPONSABLE ELÉCTRICO:

Es la persona cualificada y autorizada por la Empresa, que posee los conocimientos especializados necesarios, para planificar y supervisar y consecuentemente la autoridad para autorizar o denegar los trabajos.

RESPONSABLE DE TRABAJOS O JEFE DE TRABAJO:

Es la persona autorizada por la Empresa, con los conocimientos necesarios, para dirigir y/o realizar un trabajo de forma correcta, para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

MANIOBRA:

Intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicado montaje de elemento alguno.

MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES:

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

TRABAJOS ELÉCTRICOS SIN TENSIÓN (TST):

Trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias (medidas de prevención y control del riesgo eléctrico) para mantener la instalación sin tensión.

TRABAJOS ELÉCTRICOS EN TENSIÓN (TET):

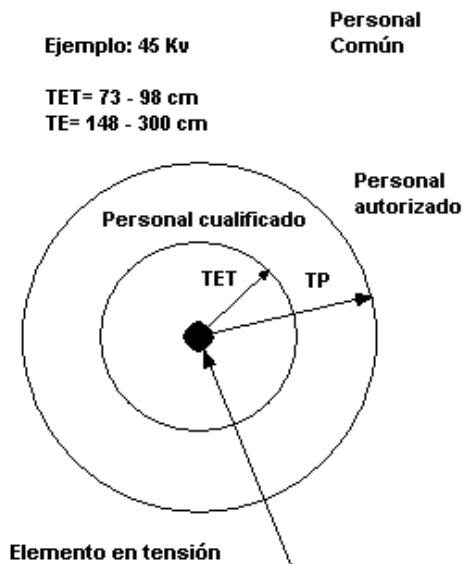
Trabajos en los que el trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, ya sea con una parte de su cuerpo, con herramientas, equipos o dispositivos que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones.

TRABAJO DE PROXIMIDAD (TEP):

Trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona peligrosa, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte del cuerpo, o con herramientas, equipo, dispositivos o materiales que manipula.

Distancias límite de las zonas de trabajo – Tabla 1:

Un	Dpel-1	Dpel-2	Dprox-1	Dprox-2
Tensión Nominal	Distancia de peligro	Distancia de peligro Sin rayo	Distancia de proximidad con precisión	Distancia de proximidad sin precisión
En Kv	Con rayo			
< 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

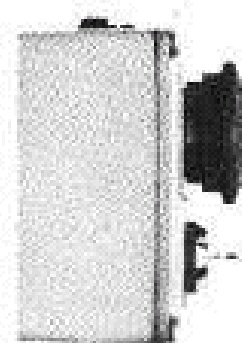
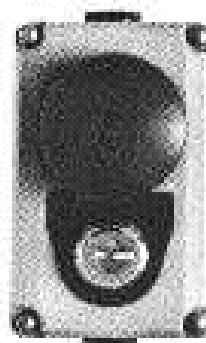
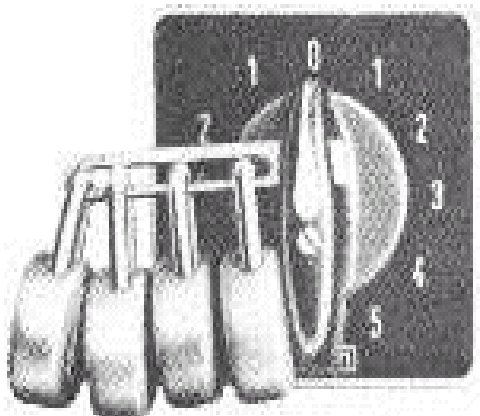


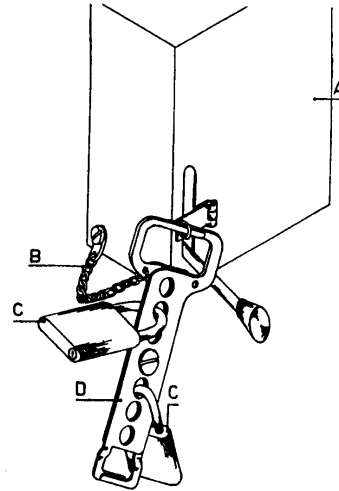
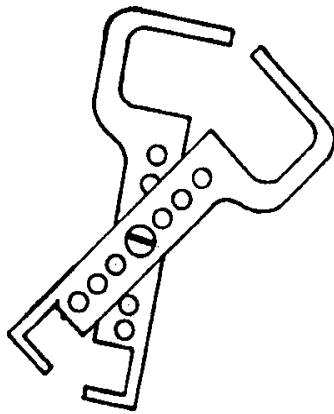
TRABAJOS SIN TENSIÓN (TST)

➤ Las maniobras para dejar sin tensión y reponerla serán trabajadores autorizados. En Alta Tensión serán además cualificados.

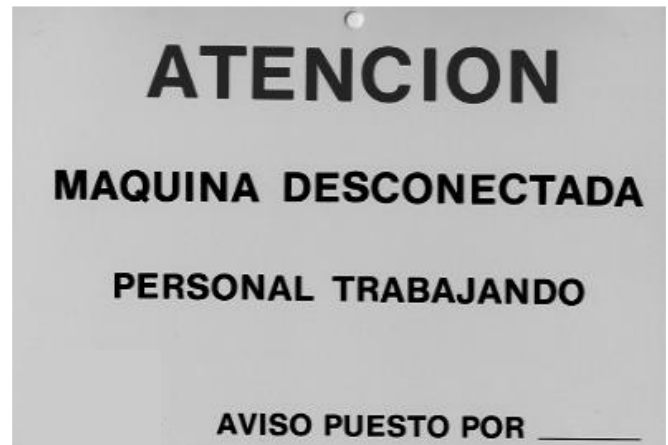
SUPRESION DE LA TENSION:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión
4. Poner a tierra y cortocircuito
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión; Delimitar la zona de trabajo mediante señalización de seguridad.



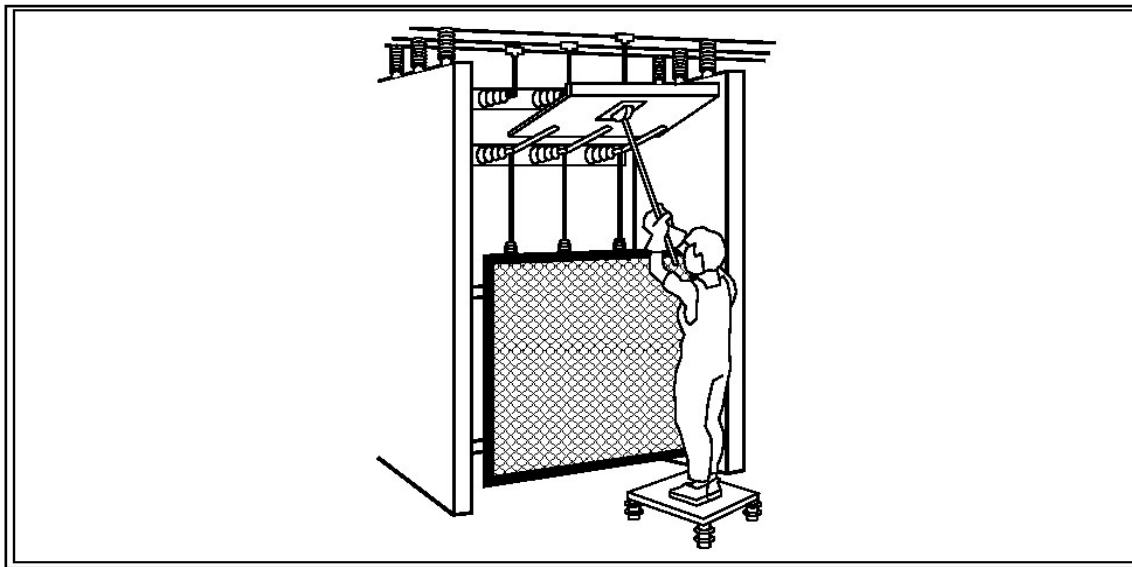


Ejemplos de bloqueo de aparatos de mando para impedir cualquier realimentación





Ejemplos de señalización



Bloqueo físico por interposición de un aplaca aislante entre las cuchillas de un seccionador

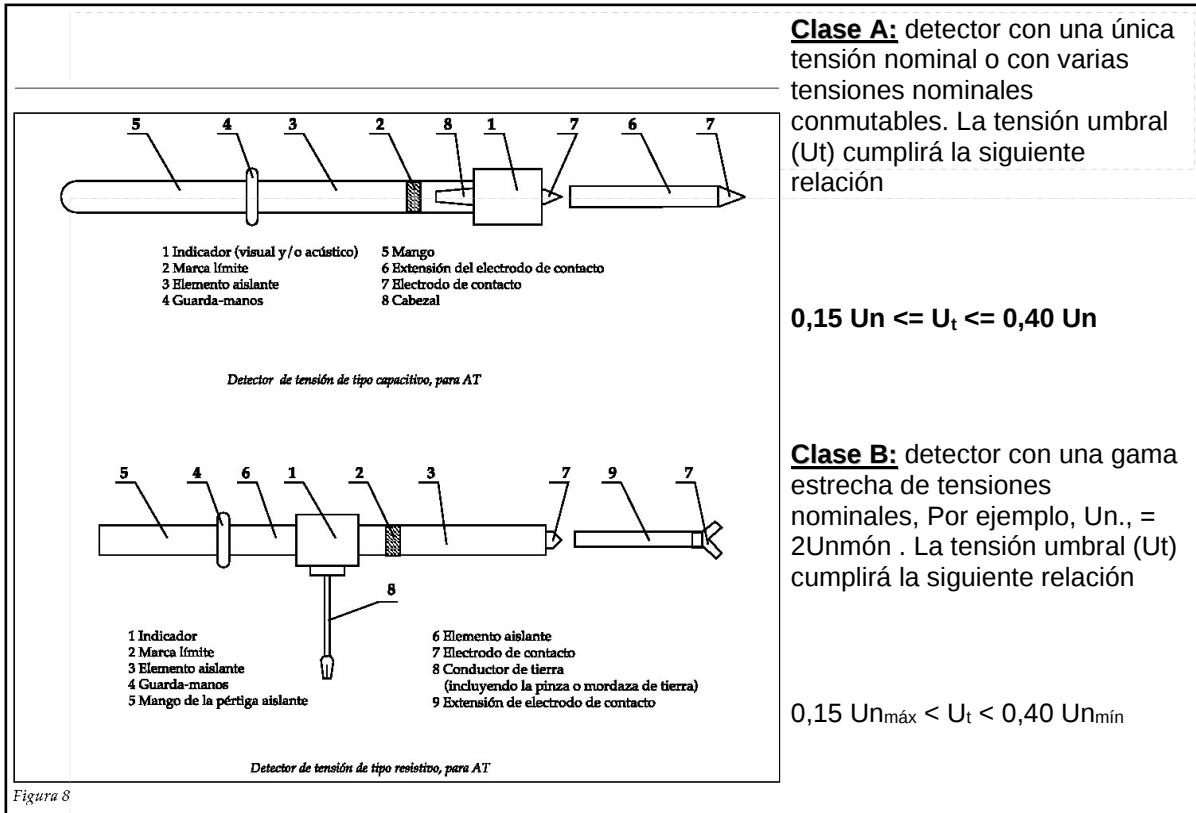
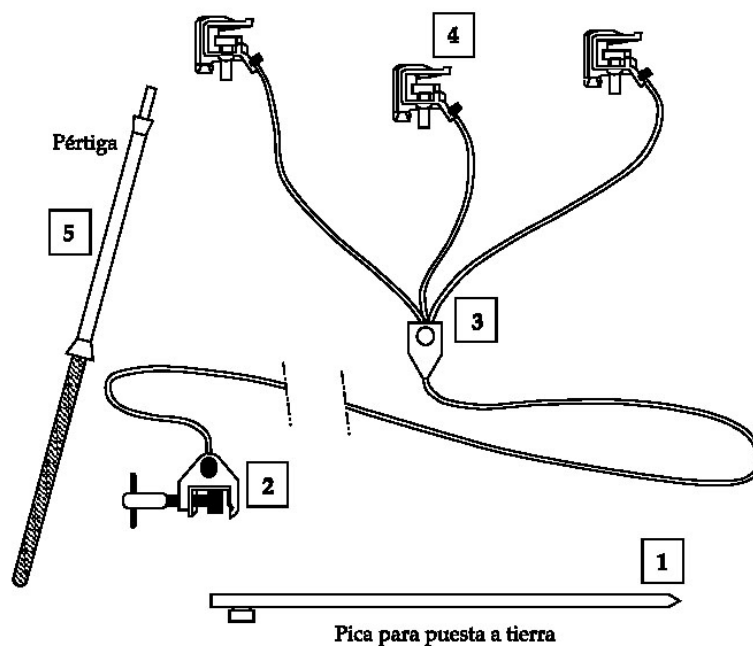


Figura 8



ELEMENTOS DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE PUESTA A TIERRA

1. Piqueta o electrodo de toma de tierra
2. Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra
3. Conductores de puesta a tierra y en cortocircuito
4. Pinzas para conectar a los conductores de la instalación
5. Pértiga aislante adecuada al nivel de tensión nominal



**Riesgo
eléctrico**



**Peligro
en general**



**Campo
magnético**



**Radiaciones
no ionizantes**

- Señales de peligro aplicables a instalaciones eléctricas (ver otras señales aplicables en el RD 485/1997) -

REPOSICION DE LA TENSION:

Se efectuará después de haberse retirado los trabajadores no indispensables y se hayan recogido las herramientas y equipos utilizados en la zona de trabajo.

- Retirada, si las hubiera, de las protecciones y la señalización de los límites de la zona de trabajo.
- Retirada, si la hubiere, de la puesta a tierra y cortocircuito.
- Desbloqueo y/o retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

DISPOSICIONES PARTICULARES:

- Reposición de fusibles.
- Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.
- Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía.
- Trabajo en transformadores y en máquinas de alta tensión.

TRABAJOS EN TENSION (TET):

- Se realizará por trabajadores cualificados.
- Se empleará un Procedimiento previamente estudiado.
- Se realizará por equipo de 2 personas con formación en 1º auxilios cuando:
 - Precaria comunicación.
 - Confinamiento.
 - Otras circunstancias.
- El método empleado, los equipos y materiales utilizados garantizarán que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento distinto al suyo
- Los equipos y materiales que pueden utilizarse se encuentran:
 - ⇒ Accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc) para partes activas.
 - ⇒ Útiles aislantes o aislados (herramientas, pinturas, puntas de prueba, etc).
 - ⇒ Pértigas aislantes.
 - ⇒ Dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas, etc).
 - ⇒ Equipos de protección Individual (guantes, gafas, cascos, etc).
- Los equipos, materiales y herramientas serán concebidos para los trabajos en tensión, teniéndose en cuenta la tensión de servicio. Estos elementos se revisarán según las indicaciones del fabricante.

➤ Se dispondrá:

- Apoyo sólido y estable; manos libres.
- Iluminación adecuada.

- No se llevará objetos conductores (pulseras, relojes, cadenas, cremalleras metálicas, etc).

➤ Se señalizará y/o delimitará la zona de trabajo, siempre que existan la posibilidad de otros trabajadores accedan a las partes en tensión.

➤ En trabajos al aire libre:

Se tendrá en cuenta las condiciones ambientales desfavorables.

Se suspenderá el trabajo en tormentas, lluvia, viento fuerte, nevadas, etc.

DISPOSICIONES ADICIONALES PARA ALTA TENSIÓN:

Los trabajos se efectuarán bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo. El mismo trabajador cualificado u otro puede desarrollar estas funciones.

- El jefe de trabajo se coordinará con el responsable de la instalación.
- Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito:
 - Deberá comprobarse anualmente su capacidad para ejecutarlo.

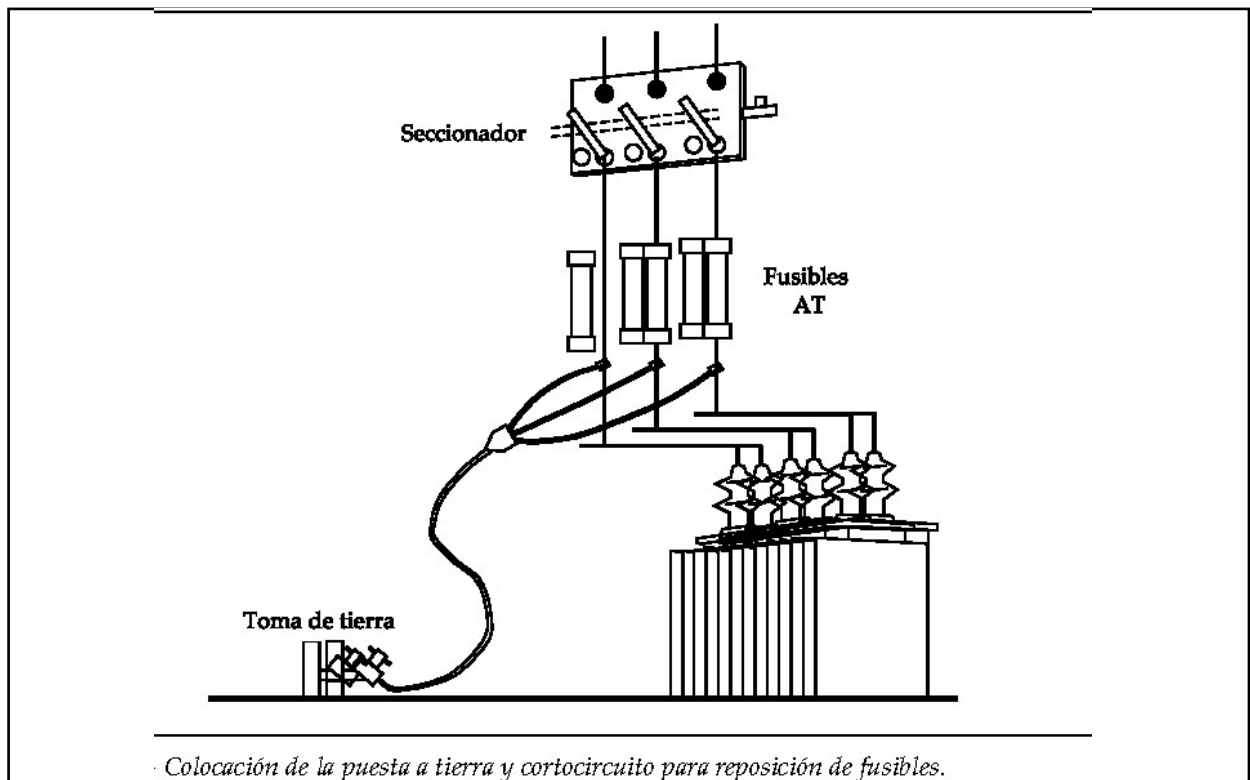
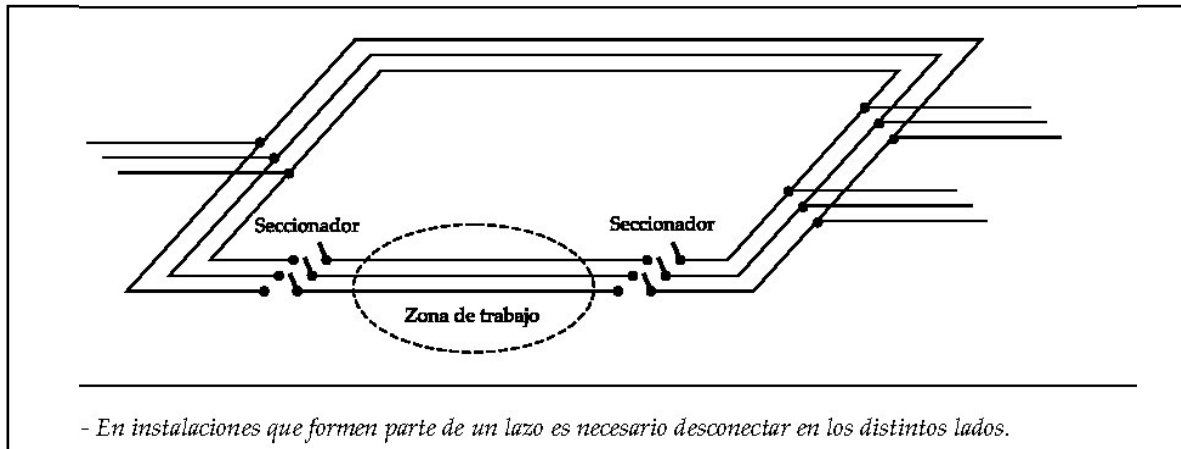
Procedimiento:

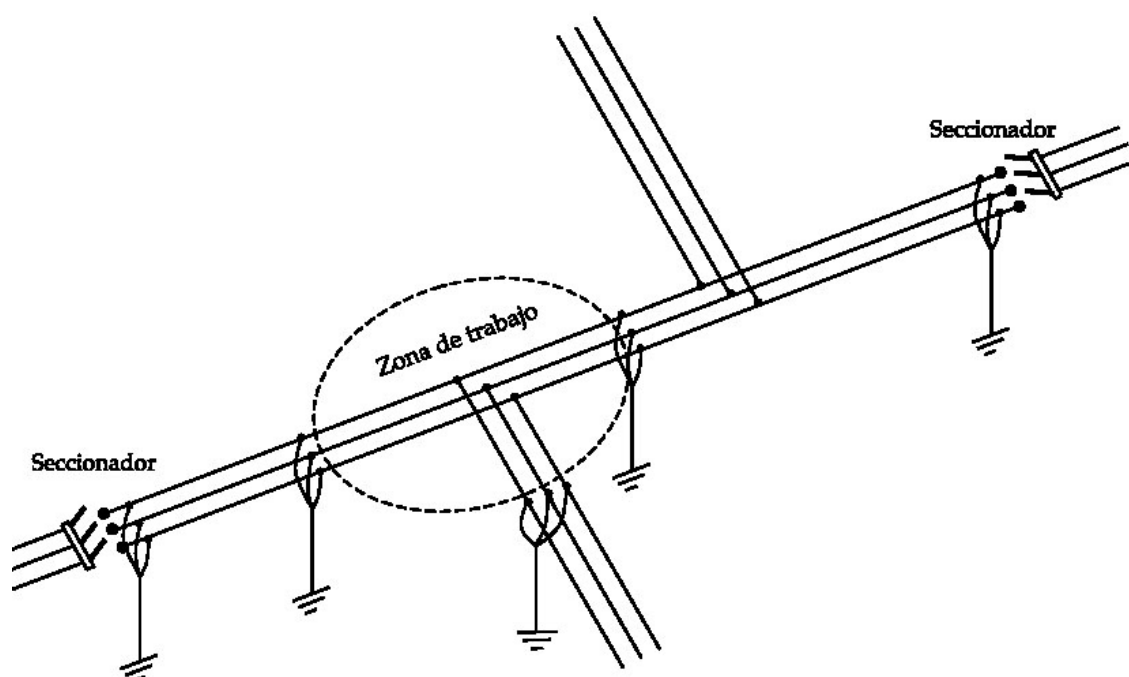
- * Medidas de seguridad a adoptar.
- * Material y medios de protección. Instrucciones para su uso y verificación del buen estado.
- * Circunstancias para la interrupción del trabajo.
- Aptitudes psicofísicas (Vigilancia de la Salud).

DISPOSICIONES PARTICULARES:

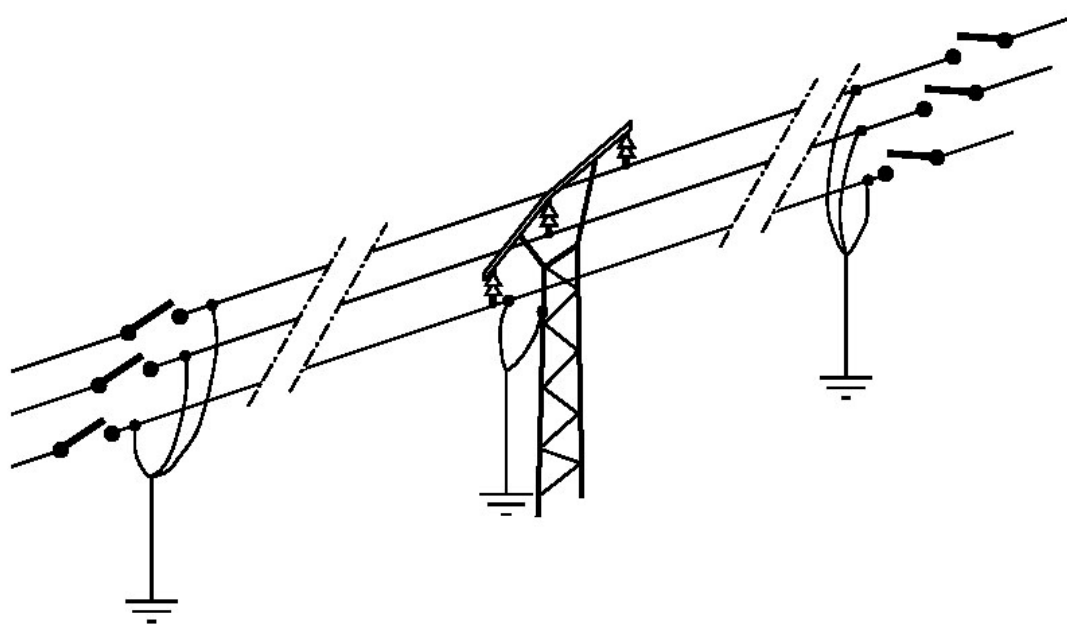
- La reposición de fusibles en Baja Tensión podrá realizarlo un trabajador autorizado si el dispositivo porta fusible se realiza la desconexión del fusible y el material garantiza protección completa al riesgo eléctrico.

- En Alta tensión no hará falta cumplir las disposiciones adicionales si se realiza a distancia.

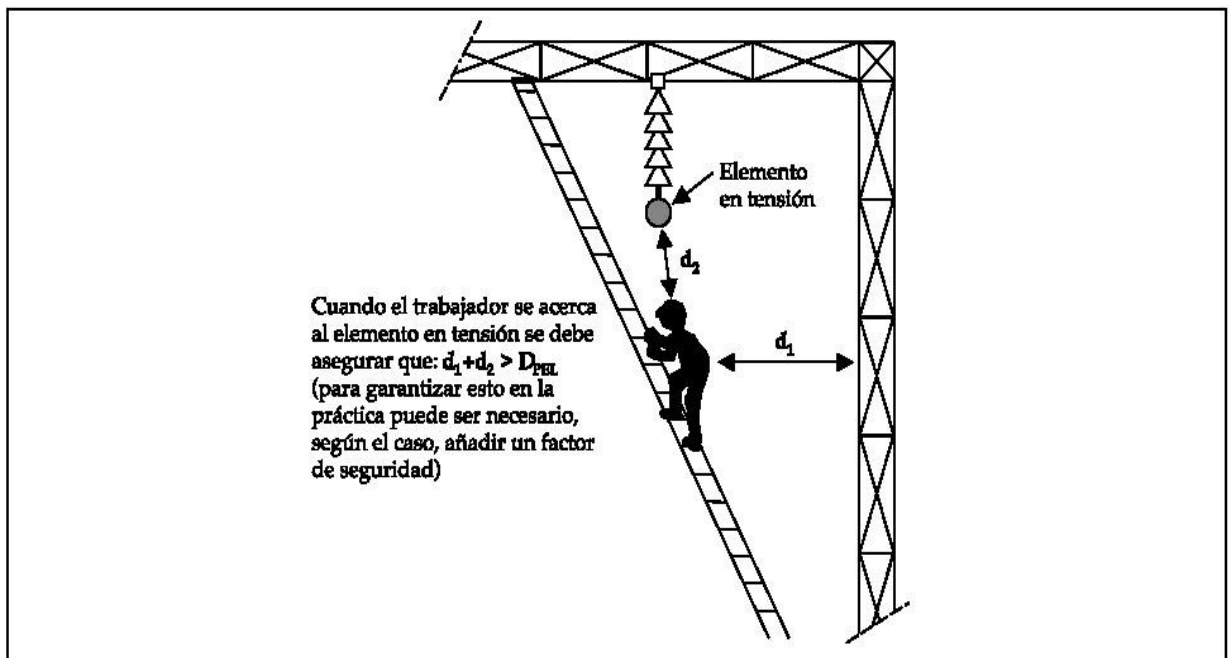
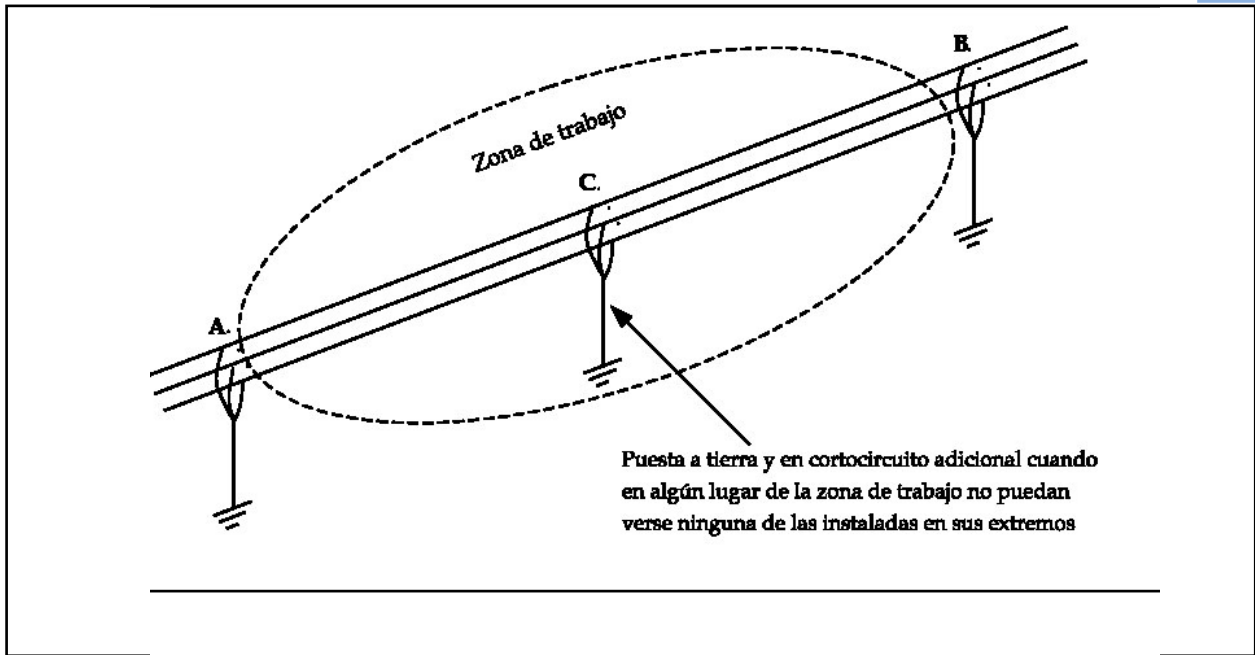


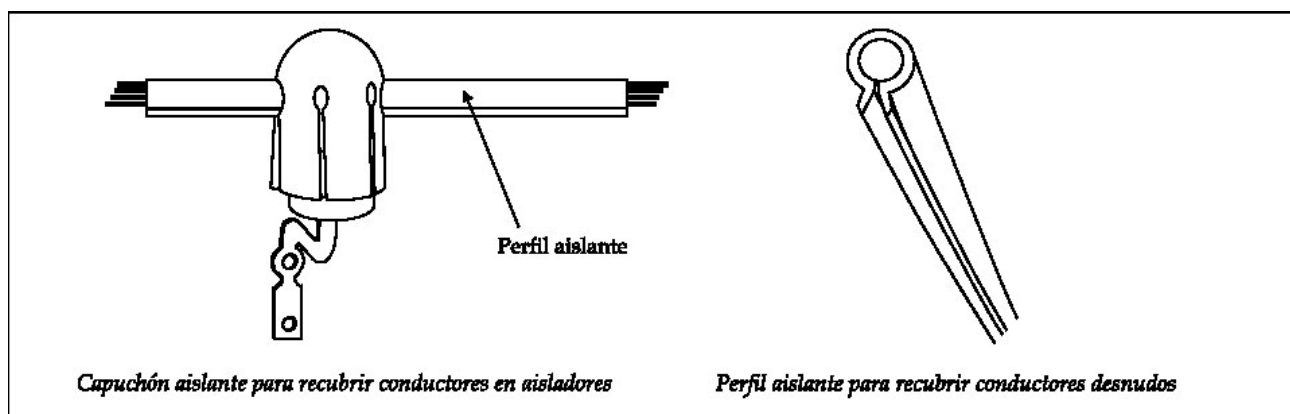
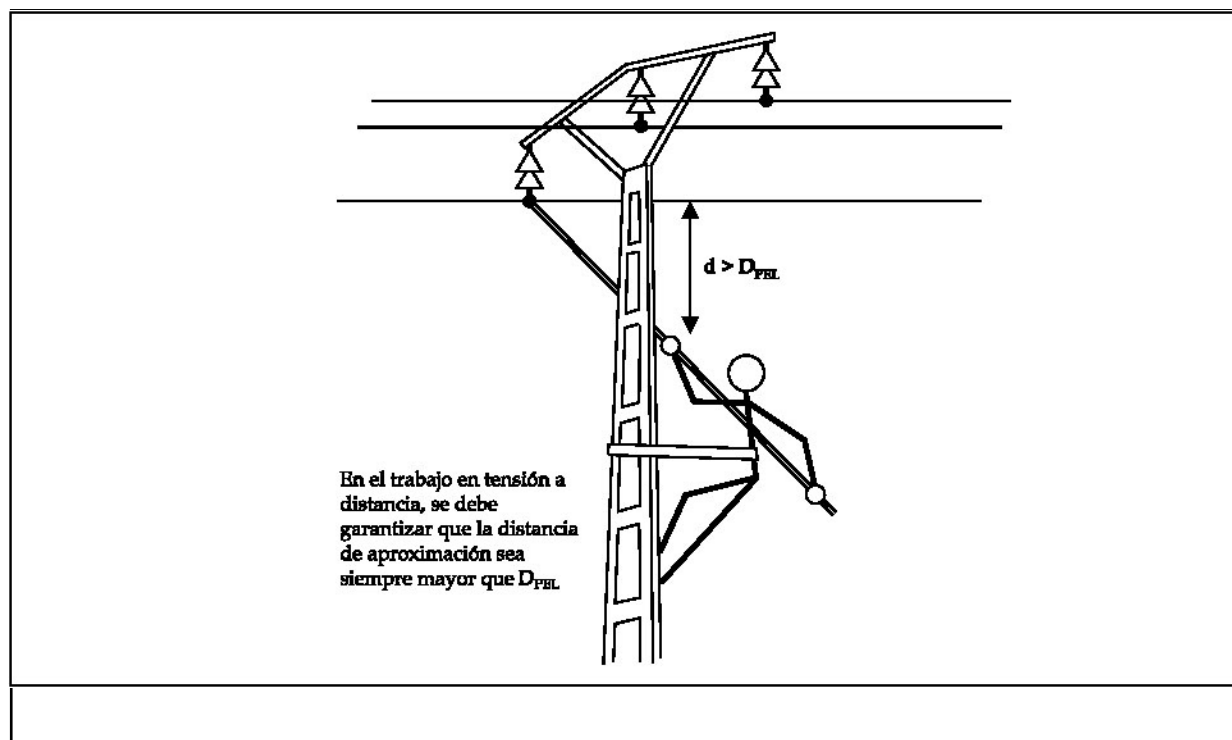


- Puntos en los que deben colocarse las puestas a tierra y en cortocircuito.



- Disposición de las puestas a tierra cuando el trabajo se realice en un solo conductor.





MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES:

- Se realizará por trabajadores autorizados. Estos serán cualificados en instalaciones de alta tensión.
- El método empleado, los equipos y materiales utilizados garantizarán el riesgo eléctrico.

- Los equipos y materiales que pueden utilizarse se encuentran:
 - Accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc) para partes activas.
 - Útiles aislantes o aislados (herramientas, pinturas, puntas de prueba, etc).
 - Pértigas aislantes.
 - Dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas, etc).
 - Equipos de protección Individual (guantes, gafas, cascos, etc).
 - Los equipos, materiales y herramientas serán concebidos para los trabajos en tensión, teniéndose en cuenta la tensión de servicio. Estos elementos se revisarán según las indicaciones del fabricante.
- Se dispondrá:
 - Apoyo sólido y estable; manos libres.
 - Iluminación adecuada.
 - No se llevará objetos conductores (pulseras, relojes, cadenas, cremalleras metálicas, etc).
- Se señalizará y/o delimitará la zona de trabajo, siempre que existan la posibilidad de otros trabajadores accedan a las partes en tensión.
- En trabajos al aire libre:
 - Se tendrá en cuenta las condiciones ambientales desfavorables.
 - Se suspenderá el trabajo en tormentas, lluvia, viento fuerte, nevadas, etc.

DISPOSICIONES PARTICULARES:

- En maniobras locales con interruptores y seccionadores el método de trabajo preverá los defectos de los aparatos como posibilidad de efectuar maniobras erróneas (apertura de seccionadores en carga, cierre de seccionadores en cortocircuito, etc). No será obligatoria la utilización de equipos de protección si el lugar donde se realiza la maniobra garantiza la protección a los riesgos eléctricos.
- En mediciones, ensayos y verificaciones, que se tenga que retirar la puesta a tierra en las operaciones de TST, se evitará la realimentación intempestiva.
- Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las siguientes medidas:
 - No se realimente la instalación por otra fuente distinta a la prevista.
 - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo y la de servicio.
 - Se adecuarán las medidas de protección al nivel de tensión utilizado.

TRABAJOS EN PROXIMIDAD (TEP):

El trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible.

Preparación del trabajo:

➤ Se determinará la viabilidad del trabajo en proximidad. En Baja Tensión podrá ser un trabajador Autorizado. En alta un trabajador Cualificado.

➤ Se reducirá al mínimo:
-Nº de elementos en tensión
-Las zonas de peligro.

➤ Si existe zonas de peligro accesibles se deberá:
-Delimitar la zona de trabajo respecto de la zona de peligro con material adecuado.
-Informar a los trabajadores:

- Riesgos existentes.
- Situación elementos en tensión.
- Límites de la zona de trabajo.
- Otras.

➤ Empresas que realicen frecuentemente trabajos en proximidad, el empresario formará a los trabajadores sobre la identificación de las instalaciones eléctricas, sus riesgos y modo de actuar.

Realización del trabajo:

➤ Se realizarán por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de estos.

➤ La vigilancia consistirá:
-Cumplimiento de las normas de seguridad
-Controlar el movimiento de trabajadores y objetos en zona de trabajo.

➤ La vigilancia no será exigible en los trabajos fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Condiciones particulares:

ACCESOS A RECINTOS DE SERVICIO Y ENVOLVENTES DE MATERIAL ELECTRICICO.

➤ Sólo tendrán acceso a trabajadores autorizados o bajo la vigilancia continuada de estos.
➤ Señalizar en los accesos la prohibición de entrada a personal no autorizado.

➤El acceso se hará previo conocimiento y permiso del titular de la instalación.

OBRAS Y OTRAS ACTIVIDADES QUE SE REALICEN MOVIMIENTO O DESPLAZAMIENTOS DE EQUIPOS O MATERIALES CERCA DE LINEAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

➤Se identificará previamente a la actividad las líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones en las zonas de trabajo o próximas.

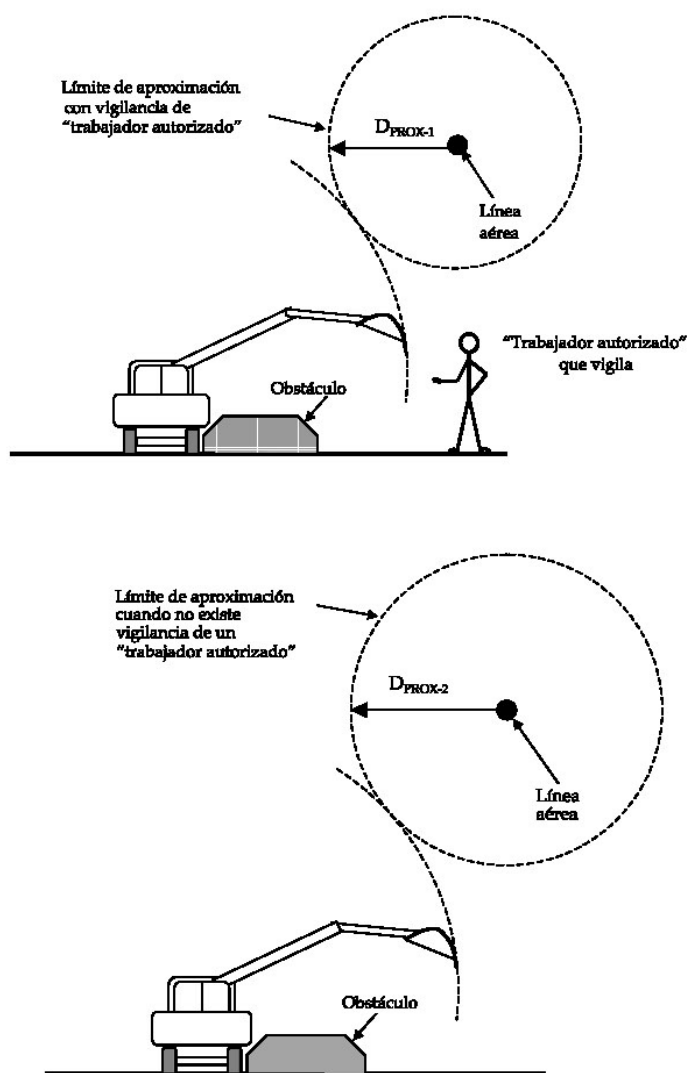
➤Si alguna de las fases existe riesgo de contacto accidental, se tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar el riesgo. Ver Nota Técnica de Prevención NTP-72 y 73.

➤Si no es posible evitar el riesgo, se aplicará las indicaciones de los Trabajos en Proximidad (TEP).

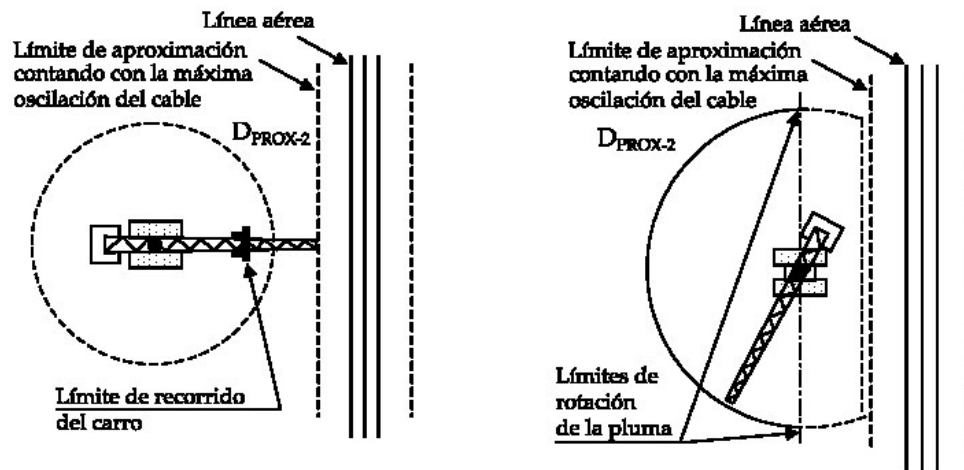
➤La determinación de las zonas de peligro y proximidad y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo, se deberá tenerse en cuenta:

-Elementos en tensión sin proteger.

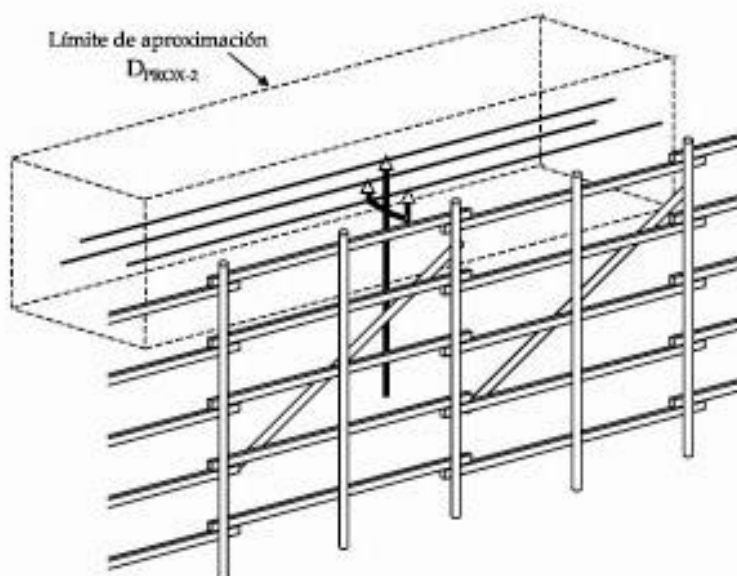
-Movimientos o desplazamientos previsibles de equipos y materiales.



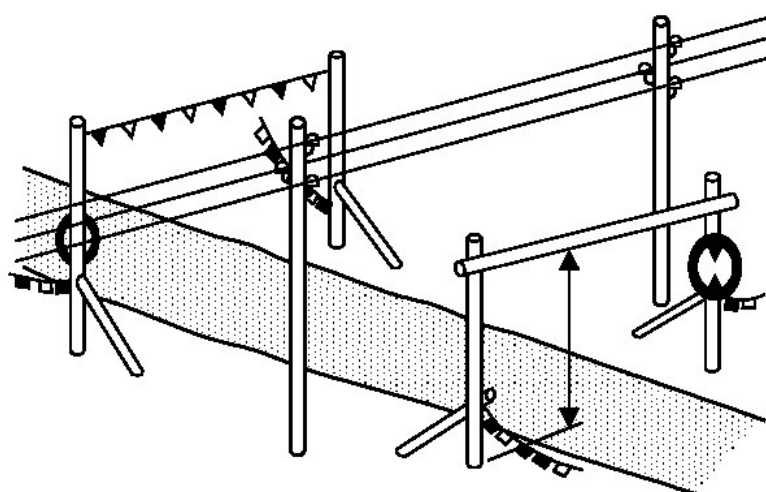
Ejemplo de medidas preventivas en trabajos en proximidad con máquinas.



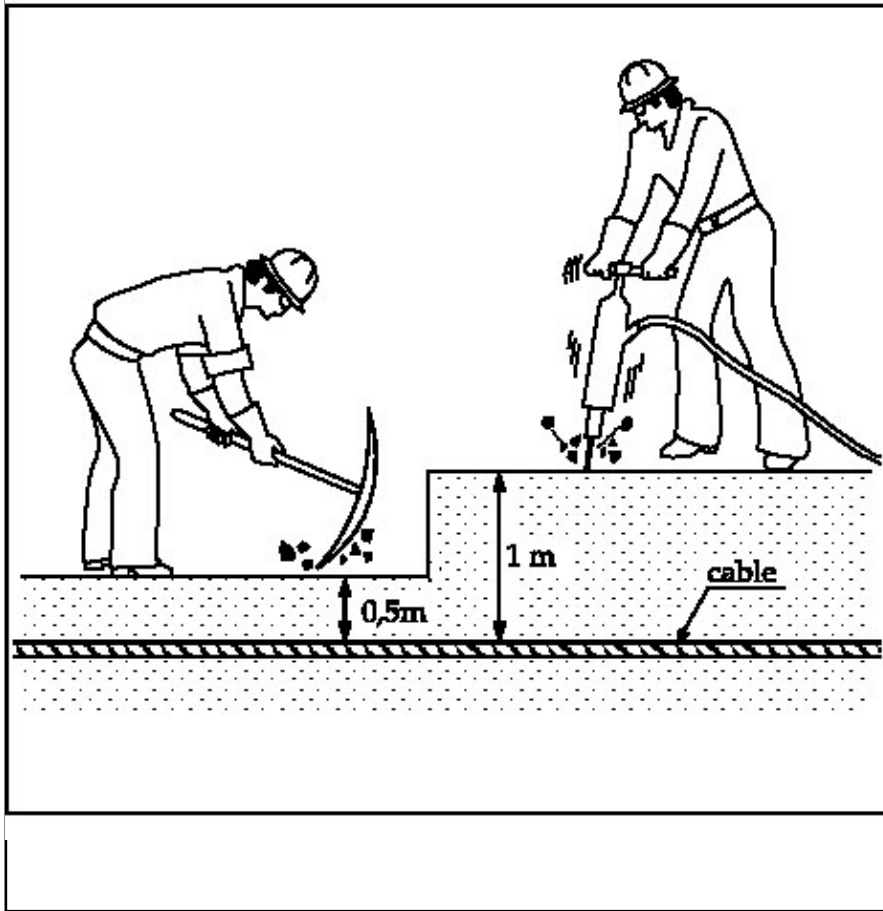
- Ejemplos de medidas preventivas en trabajos en proximidad con grúas de pluma.



- Ejemplo de sistemas de protección para trabajos en proximidad de líneas aéreas.



- Ejemplo de sistemas de protección para trabajos en proximidad de líneas aéreas.



TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSION. ELECTRICIDAD ESTATICA:

- Las instalaciones cumplirán la Reglamentación Electrotécnica.
- Se trabajará siguiendo un Procedimiento de Trabajo que reduzca los riesgos al mínimo:
 - Limitación y control de las sustancias inflamables.
 - Evitar la aparición de focos de ignición.
 - No se realizará trabajos en tensión.
- Antes de comenzar el trabajo se verificará:
 - Disponibilidad y adecuación de los equipos de lucha contra incendio.
 - Se desconectará la instalación en caso de incendio.
- Los trabajos lo realizarán trabajadores autorizados.
- Cuando exista una atmósfera inflamable, los trabajos los realizará trabajadores cualificados.

➤Se evitará en todo lugar o proceso la acumulación de cargas electrostáticas, especialmente con riesgo de incendio o explosión.

➤Se tomará especial atención:

- Procesos con fricción continuada de materiales aislantes o aislados.
- Procesos de vaporización, pulverización, almacenamiento, transporte, trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular de sustancias inflamables.

➤Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas se tomarán algunas de las siguientes medidas:

- Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
- Evitar los procesos de pulverización, aspersion o caída libres.
- Utilización de material antiestáticos.
- Aumento de la conductividad (incremento de humedad relativa).
- Conexión a tierra de materiales conductores y partes metálicas aisladas.
- Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas.

TRABAJOS ELECTRICOS PERMITIDOS A TRABAJADORES: formación y capacitación mínima

Trabajadores sin autorización:

-Operaciones elementales: Conectar o desconectar con material eléctrico concebido para ello, conforme al procedimiento del fabricante.

-Trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, que no exista posibilidad de confusión con otras instalaciones y que los posibles cortocircuitos no supongan riesgos de quemaduras.

Trabajadores autorizados:

-Supresión y reposición de la tensión en Trabajos Sin Tensión en Baja Tensión.

-La reposición de fusibles en Baja Tensión si el dispositivo porta fusible se realiza la desconexión del fusible y el material garantiza protección completa al riesgo eléctrico.

-Trabajos de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones en Baja Tensión.

-Determinar la viabilidad del trabajo en proximidad en Baja Tensión.

-Realizar trabajos en proximidad.

-Vigilancia de los trabajadores no autorizados en la zona de proximidad.

-Accesos a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

-Vigilancia de los trabajadores no autorizados en el acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

-Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión sin presencia de atmósferas inflamables.

Trabajadores cualificados:

Los mismos que los trabajadores autorizados y;

-Supresión y reposición de la tensión en Trabajos Sin Tensión en Alta Tensión.

-Trabajos en Tensión .

-Trabajos de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones en Alta Tensión.

-Determinar la viabilidad del trabajo en proximidad en Alta Tensión.

-Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión con presencia de atmósferas inflamables.

Jefe de trabajos:

-Vigilancia de Trabajos en Tensión en Alta tensión

<u>ART.5 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES</u>								
<u>CUADRO REUMEN DE LA FORMACIÓN / CAPACITACIÓN MÍNIMA</u>								
	T.S.T.		T.E.T.		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición	Ejecución de T.S.T.	Realiza- ción	Reponer fusibles	Medic. ensayos y	Manio. locales	Prepa- ración	Realí- zación
B.T.	A	T	C	A	A	A	A	T
A.T.	C	T	C + AE (*)	C (a dist.)	C ó C (**)	A	C	A ó T (**)
T = Cualquier Trabajador. A = Autorizado. C = Cualificado. C+AE = Cualificado y Autorizado por escrito (*) = Con vigilancia de un J.T.								

2. Técnicas preventivas

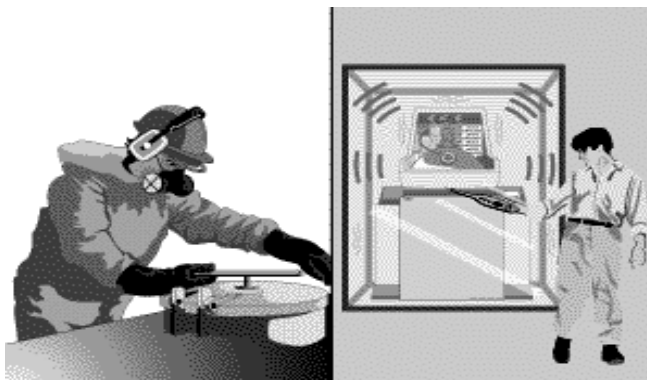
Protección colectiva e individual

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales plantea que cuando el riesgo existente en un puesto de trabajo no es posible eliminarlo, se deben adoptar todas las medidas necesarias para su control y así, disminuir el riesgo hasta niveles aceptables.

La protección puede ser de dos tipos:

Protección colectiva: es aquella técnica que protege a los trabajadores frente a los riesgos profesionales cuando no se han podido evitar los riesgos en su origen.

Protección individual: aquella que protege a un trabajador exclusivamente de uno o varios riesgos para su seguridad y salud.



Ahora bien, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece en el art. 15, sobre los principios de la acción preventiva que se deben “adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual”. No se trata de una elección entre un tipo de protección u otro sino de la obligatoriedad de aplicar técnicas colectivas siempre que sea posible, y sólo, en casos de no poder controlar el riesgo, aplicar medidas individuales.

Se debe tener en cuenta que la protección colectiva actúa simultáneamente sobre más de una persona, en contraposición de lo que supone la protección individual, que es exclusiva de un solo trabajador.

Los equipos de protección individual (EPI) son cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.



Los EPI por sí solos no eliminan el riesgo. Pueden utilizarse como medidas protectoras complementarias de otras, pero nunca sustituirlas. Por lo tanto, el uso de EPI constituye un medio de protección y defensa ante

los riesgos del trabajo que realiza y que no pueden eliminarse por otro sistema colectivo.

Por lo tanto, se deberán utilizar sólo cuando existan riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Para que un equipo se pueda considerar EPI debe reunir una serie de condicionantes:

1. Proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales, ni molestias innecesarias. Deberán:
 - Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo. El uso de los EPI deben contemplar características relacionadas con el lugar de trabajo tales como temperatura, humedad ambiental, concentración de oxígeno, etc.
 - Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
 - Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.
2. Deberán ser llevados o sujetados por los propios trabajadores y utilizado de la forma prevista por el fabricante. No se considerarán, por tanto, accesorios complementarios que no lleven los propios trabajadores.
3. Debe ser elemento de protección para el que lo utiliza, no para la protección de productos o personas ajenas.
4. Los complementos o accesorios cuya utilización sea indispensable para el correcto funcionamiento del equipo y contribuyan a asegurar la eficacia protectora del conjunto, también tienen la consideración de EPI.



En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios EPIS, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o los riesgos correspondientes.

Los EPI deben reunir una serie de características tales como:

Protección
Eficacia
Comodidad y robustez
Fácil mantenimiento

La legislación vigente señala que la utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual:

- La utilización, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda y la reparación deberán efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Las condiciones en que un equipo de protección deba de ser utilizado, en particular, en lo que se refiere al tiempo durante el cual haya de llevarse, se determinarán en función de:
 - a) La gravedad del riesgo.
 - b) El tiempo o frecuencia de exposición al riesgo.
 - c) Las condiciones del puesto de trabajo
 - d) Las prestaciones del propio equipo.
 - e) Los riesgos adicionales derivados de la propia utilización del equipo que no hayan podido evitarse.
- Los EPI estarán destinados, en principio, a un uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo por varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para que ello no origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios

Los EPI que se puedan contaminar deben depositarse después de su utilización en espacios exclusivamente reservados para este fin.

Entre las instrucciones básicas de mantenimiento que se deben tener en cuenta cabe destacar:

- Las ropas de trabajo y los cubrecabezas deben ser lavados a menudo.
- Los guantes que presenten fisuras o agujeros deben rechazarse.
- Los equipos de cuero deben secarse lejos de fuentes de calor.
- Los equipos de caucho deben ser enjuagados y secados después del trabajo.
- Cuando no se utilicen, las máscaras deben permanecer en una caja o envoltura impermeable, sólida y que cierre herméticamente.
- Las gafas, pantallas, etc... deben guardarse de forma que queden protegidas ante posibles deterioros.
- Después de su utilización, las partes de las máscaras manchadas por la respiración o la transpiración tienen que limpiarse con agua y jabón, debiéndose secar posteriormente.
- Los filtros (protección respiratoria), una vez abiertos sus precintos, no se utilizarán durante más de una semana, y siempre guardándose entre jornadas en bolsas de plástico herméticas.
- Antes de utilizar los filtros es necesario comprobar la fecha de caducidad impresa y su perfecto estado de conservación.
- Excepto los trajes de protección contra el agua, los equipos de protección individual tienen que ser limpiados, desinfectados y eventualmente descontaminados si por algún motivo tienen que cambiar de usuario.
- Es fundamental revisar periódicamente el buen estado de funcionamiento de todos los EPI.

Según el R.D. 773/1997 el empresario estará obligado a:

- /// Determinar en qué puestos de trabajo se necesitan.
- /// Precisar el riesgo o los riesgos frente a los que debe ofrecerse protección.
- /// Elegir los equipos conforme a las partes del cuerpo a proteger.

- /// Elegir los equipos de protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias.
- /// Mantener disponible en la empresa la información pertinente a este respecto y facilitar información sobre cada equipo.
- /// Proporcionarlos gratuitamente a los trabajadores, reponiéndolos cuando fuese necesario.
- /// Velar porque se utilicen los equipos.
- /// Asegurar el mantenimiento de los equipos.
- /// Adoptar las medidas adecuadas para que los trabajadores y los representantes de los trabajadores, reciban formación y sean informados sobre las medidas que hayan de adoptarse.



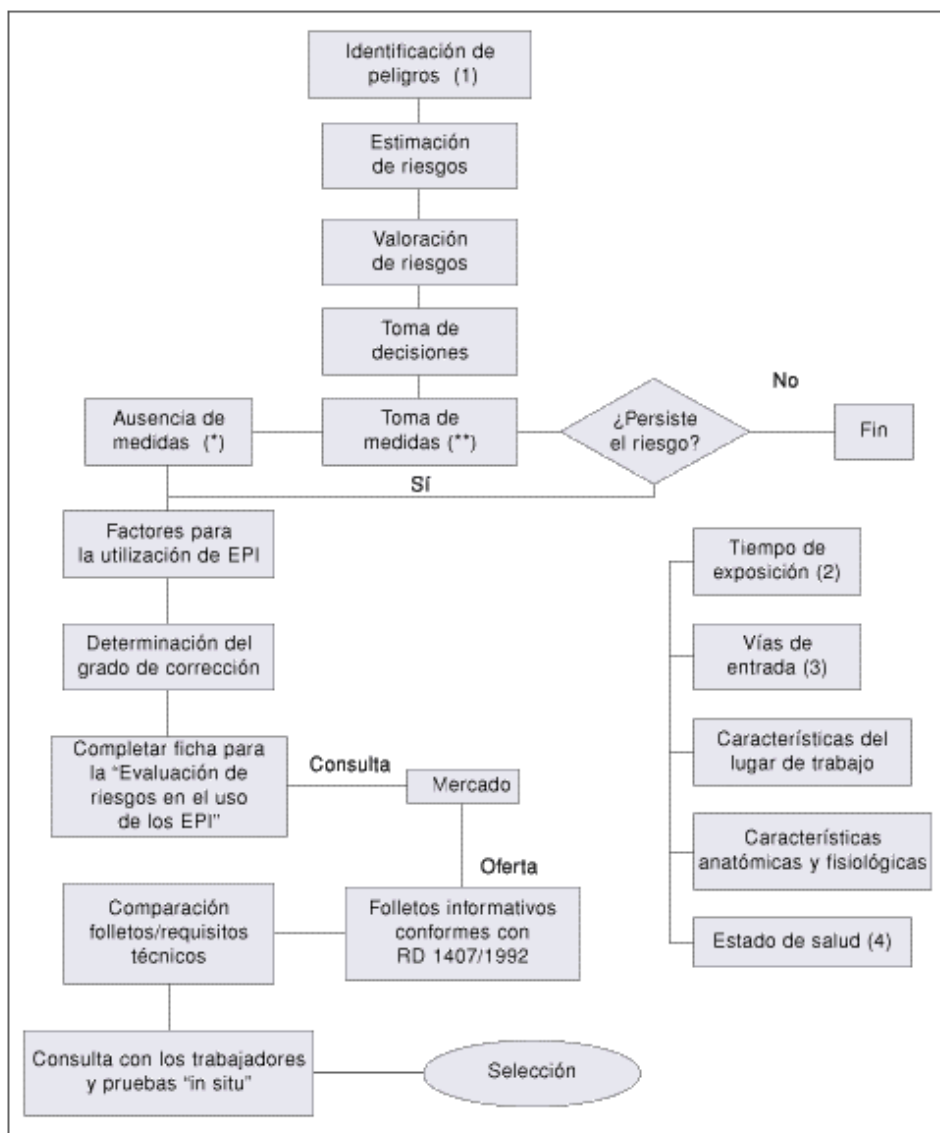
Con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, el trabajador está obligado a:

- /// Utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual.
- /// Colocar el equipo de protección individual después de su utilización en el lugar indicado para ello.
- /// Informar de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el equipo de protección individual utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora.
- /// Solicitar la información de uso y mantenimiento.

La elección de los EPI

No debe efectuarse al azar o basándose en documentación ya existente, sino que debe atenderse al trabajo que se desarrolla, y efectuar un análisis de los riesgos del puesto y de las partes del cuerpo que se deben proteger.

Para la elección de los EPI el empresario deberá: (según la Guía técnica para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los Equipos de Protección Individual):



La elección de los EPI va vinculada a:

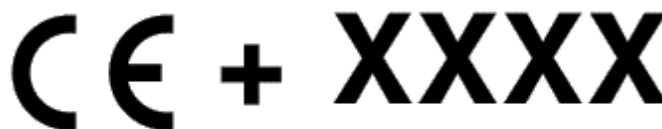
- El tiempo de exposición y forma de presentación del riesgo.
- Las vías de entrada o partes del cuerpo a proteger.
- El estado de salud. Se debe considerar los posibles efectos que pueden potenciar o generar los EPI debido al estado de salud del usuario, tales como problemas cardiovasculares, claustrofobia, etc.

Es importante tener en cuenta que NO se debe adquirir ningún EPI que no cumpla con:

- Marcado CE
- El "folleto informativo" que el fabricante entregará obligatoriamente al empresario, en el que se referencian y explican:
 - Niveles de protección ofrecidos por el equipo
 - Mantenimiento
 - Sustituciones necesarias.

ELEMENTOS OBLIGATORIOS A FACILITAR AL USUARIO

1. MARCADO "CE"



A

B

A = EPI categorías I y II

A + B = EPI categoría III

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

2. FOLLETO INFORMATIVO

- a) Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- b) Rendimientos técnicos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
- c) Accesorios que se puedan utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- d) Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- e) Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de alguno de sus componentes.
- f) Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.
- g) Explicación de las marcas, si las hubiera.
- h) En su caso, las referencias de las disposiciones aplicadas para la estampación del marcado "CE", cuando al EPI le son aplicables, además, disposiciones referentes a otros aspectos y que conlleven la estampación del referido marcado.
- i) Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de los EPI.

Clasificación / tipos de protección

Los EPI elegidos para su uso, deben cumplir con la reglamentación sobre comercialización (diseño y fabricación) que les afecta para garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. Por tanto, para ser comercializados en el seno de la Unión Europea, el fabricante de los Equipos de Protección Individual ha de hacer que sus productos satisfagan una serie de requisitos que garanticen la seguridad y salud del usuario. De cara a garantizar el cumplimiento de estos requisitos, los equipos se clasifican en tres categorías:

- Categoría I: equipos destinados a proteger contra riesgos mínimos.
- Categoría II: equipos destinados a proteger contra riesgos de grado medio o elevado, pero no de consecuencias mortales o irreversibles.
- Categoría III: los equipos destinados a proteger contra riesgos de consecuencias mortales o irreversibles.

Protección integral:

Es la constituida por elementos destinados a proteger al individuo frente a los riesgos que actúan sobre todo el cuerpo (trajes ignífugos, arneses anticaídas, ropa de protección, dispositivos anticaídas, chalecos salvavidas, etc.).

1. Ropa de protección:
 - Ropa especial contra agresivos químicos.
 - Ropa especial contra agresivos térmicos.
 - Ropa especial contra radiaciones.
 - Prendas de señalización.
2. Protección contra caídas de altura.
 - Sistemas de sujeción (Cinturón de sujeción).
 - Sistemas anticaídas (arnés anticaídas).
 - Dispositivos anticaídas.



Tipos de protección:

1. Protectores de la cabeza

Cascos de seguridad (obras públicas y construcción, minas e industrias diversas).

Cascos de protección contra choques e impactos.

Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido, de tejido recubierto, etc.).

Cascos para usos especiales (fuego, productos químicos).
2. Protectores del oído

Protectores auditivos tipo "tapones".

Protectores auditivos desechables o reutilizables.

Protectores auditivos tipo "orejeras", con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.

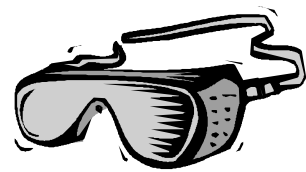
Cascos antirruido.

Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.



Protectores auditivos dependientes del nivel.
Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.

3. Protectores de los ojos y de la cara
Gafas de montura "universal".
Gafas de montura "integral" (uni o biocular).
Gafas de montura "cazoletas".
Pantallas faciales.
Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).



4. Protección de las vías respiratorias
Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas).
Equipos filtrantes frente a gases y vapores.
Equipos filtrantes mixtos.
Equipos aislantes de aire libre.
Equipos aislantes con suministro de aire.
Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura.
Equipos respiratorios con máscara amovibles para soldadura.
Equipos de submarinismo.



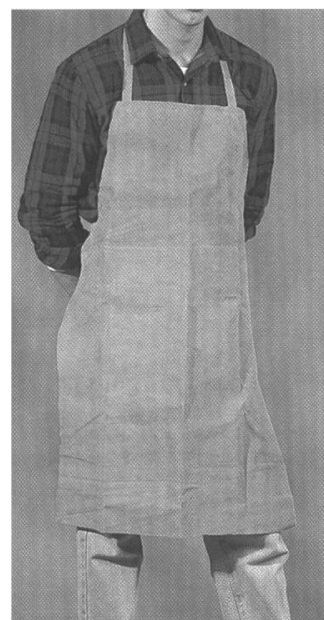
5. Protectores de manos y brazos
Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
Guantes contra las agresiones químicas.
Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
Guantes contra las agresiones de origen térmico.
Manoplas.
Manguitos y mangas.

6. Protectores de pies y piernas
Calzado de seguridad.
Calzado de protección.
Calzado de trabajo.
Calzado y cubrecalzado de protección contra el calor.



Calzado y cubrecalzado de protección contra el frío.
Calzado frente a la electricidad.
Calzado de protección contra las motosierras.
Protectores amovibles del empeine.
Polainas.
Suelas amovibles (antitérmicas, antiperforación o antitranspiración)
Rodilleras.

7. Protectores de la piel
Cremas de protección y pomadas.
8. Protectores del tronco y el abdomen



Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión).
 Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones químicas.
 Chalecos termógenos.
 Chalecos salvavidas.
 Mandiles de protección contra los rayos X.
 Cinturones de sujeción del tronco.
 Fajas y cinturones antivibraciones.

9. Protección total del cuerpo.
 Equipos de protección contra las caídas de altura.
 Dispositivos anticaídas deslizantes.
 Arneses.
 Cinturones de sujeción.
 Dispositivos anticaídas con amortiguador.
 Ropa de protección.
 Ropa de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes).
 Ropa de protección contra las agresiones químicas.
 Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas.
 Ropa de protección contra las fuentes de calor intenso o estrés térmico.
 Ropa de protección contra bajas temperaturas.
 Ropa de protección contra la contaminación radiactiva.
 Ropa antipolvo.
 Ropa antigás.
 Ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).

Señalización de seguridad

Toda empresa y/u organización debe cumplir unas disposiciones mínimas de señalización de seguridad, para proteger a las personas y las cosas.

La señalización de seguridad está relacionada con un objeto o situación determinada que suministra una indicación relativa a la seguridad mediante un color o una señal de seguridad.

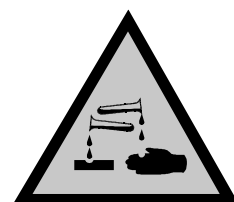
La señalización debe utilizarse cuando para evitar o disminuir el riesgo, el resto de acciones correctoras hayan resultado insuficientes o sean de difícil aplicación. Por tanto, la señalización no debe ser entendida como una medida correctora en sí misma; sino como un complemento a otras medidas preventivas y de protección.

Así, la señalización debe cumplir con unos requisitos básicos:

- Atraer la atención de los destinatarios de la información.
- Dar a conocer, de forma clara, una información con la suficiente antelación para que sea fácilmente interpretada.
- Posibilidad real de su cumplimiento, que sea conocida y aplicable.



Las señales son aquellas que resultan de la combinación de una forma y de un color además de un símbolo o pictograma.



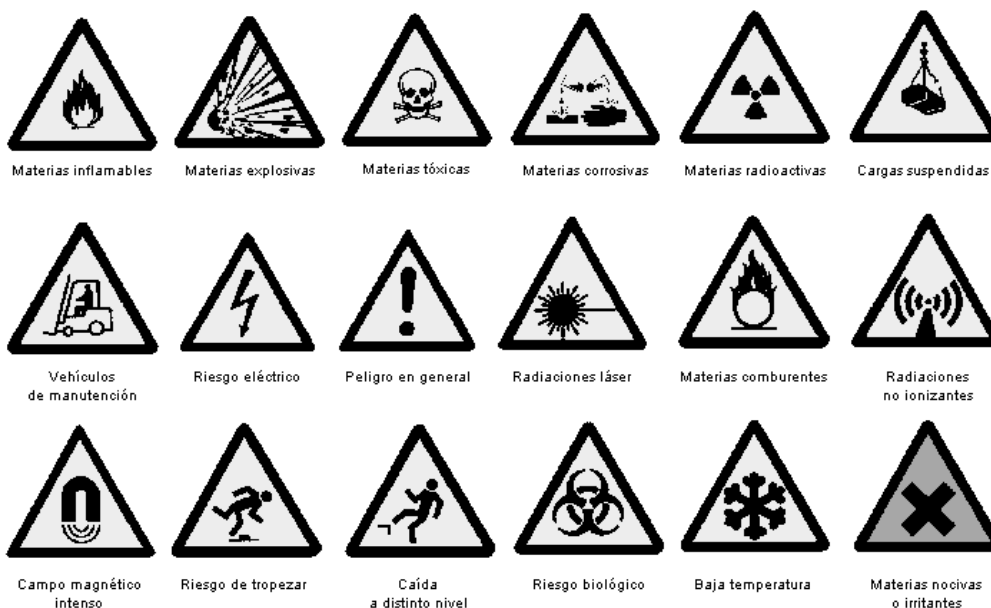
A continuación se hace una descripción del significado y uso de los colores utilizados en señalización.

Color de seguridad	Significado	Aplicación
(Rojo)	Parada Prohibición Lucha contra incendios	Señales de parada Señales de prohibición Dispositivos de desconexión de urgencia Este color se utilizará en los equipos de lucha contra incendios, señalización y localización
(Amarillo)	Atención Zona de peligro	Señalización de riesgos Señalización de obstáculos, pasillos de poca altura...
(Verde)	Situación seguridad Primeros auxilios	Señalización pasillos y salidas de socorro Lugar de primeros auxilios y salvamento Rociadores de socorro
(Azul)	Obligación Indicaciones	Obligación de llevar EPI's Emplazamiento del teléfono, talleres...

Tipos de señales

Señales de advertencia

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal) y bordes negros.



Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).



Prohibido fumar



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido pasar a los peatones



Prohibido apagar con agua



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Agua no potable



Prohibido a los vehículos de mantenimiento



No tocar

Señales de obligación

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oído



Protección obligatoria para las vías respiratorias



Protección obligatoria de los pies



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Vía obligatoria para peatones



Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



Manguera
para incendios



Escalera
de mano



Extintor



Teléfono para la lucha
contra incendios



Dirección que debe seguirse
(señal indicativa adicional a las anteriores)

Señales de salvamento o socorro

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



Dirección que debe seguirse
(señal indicativa adicional
a las siguientes)



Vía/salida de socorro



Teléfono de salvamento



Primeros auxilios



Camilla



Ducha de seguridad



Lavado de
los ojos

La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.

Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida. No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente.

Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda

ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas. Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

Señales acústicas

La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.

No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente. Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

Técnicas preventivas específicas en las tareas de electricista

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

En el cuerpo humano se pueden producir, por efecto de la energía eléctrica, las siguientes lesiones:

Tetanicización muscular:

Con este concepto se expresa la anulación de la capacidad muscular, que impide la separación por sí mismo del punto de contacto.

Con relación a este fenómeno se define el concepto de corriente límite, que corresponde al valor de la intensidad para el que una persona no puede separarse por medios propios del contacto eléctrico.

Paro respiratorio

Es producido cuando la corriente circula de la cabeza a algún miembro, atravesando el centro nervioso respiratorio.

La paralización puede prolongarse después del accidente, de aquí la necesidad de una práctica continua de la respiración artificial durante varias horas.

Asfixia

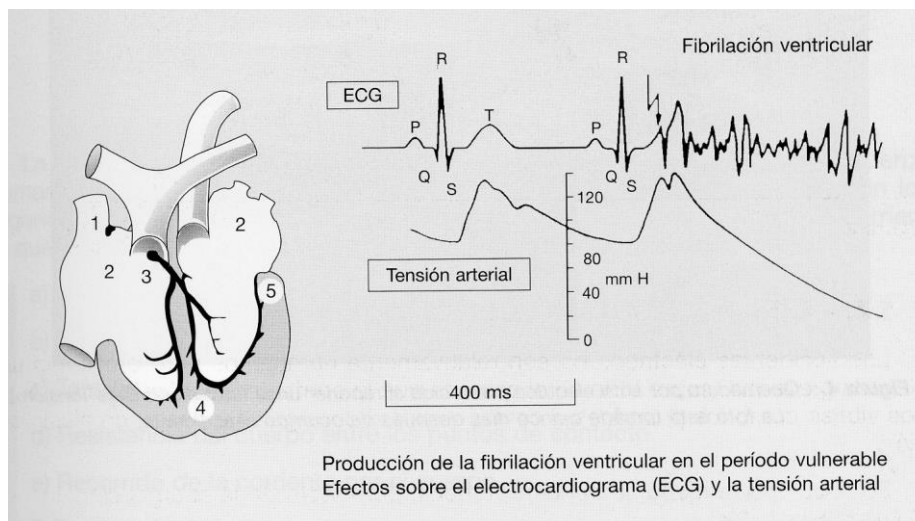
Se presenta cuando la corriente atraviesa el tórax.

Impide la contracción de los músculos de los pulmones y por tanto la respiración

Fibrilación ventricular

La ruptura del ritmo cardiaco de vida a la circulación de la corriente por el corazón, da lugar a la fibrilación ventricular, que se caracteriza por la contracción desordenada de las fibras cardiacas ventriculares, lo que impide al corazón latir sincronizadamente y desarrollar su acción de bombeo de la sangre. Se interrumpe la circulación que en pocos minutos conduce a lesiones irreversibles del cerebro.

Es suficiente que algunas células cardíacas (son potencialmente marcapasos) queden desfasadas, para que el funcionamiento del corazón quede seriamente perturbado como máquina de bombeo, en especial si la corriente actúa en el periodo vulnerable del ciclo cardíaco, es decir durante la “onda T”.



Situación del período vulnerable de los ventrículos durante el ciclo cardíaco.
Las cifras caracterizan las etapas consecutivas de la repolarización

Quemaduras

Son producidas por la energía liberada al paso de la intensidad (Efecto Joule)

La gravedad de la lesión es función, en igualdad de condiciones técnicas, del órgano o parte del cuerpo afectada.

Con relación a las fibras nerviosas, los fisiólogos han determinado que no pueden resistir temperaturas mayores a 45°C.

Las quemaduras pueden ser producidas también por el arco eléctrico accidental, cuya elevada temperatura (4000°C), puede afectar a la piel, por radiación o convención, en distintos grados.



Quemaduras por arco eléctrico producida al reponer unos fusibles en baja tensión.
La foto está tomada quince días después de ocurrido el accidente

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA SOBRE EL ORGANISMO HUMANO

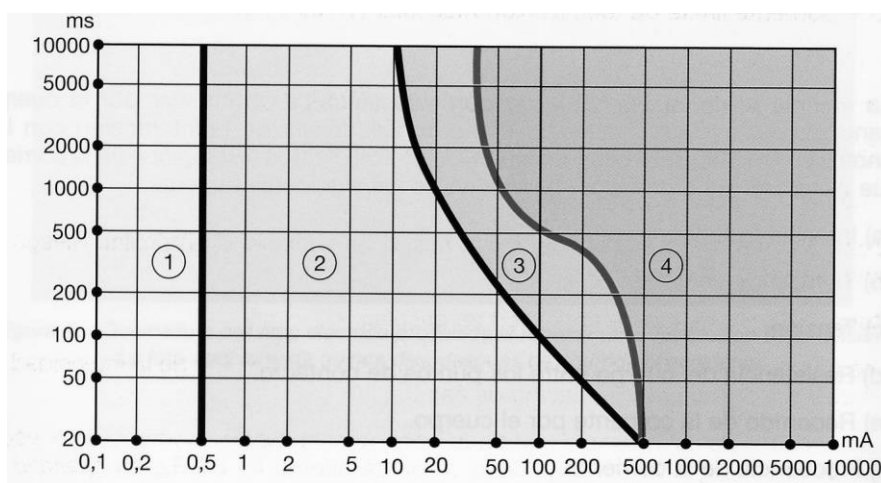
La energía eléctrica en forma de corriente eléctrica, al circular por el cuerpo humano, produce diversos efectos como consecuencia de la interacción con los órganos y sus mecanismos de funcionamiento. Los efectos fisiológicos de la corriente que circula por el organismo, dependen de los siguientes factores.

1. Intensidad de corriente
2. Tiempo de contacto
3. Tensión.
4. Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto.
5. Recorrido de la corriente por el cuerpo.
6. Frecuencia de la corriente.
7. Condiciones fisiológica del accidentado

INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE.

Los efectos fisiológicos producidos por la corriente eléctrica en el organismo humano, en situaciones normales para personas adultas con un peso mínimo de 50 Kg, suponiendo que la corriente circula al tocar la parte externa de dos extremidades y para la frecuencia de 50/60 hz, son las siguientes:

- a) de 0 a 10mA: Movimientos reflejos musculares (calambres)
- b) De 10 a 25mA: Contracciones musculares. Tetanización de los músculos los brazos y manos, que oponen a soltar los objetos que se tienen asidos. Dificultad de respiración. Aumento de la presión arterial
- c) De 25 a 30mA: Irregularidades cardias. Fuerte efecto de tetanización afecta a los músculos respiratorios y a partir de los 4 segundos aparecen los síntomas de asfixia. Quemaduras eléctricas.
- d) De 40 a 10A: Se produce la fibrilación ventricular del corazón.
- e) Superior a 10A: el corazón sobre una parada, durante la circulación de la corriente y si el tiempo es corto, menos de 1 minuto, puede recuperar su actividad normal. La corriente actúa, a la vez, como agente de fibrilación y desfibrilación.



Norma CEI 479-2. Zonas de peligro de la corriente eléctrica.

Las quemaduras eléctricas se producen por el efecto térmico desarrollado en la trayectoria de la corriente. La cantidad de calor desprendido está ligado a los parámetros físicos de la Ley de Joule.

$$Q = 0,24 R I^2 t$$

Calorías = 0,24 x Resistencia x Intensidad ² x tiempo

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE CONTACTO

La norma CEI 479-2 (Comisión Electrotécnica Internacional) ha establecido unas curvas que delimitan las distintas zonas de peligro de la corriente eléctrica en función del tiempo.

En dicho diagrama se marcan las siguientes zonas:

Zona 1, No aparece ninguna reacción

Zona 2. La corriente “se nota”, produciendo cosquilleo e incluso dolor, pudiendo el sujeto soltarse del electrodo. Generalmente no es de esperar ningún efecto fisiopatológico.

Zona 3, No representa habitualmente riesgo de fibrilación ventricular. Riesgo de Asfixia. Riesgo de tetanización.

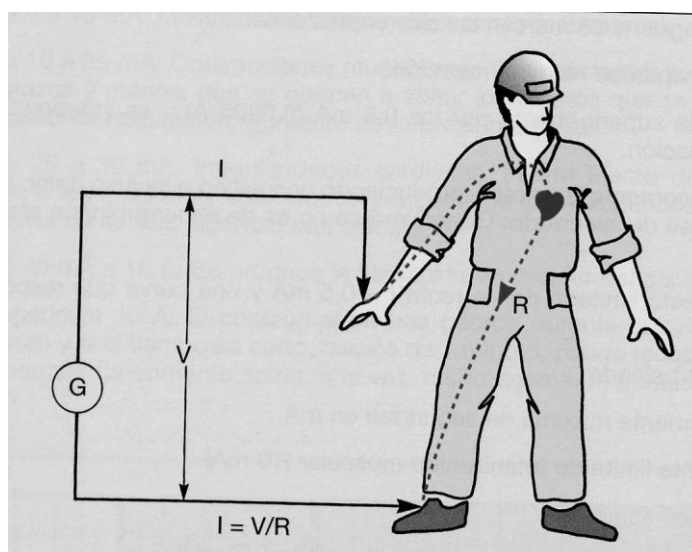
Zona 4. Existe riesgos de fibrilación ventricular.

Los riesgos en el interior de cada zona se agravan en función de la intensidad de corriente y del tiempo de circulación de ésta.

Los efectos de la corriente continua son, generalmente, como cuatro veces menos peligrosos que los efectos de la corriente alterna de 50Hz, en igualdad de tensión e intensidad. Es sin embargo importante tener en cuenta los fenómenos electrolíticos, que sobre el cuerpo humano, puede originar la corriente continua.

INFLUENCIA DE LA TENSIÓN Y RESISTENCIA DEL ORGANISMO.

La influencia de la tensión se manifiesta por cuanto de ella depende la intensidad de la corriente que pase por el cuerpo.



Influencia de la tensión y resistencia del organismo

Para una tensión fija aplicada en el cuerpo humano, la corriente que circula depende de la resistencia que presenta el organismo. Sin embargo ésta es muy variable y depende de multitud de circunstancias, tanto internas como externas, tales como:

- Condiciones fisiológicas y estado de la piel.
- Tensión de contacto.
- Espesor y dureza de la piel.
- Presión de contacto.
- Superficie de contacto.

- Recorrido de la corriente por el cuerpo.
- Estado fisiológico del organismo.

La piel es un órgano que aísla al cuerpo humano del medio exterior.

Efectivamente, ofrece una determinada resistencia al paso de la corriente porque los tejidos que la componen son muy malos conductores. Estos tejidos pueden ser comparados con un dieléctrico, formando el conjunto de la dermis y la epidermis un sistema capacitativo análogo a un condensador. Frente a una corriente continua, la piel opone mayor resistencia que ante una corriente alterna.

Una piel rugosa y seca puede ofrecer una resistencia de 50.000 Ω sin embargo, una piel fina y húmeda por su sudor o por el agua, puede presentar una resistencia de 1.000 Ω

La resistencia de los tejidos internos es muy pequeña, debido a que están impregnados de líquidos conductores, y no depende de la longitud del camino recorrido. Se estima una resistencia media de 500 Ω

La presión sobre el punto de contacto influye negativamente en la resistencia.

En último caso, lo decisivo en el accidente eléctrico es la densidad de corriente en las zonas de contacto:

$$d = \text{Intensidad} / \text{Superficie}$$

En baja tensión, cuando el contacto es uniforme, actúa sobre la piel una gran densidad de corriente. El intenso desarrollo de calor conduce a las típicas marcas en la piel. Si el contacto es más amplio en su superficie, no hay destrucción de la piel y faltan las marcas por quemadura.

Al fallar la resistencia cutánea por quemaduras, solamente queda la resistencia de los tejidos internos. Se puede pasar de valores de resistencia de 50.000 Ω en la piel seca, a unos 500 Ω . al ser destruida ésta y quedar solamente la resistencia interna.

El valor de la resistencia del cuerpo varía en función de la tensión que se le aplica. Según va aumentando la tensión, es mayor el número de puntos que pueden sufrir perforación eléctrica.

De numerosos exámenes realizados en determinadas condiciones, se pueden extraer las siguientes conclusiones

Tensión de contacto Voltios	Valor de resistencia en Ohmios	
	Piel mojada	Piel normal
25 V	2.500	10.000
50 V	2.000	5.000
250 V	1.000	2.000
Valor asintótico	650	1.000

Valores de resistencia

Estos valores son aplicables para corriente alterna hasta 100 Hz y corriente continua. Las mediciones se han efectuado entre extremidades, de mano a mano y de mano a pie. Debe considerarse que estos valores se aceptan como mínimos. Con la piel seca, son más elevados.

De acuerdo con estas cifras se puede calcular la tensión de seguridad en locales húmedos o secos, sin que aparezcan intensidades superiores a 10 mA, considerada como valor que no produce ningún efecto fisiológico nocivo.

Tensión de contacto = 25 Voltios.

Resistencia piel mojada = 2.500 Ohmios.

Tensión de contacto = 50 Voltios

Resistencia piel normal = 5.000 Ohmios.

Luego se considerarán como tensiones de seguridad:

Vs = 25 Voltios, en locales húmedos o mojados.

Vs = 50 Voltios, en locales secos o no conductores

INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE LA CORRIENTE

En todo cuanto llevamos expuesto sobre los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica, nos hemos estado refiriendo a c.a. de baja frecuencia y a corriente continua. Si se trata de corriente alterna de alta frecuencia, harán falta intensidades mayores para producir los mismos efectos.

Cualitativamente la afirmación anterior es exacta, ya que debido al efecto Kelvin o Pelicular de la corriente alterna, la alta frecuencia tiende a circular por la piel sin atravesar órganos internos.

A partir de una frecuencia de 100.000 Hz, se empieza a tener efecto pelicular apreciable, no produciéndose en el organismo más efecto que el calentamiento de los tejidos, por efecto Joule.

Se trabaja con altas frecuencias en aparatos electroquirúrgicos o electrobisturíes (del orden de 450.000 Hz) en los que la corriente eléctrica se aprovecha como fuente calorífica y no afecta a órganos vitales. De trabajar con frecuencias industriales de 50/60 Hz, los efectos serían mortales.

INFLUENCIA DEL RECORRIDO DE LA CORRIENTE Y DE LA NATURALEZA DEL ACCIDENTADO

La corriente eléctrica se establece, entre los puntos de contacto, por la trayectoria más corta dentro del cuerpo, o de menos resistencia.

Evidentemente los accidentes serán mucho más graves si en el trayecto de la corriente están órganos vitales como los pulmones, corazón o cerebro, que si se producen entre dos de los dedos de la mano, puestos en los contactos de una toma de corriente. En el primer caso y si la intensidad y tiempo es suficiente, se producirá la electrocución y en el segundo caso, generalmente, todo se reducirá a un calambre y una quemadura entre los dedos.

Con respecto a la naturaleza del accidentado, se pone de manifiesto por qué todas las personas no soportan igual una descarga eléctrica.

La edad, el sexo, la fatiga, el alcohol y el miedo afectan la sensibilidad a los efectos de la corriente eléctrica.

Las personas dormidas resisten mejor la corriente eléctrica, que despiertas.

PROTECCION CONTRA CONTACTOS ELECTRICOS.

Primeramente significaremos que la seguridad absoluta contra riesgos eléctricos no existe. Sin embargo es necesario minimizar sus efectos, tratando de corregir las causas originadoras de fallos, para obtener, con un concepto estadístico, el mayor margen razonablemente posible de seguridad.

Las medidas de seguridad contra riesgos eléctricos pueden clasificarse en:

- Medidas informativas.
- Medidas de protección.

MEDIDAS INFORMATIVAS

Se llaman medidas informativas aquéllas que, de algún modo, hacen conocer la existencia del riesgo, como:

- Instrucción del personal. Toda persona que realice trabajos eléctricos deberá ser especializada y conocerá perfectamente los peligros que entraña su manejo y la forma de evitarlos.

- Normas de seguridad Aparte de las de carácter general como son los reglamentos de prevención de riesgos laborales y los Reglamentos Electrotécnicos, deben existir otras de carácter específico para cada tipo de industria o de obra, que complementen, en cada caso, las señaladas.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Son aquellas cuyo objeto es proteger al individuo de los riesgos eléctricos. Se puede dividir en:

- Medidas de protección incorporadas a la instalación.
- Medios de protección personal.

Los equipos e instalaciones deberán ser proyectados de forma que el riesgo de shock eléctrico en uso normal o en condiciones de primer fallo, sea lo menos probable posible.

Contactos eléctricos directos

Por contacto directo se entiende la Puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador o usuario y una pieza o elemento conductor habitualmente bajo tensión eléctrica (parte activa), bien porque esta parte activa es accesible fallos de aislamiento.



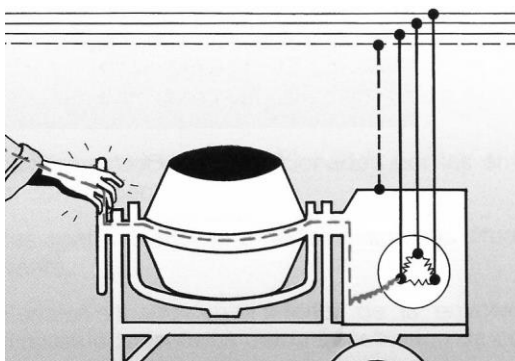
Contacto eléctrico directo. Paso de la corriente a través del cuerpo

Contactos eléctricos indirectos

Se entiende por contacto indirecto el contacto entre una parte del cuerpo de un trabajador y las bajo tensión como consecuencia de un defecto de aislamiento.

Se denomina masa a las partes o piezas metálicas accesibles del equipo eléctrico, que normalmente no están bajo tensión, pero que pueden estarlo si se produce un defecto de aislamiento. Por extensión, los elementos conductores directamente conectados a estos equipos eléctricos son igualmente considerados como masas.

Bajo ciertas condiciones el peligro aparece cuando el trabajador toca el aparato o equipo eléctrico defectuoso; entonces puede verse sometido a una diferencia de potencial establecida entre la masa y el suelo, entre la masa y un elemento conductor o entre una masa y otra, con lo que la corriente eléctrica circulará por su cuerpo. En este caso deben restringirse los voltajes o corrientes que circulan entre parte que puedan ser tocadas por el operario o usuario, y tierra. Estos voltajes a considerar son los que pueden aparecer durante el uso o primer fallo de los equipos eléctricos.



Contacto indirecto. La puesta en tensión de la masa del motor conlleva la puesta en tensión del conjunto de las partes metálicas del equipo

Arco eléctrico

Se produce generalmente por un cortocircuito o defecto franco con partes activas de la instalación, ya sea por contacto accidental o por fallo de aislamiento, entre fases o entre fase-neutro, fase-masa o fase- conductor de protección.

El cortocircuito se puede definir como una conexión accidental de impedancia o resistencia despreciable entre dos puntos a distinto potencial eléctrico

El arco eléctrico produce elevados efectos térmicos, radiaciones visibles y radiaciones ultravioleta.

Debe tenerse en cuenta que un contacto directo con llamas y un flujo radiante son equivalentes en lo que concierne a su efecto sobre el cuerpo humano. En efecto la severidad de una quemadura depende, por una parte, de la elevación de la temperatura de la piel hasta un límite perjudicial, por ejemplo, superior a los 45 °C y, por otra parte, del tiempo durante el cual la piel está sometida a esta temperatura.

Así a una temperatura ambiente de 23 °C la temperatura media de la piel es de aproximadamente 30 °C. Si esta temperatura se eleva a 55 °C, se produce una quemadura de 1er grado al cabo de 20 segundos; si la temperatura se mantiene durante un tiempo más prolongado pueden producirse quemaduras de segundo o tercer grado.

Tal efecto es ocasionado por el flujo de calor que provoca el aumento de temperatura, de tal manera que una quemadura de segundo grado se produce cuando la piel ha sido sometida a una cantidad de calor total de dos cal/cm /s.

A 1000 °C por ejemplo, temperatura de un arco eléctrico, la energía absorbida es aproximadamente de 160 Kw/m²; por lo que en un tiempo de 0,2 segundos una persona sufrirá una quemadura de segundo grado.

Los materiales de protección termorresistentes como el Nomex, Kynol o PBI, se inflaman instantáneamente a 80 Kw/m².



Efectos visibles del arco eléctrico

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, ITC-BT-24 especifica que para considerar satisfecha en los aparatos la protección contra los contactos eléctricos directos, se tomará una de las medidas de seguridad siguientes:

Interposición de obstáculos

Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas del aparato. La cubierta de protección deberá estar fijada en forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales que puedan presentarse en su función. Si la cubierta es metálica, deberá considerarse como masa y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos eléctricos indirectos. Este sistema de seguridad puede conseguirse con los "Grados de Protección IP".

Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)

El código IP es un índice que indica el grado de protección proporcionado por la envolvente (caja, armario, etc.) del material eléctrico. Viene definido por las normas CEI 529, UNE 20324-93 y EN 60529.

La norma UNE 20324-93 establece:

a) Las definiciones de los grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos con respecto a:

1.- La protección de personas contra el acceso a partes peligrosas situadas en el interior de la envolvente.

2.- La protección de los materiales situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de cuerpos sólidos extraños.

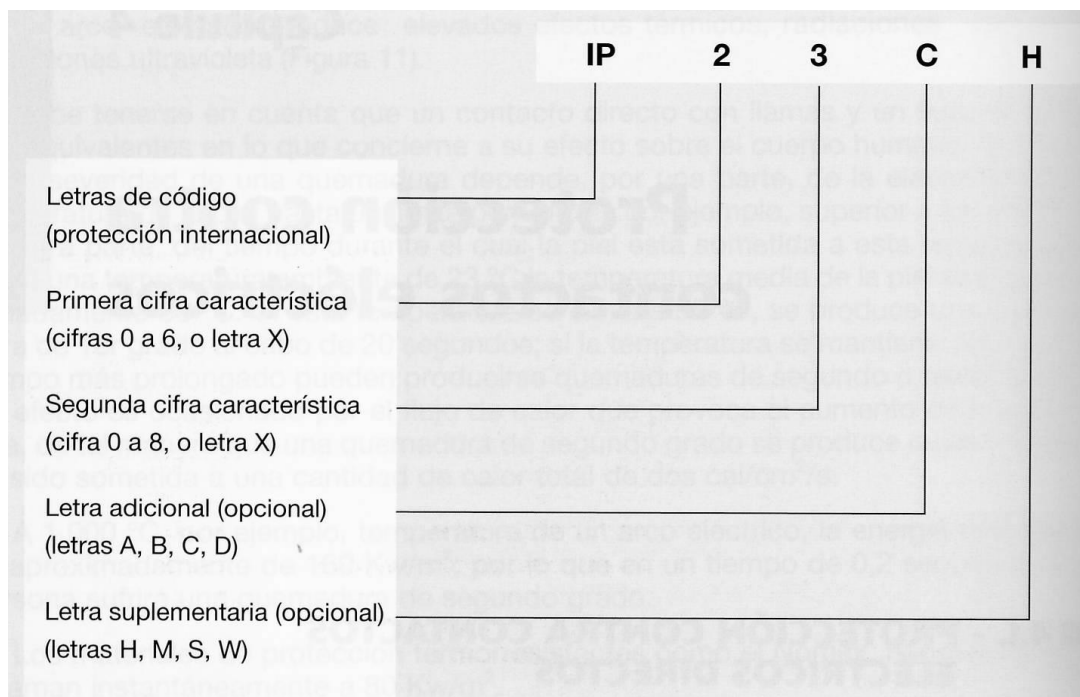
3.- La protección de los equipos situados en el interior de la envolvente, contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de agua

b) Las designaciones para estos grados de protección.

c) Los requisitos correspondientes a cada designación.

d) Los ensayos a realizar para verificar que la envolvente satisface los requisitos de esta norma.

El grado de protección proporcionado por una envolvente se representa mediante el código IP, de manera indicada en el esquema siguiente.



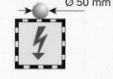
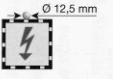
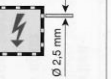
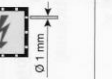
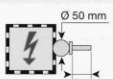
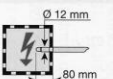
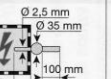
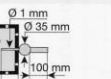
Disposición del Código IP

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

Elementos del código IP y su significado

Grado de protección IP de las envolventes según las Normas CEI 529 - EN 60529

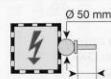
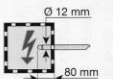
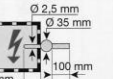
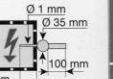
1.ª CIFRA CARACTERÍSTICA: Protección contra la entrada de cuerpos extraños y contra el acceso a partes peligrosas

significado	0	1	2	3	4	5	6
Protección de la envolvente contra la entrada de		Cuerpos sólidos de dimensiones superiores a 50 mm	Cuerpos sólidos de dimensiones superiores a 12,5 mm	Cuerpos sólidos de dimensiones superiores a 2,5 mm	Cuerpos sólidos de dimensiones superiores a 1 mm	Polvo sin sedimentos perjudiciales	Polvo (totalmente protegido)
Método de ensayo		 calibre del objeto Ø 50 mm	 calibre del objeto Ø 12,5 mm	 calibre del objeto Ø 2,5 mm	 calibre del objeto Ø 1 mm	 polvo de talco	 polvo de talco
Protección de la persona contra el acceso con		el dorso de la mano	un dedo	una herramienta		hilo	
Método de ensayo		 calibre accesibilidad Ø 50 mm	 Dedo de ensayo articulado	 calibre accesibilidad Ø 2,5 mm		 calibre accesibilidad Ø 1 mm	

1.ª CIFRA CARACTERÍSTICA: Protección contra la penetración de agua

significado	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Protección de la envolvente contra los efectos peligrosos derivados de		Caída vertical de gotas de agua	Caída vertical de gotas de agua con la envolvente inclinada hasta 15°	Lluvia	Proyecciones de agua	Lanzamiento de agua	Lanzamiento de agua similar a golpes de agua	Inmersión temporal	Inmersión prolongada
Método de ensayo									 Acordado por constructor y usuarios, si bien más estricto que los de cifra 7

LETRAS OPTATIVAS

LETRAS OPTATIVAS					LETRA COMPLEMENTARIA	
significado	A	B	C	D	información suplementaria para la protección del material	
Protección de la persona contra el acceso con	El dorso de la mano	El dedo	Una herramienta	Un hilo	H	Equipos alta tensión
Método de ensayo	 calibre accesibilidad Ø 50 mm	 Dedo de ensayo articulado	 calibre accesibilidad Ø 2,5 mm x 100 mm	 calibre accesibilidad Ø 1 mm x 100 mm	M	Ensayo de los efectos peligrosos provocados por la entrada de agua con las partes móviles del equipo en movimiento
					S	Ensayo de los efectos peligrosos provocados por la entrada de agua sin que las partes móviles del equipo estén en movimiento
					W	Indicado para su uso en condiciones atmosféricas determinadas y equipado con medidas y procedimientos adicionales

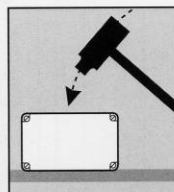
Sólo se utiliza si:

- la protección efectiva contra el acceso a partes peligrosas es superior a la indicada por la primera cifra característica.
- sólo se indica la protección contra el acceso a partes peligrosas y la primera cifra característica es sustituida por una X.

2.- Protección contra los choques mecánicos: Índices de protección - IK

Según: UNE EN 50 102/96

IK	Energía de choque (julios)	Antiguo 3ª cifra IP	IK	Energía de choque (julios)	Antiguo 3ª cifra IP
00	0	0	06	1	
01	0,15		07	2	5
02	0,20		08	5	
(1)	0,225	1	(2)	6	7
0,3	0,35		09	10	
04	0,50	3	10	20	9
05	0,70				

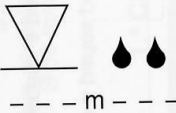
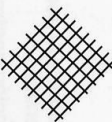
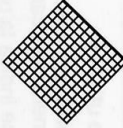


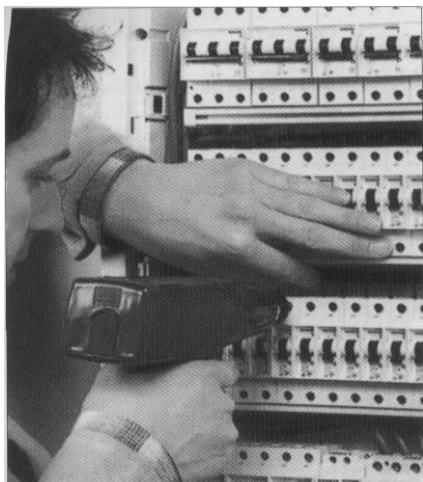
- Esta tabla permite conocer la resistencia de un producto a un impacto dado en julios, partiendo de un grado IK.
- También permite conocer la correspondencia con la antigua 3ª cifra IP.

(1) Se admite que un producto que tenía IP xx1, cumple las condiciones de un IP xx - IK 02

(2) Se admite que un producto que tenía IP xx7, cumple las condiciones de un IP xx - IK 08

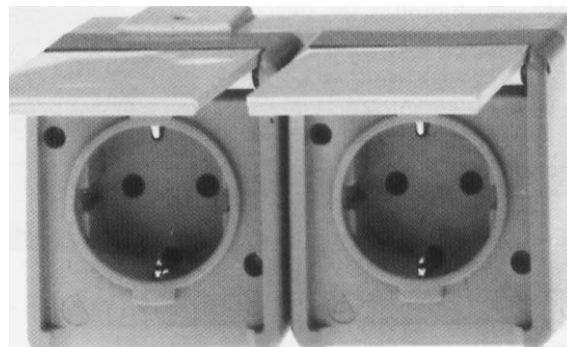
Grados de protección de las carcasas de los materiales eléctricos, según las normas CEI529, EN60529 y UNE 50102/96

Designación C.E.E.	Marca C.E.E. de los aparatos de iluminación	Grado de protección mínima según UNE
Sin protección frente a sólidos y líquidos	—	IP 00
Protección mínima en locales secos	—	IP 20
Protegido contra la caída vertical de gotas de agua		IP 21
Protegido contra la lluvia		IP 23
Protegido contra las proyecciones de agua		IP 34
Protegido contra los chorros de agua		IP 35
Protegido contra los efectos de la inmersión		IP 47
Estando a la inmersión		IP 48
Protegido contra el polvo		IP 50
Totalmente protegido contra el polvo		IP 60



Cuadro de equivalencias aproximadas entre los sistemas CEE y CEI

Aparellaje eléctrico protegido contra la entrada de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro y de los dedos de las manos (IP 20B)



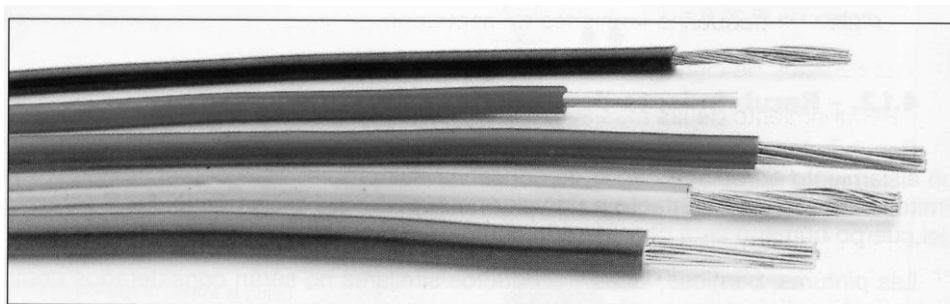
Doble base de enchufe protegida contra la entrada de cuerpos sólidos de más de 1 mm. de diámetro y contra las proyecciones de agua en todas direcciones. Con la tapa cerrada protección IP44D. Con la tapa abierta IP 20B

Recubrimiento de las partes activas

Recubrimiento de las partes activas de los aparatos y conductores, por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 Ohmios.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

Este sistema de protección es el generalmente empleado en los conductores eléctricos, recomendándose, para los portátiles, que sean de una tensión nominal no inferior a 440 Voltios, compuestos por un aislamiento y cubierta exterior resistente a los impactos y torsiones, como la goma o el neopreno.



Conductores asilados. Color de aislamiento: Fases (Negro, gris o marrón), Neutro (azul). Conductor de protección (amarillo-verde), circuitos de señalización y control (rojo)

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELECTRICOS INDIRECTOS.

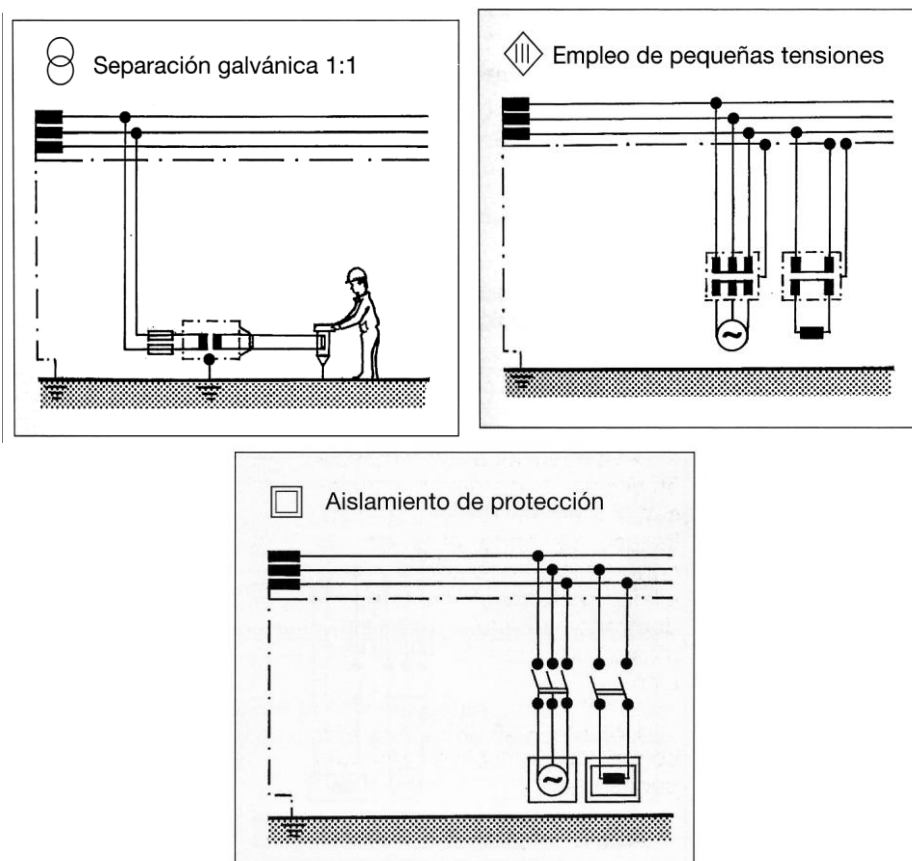
Para la protección contra los contactos de personas con masa puestas accidentalmente bajo tensión, también el Reglamento Electrotécnico de BT, ITC-BT24, establece:

- En general con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.
- Con tensiones superiores a 50 voltios, es necesario establecer sistemas de protección incluso teniendo el suelo no conductos, ya que cabe la posibilidad de tocar elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización. Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser:

Clase A

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo en sí mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos

- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad
- Separación de circuitos
- Recubrimientos de las masas con aislamiento de protección.

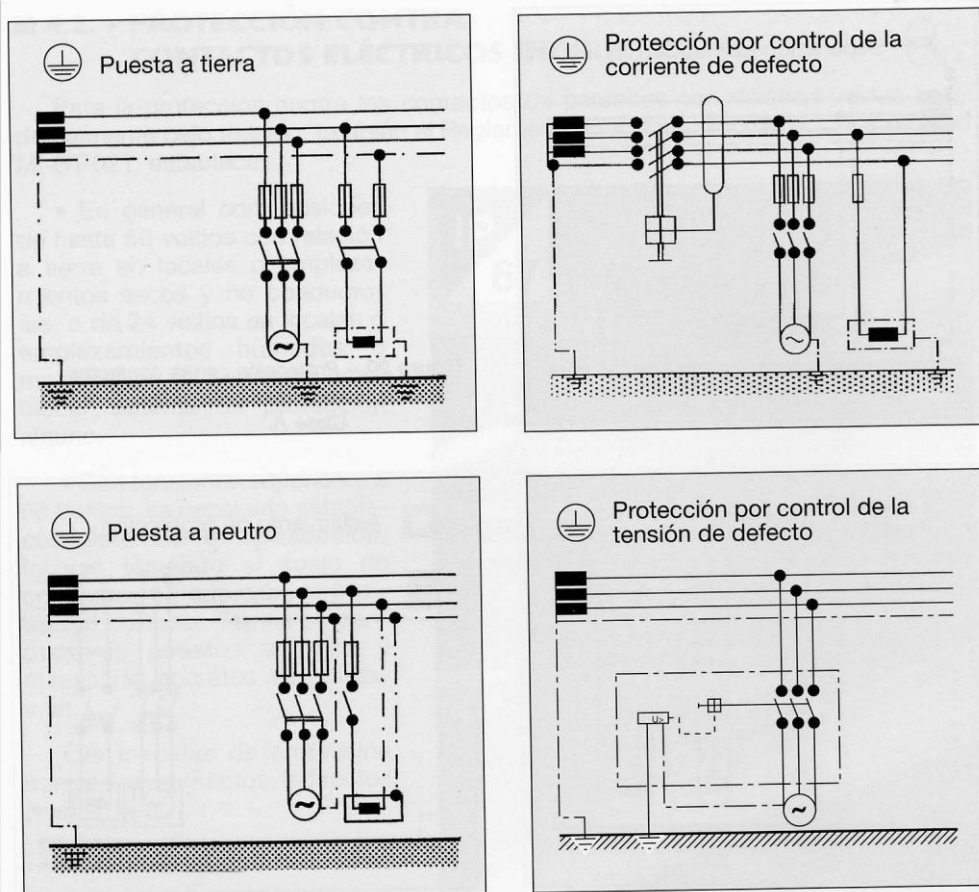


Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra de las masas de los aparatos (Clase I), asociados a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión del aparato defectuoso.

De esta manera conseguiremos que, en caso de defecto, no aparezca en los aparatos tensiones superiores a las de seguridad:

- 24 voltios en locales húmedos o mojados
- 50 voltios en locales secos y no conductores



Aparatos eléctricos de baja tensión

Los aparatos se clasificarán respecto a la protección contra los contactos indirectos. Para ello, se tendrá en cuenta lo indicado en el cuadro.

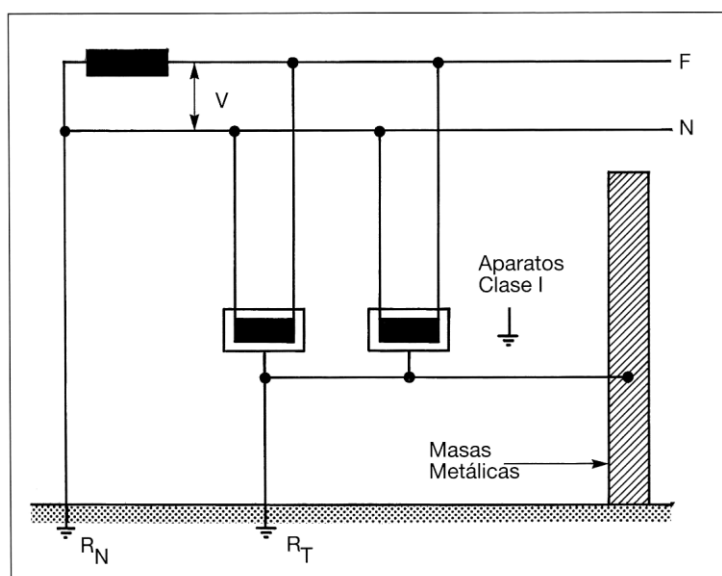
Sus definiciones son las siguientes:

Clase O: 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.

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 se incluye, como medida adicional de seguridad, 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 de aislamiento básico.

Clase del aparato	Indicaciones en la placa de características	Conexión a la red
0	Clase 0 o sin indicación	
I	Clase I o el símbolo de puesta a tierra	
II	Clase II o el símbolo	
III	Clase III o el valor de la tensión nominal	

UNE 20-314



Conexión a tierra de aparatos. Clase I

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

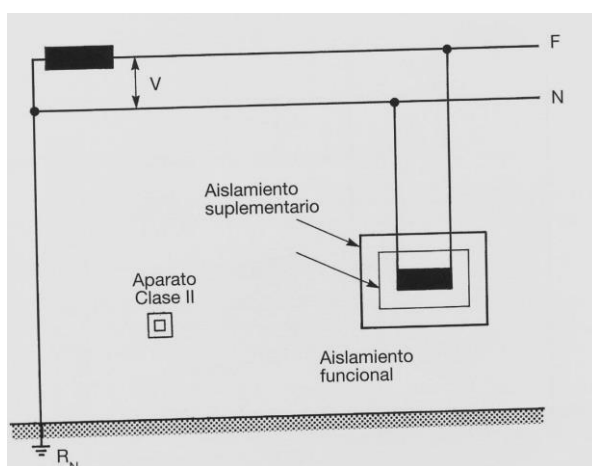
Cuando la alimentación del aparato se realice por medio de un conductor flexible, éste incluye el conductor de protección, y su clavija para toma de corriente dispone de contacto para este último conductor.

Clase II: Equipos dispuestos para ser conectados a la red principal, en los que la protección contra las descargas eléctrica no se confía solamente al aislamiento básico, sino que el factor de seguridad se incrementa por doble aislamiento o aislamiento reforzado (UNE 20 314), no necesitando conexión a la tierra protectora.

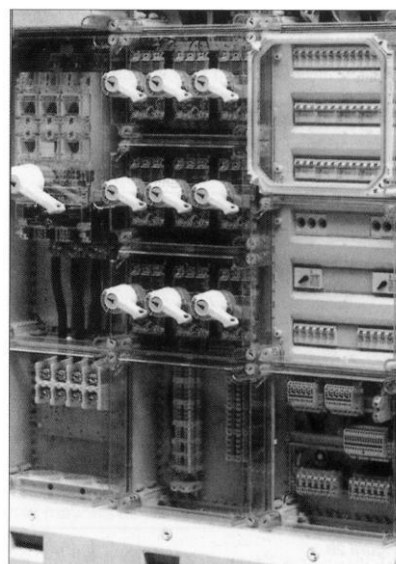
Es decir que para conseguir el doble aislamiento debe cumplirse que todas las partes susceptibles de contacto, que en caso de defecto pudieran quedar en tensión directa o indirecta:

- Deben estar cubiertas con material aislante de forma segura y duradera.

- b) Deben quedar separadas de las partes en tensión mediante la separación piezas aislantes fijadas de forma segura (caso de ejes de transmisión de esfuerzos o tornillos de sujeción). Este sistema de protección representa un 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 en cuidado en las reparaciones de estos aparatos, con objeto e conservar los aislamientos y sustituir las piezas aislantes deterioradas por otras de igual garantía protectora.

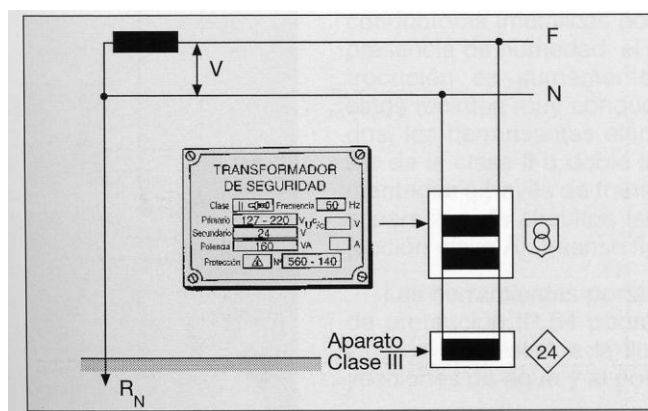


Esquema de conexión de un aparato Clase II. Doble aislamiento



Armario eléctrico de Doble Aislamiento

Clases III: Equipos en los que la protección contra descargas eléctricas se confía a la alimentación con voltaje de baja tensión de seguridad. Son los que está previstos para ser alimentados bajo una tensión no superior a 50Voltios. No tienen ningún circuito interno ni externo que funciones a una tensión superior a esta.



Esquema de conexión de un aparato, alimentado a Muy Baja tensión, mediante transformador de seguridad.

Los aparatos de las clases antes citadas, presentarán un aislamiento a masa que resiste una prueba bajo tensión, durante un minuto a la frecuencia de 50Hz.

Aparatos Clase I: 1500V

Aparatos Clase II: 4000V

Aparatos Clase III: 500V

Características	Receptor				
	O	OI	I	II	III
Indicaciones	—				t. nom.
Aislamiento	func.	func.	func.	doble	func.
Puesta a tierra de masas	no	no (*)	si	no	no
Tensión alimentación máxima	440 V	440 V	440 V	440 V	50 V
Protección contra contactos indirectos	nec.	nec.	nec.	no nec.	no nec.
Resistencia de aislamiento mínima (M Ω)	1	1	1	7	1
Corriente de fuga en la red y las masas accesibles (mA)	0,5	0,5	0,75	0,25	0,5
Tensión de ensayo	1.500	1.500	1.500	4.000	500 V

(*) Tiene borne de tierra

PROTECCIÓN PERSONAL.

El RD 1407/92 de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de equipos de protección individual, y el RD 773/97 establece las condiciones mínimas sobre el empleo de protección individual.

ROPA DE TRABAJO.

Dado que los electricistas pueden verse afectados por la elevada temperatura del arco eléctrico accidental en sus trabajos o maniobras, la ropa de trabajo de estos deberá ser ininflamable.

Las exigencias serán:

- Los EPI's diseñados para proteger total o parcialmente el cuerpo contra los efectos del calor y/o el fuego, deberán poseer una capacidad de aislamiento térmico y una resistencia mecánica adecuada a las condiciones normales de uso.
- Los que accidentalmente pueden entrar en contacto con llamas, así como los fabricados para ser usados como equipos de protección para electricistas, deben también poseer un grado de inflamabilidad correspondiente al tipo de riesgo asociado a las previsibles condiciones de uso. Igualmente, no deben fundir si se exponen a la llama, ni contribuir a su propagación
- La ropa de trabajo para electricistas llevará la marca CE, además del pictograma indicado en la figura, en el que deberán figurar las letras acreditativas de su resistencia frente al calor y las llamas (letras, A,B,C cuyo significado se indica en tabla.

Como ejemplo de riesgo de valor extremo e instantáneo cabe citar el generado por las instalaciones eléctricas, como es el arco eléctrico accidental que supone temperaturas hasta 5000°C, comparadas con los 800 a 1500°C de las llamas de un incendio.

PICTOGRAMA	Categoría del riesgo o aplicación	PICTOGRAMA	Categoría del riesgo o aplicación
	Riesgos mecánicos		Riesgos por frío
	Corte por impacto		Calor y fuego
	Electricidad estática		Radiaciones ionizantes y contaminación radioactiva
	Riesgos químicos		Riesgos bacteriológicos

Pictogramas según norma EN 420:1994

1 Propagación de la llama (letra A) EN 532 Ignición durante 10 s Tiempo de post-combustión ≤ 2s Tiempo de incandescencia ≤ 2s Las llamas no deben alcanzar los extremos de la probeta Sin perforaciones Sin goteos No debe fundir	2 Calor convectivo (letra B) EN 367 Flujo calórico = 80 kW/m^2 <table> <tr> <th>Nivel</th><th>Exigencias</th></tr> <tr> <td>B1</td><td>$3 \leq \text{HTI} \leq 6$</td></tr> <tr> <td>B2</td><td>$7 \leq \text{HTI} \leq 12$</td></tr> <tr> <td>B3</td><td>$13 \leq \text{HTI} \leq 20$</td></tr> <tr> <td>B4</td><td>$21 \leq \text{HTI} \leq 30$</td></tr> <tr> <td>B5</td><td>$\text{HTI} \geq 31$</td></tr> </table> Las prendas de protección frente al calor convectivo, deben alcanzar como mínimo el nivel B1	Nivel	Exigencias	B1	$3 \leq \text{HTI} \leq 6$	B2	$7 \leq \text{HTI} \leq 12$	B3	$13 \leq \text{HTI} \leq 20$	B4	$21 \leq \text{HTI} \leq 30$	B5	$\text{HTI} \geq 31$
Nivel	Exigencias												
B1	$3 \leq \text{HTI} \leq 6$												
B2	$7 \leq \text{HTI} \leq 12$												
B3	$13 \leq \text{HTI} \leq 20$												
B4	$21 \leq \text{HTI} \leq 30$												
B5	$\text{HTI} \geq 31$												
3 Calor radiante (letra C) EN 366 Flujo calórico = 20 kW/m^2 <table> <tr> <th>Nivel</th><th>Exigencias</th></tr> <tr> <td>C1</td><td>$8 \leq \text{HTI} \leq 30$</td></tr> <tr> <td>C2</td><td>$31 \leq \text{HTI} \leq 90$</td></tr> <tr> <td>C3</td><td>$91 \leq \text{HTI} \leq 150$</td></tr> <tr> <td>C4</td><td>$t_2 \geq 151$</td></tr> </table> Las prendas de protección frente al calor radiante, deben alcanzar como mínimo, el nivel C1	Nivel	Exigencias	C1	$8 \leq \text{HTI} \leq 30$	C2	$31 \leq \text{HTI} \leq 90$	C3	$91 \leq \text{HTI} \leq 150$	C4	$t_2 \geq 151$	Figura 128. - Prendas de protección térmica. Exigencias y métodos de ensayo. Para cumplir con la norma EN 531, los EPI deben superar el ensayo de propagación de llama y como mínimo alguno de los otros ensayos indicados en el nivel 1. HTI: Índice de transferencia de calor: tiempo en segundos para alcanzar 24°C.		
Nivel	Exigencias												
C1	$8 \leq \text{HTI} \leq 30$												
C2	$31 \leq \text{HTI} \leq 90$												
C3	$91 \leq \text{HTI} \leq 150$												
C4	$t_2 \geq 151$												

GUANTES PARA ELECTRICISTAS

Para realizar trabajos en las instalaciones eléctricas, tanto en las proximidades de elementos en tensión como en la manipulación de fusibles, aparamenta, etc, y como medida básica de protección contra el arco eléctrico accidental, los electricistas deberán utilizar guantes resistencia a la llama

En los trabajos con tensión será necesario la utilización de estos guantes junto con los guantes aislantes.

Los niveles de protección térmica de los guantes viene reflejados en la norma EN 407. Para cumplir con las exigencias de esta norma, los EPI, deben superar los requisitos siguientes y, en especial los destinados a los electricistas, los niveles 4111 como mínimo.



PROTECCIÓN OCULAR.

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

- a.- Choque o impacto de partículas o cuerpos sólidos
- b.- Proyección o salpicadura de metales fundidos.
- c.- Radiaciones ultravioleta.

Las gafas o pantallas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.

OCULARES (EN 166)	
1. Clave de número de código	
2:	Filtro ultravioleta, puede alterar el reconocimiento de los colores
3:	Filtro ultravioleta que permite buen reconocimiento del color
4:	Filtro Infrarrojo
5:	Filtro Solar sin requerimiento para el infrarrojo
6:	Filtro Solar con requisitos para el infrarrojo
Grados de Protección y Visibilidad	
1,2 - 1,4 - 1,7 - 2	(Mala Visibilidad)
2. Clase óptica del ocular	
Nivel 1, 2 y 3.	
3. Resistencia al impacto	
(S)	Robustez aumentada
(F)	Alta velocidad, baja energía
(B)	Alta velocidad, media energía
(A)	Alta velocidad, alta energía
MONTURAS (EN 166)	
1. Campos de Uso	
3:	Líquidos
4:	Partículas de polvo
5:	Gas y partículas de polvo finas
8:	Arco Eléctrico de cortocircuito
9:	Metal fundido y sólidos calientes
2. Resistencia al impacto	
(F), (B) o (A)	
Ejemplo: Protección Electricista	
Número código filtro	3 1,2 x 1 8
Grado de protección	
Identificación del Fabricante	
Clase óptica	
Montura frente al arco eléctrico	

Para la protección contra el arco eléctrico la norma EN 166 especifica que el ocular para protección contra el arco eléctrico producido por un cortocircuito debe estar dotado de filtro ultravioleta. Así mismo resistente a la salpicadura de metal fundido.

PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS. GUANTES AISLANTES.

El EPI que vayan a proteger total o parcialmente el cuerpo contra los efectos de la corriente eléctrica tendrán un grado de aislamiento adecuado a los valores de tensiones a las que el usuario puede exponerse en las condiciones más desfavorables predecibles.

COMPOSICIÓN

Los guantes se fabricarán a base de elastómeros. Podrán llevar o no un soporte textil y revestimiento exterior para protección contra el desgaste mecánico, los ataques químicos, etc. En el caso de desgaste del revestimiento exterior de un guante compuesto de varias capas, deberá aparecer el color de la capa

		Clase/Categoría	
		FABRICANTE Mes/Año	
		TALLA	
Fecha de puesta en servicio	Marcado de las fechas de inspección periódica		

inmediatamente interior.

CLASIFICACIÓN (EN 60903)

Los guantes objeto de esta norma se designarán de la manera siguiente:

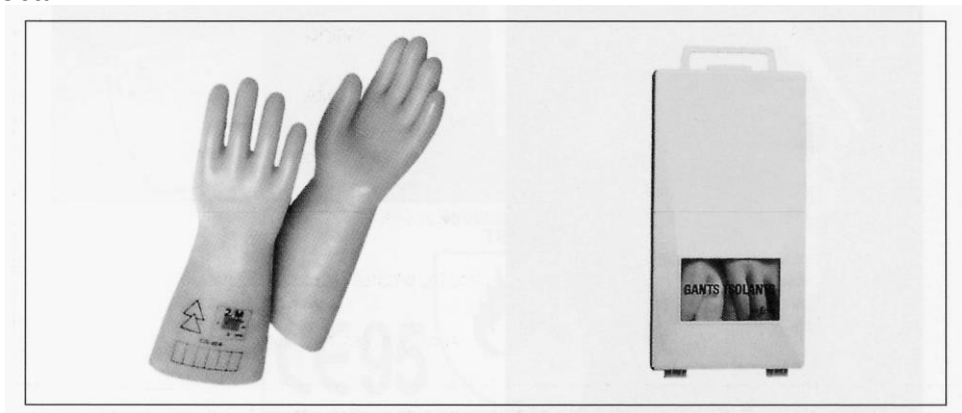
- Por su clase: Clase 00, Clase 0, Clase 1, Clase 2, Clase 3y Clase 4.

Por sus propiedades especiales, mediante un sufijo de acuerdo con la tabla.

El fabricante indicará en su folleto informativo, en particular, el uso exclusivo de estos tipos de EPI y la naturaleza y periodicidad de los ensayos eléctricos a los que habrán de someterse durante

el tiempo que duren.

La diferencia más notable en el marcado que tiene que aparecer en los guantes aislantes es su tensión de utilización, ya que anteriormente se indicaba la tensión de prueba



Guantes aislantes

CATEGORÍA	RESISTENCIA
A	Ácido
H	Aceite
Z	Ozono
M	Mecánica (Nivel más alto)
R*	Ácido, aceite, ozono, mecánica
C	A muy bajas temperaturas

Sufijos a añadir a los números de clase de los guantes de protección

CLASE DE GUANTE	TENSIÓN DE UTILIZACIÓN (VOLTIOS)	TENSIÓN DE ENSAYO (VOLTIOS)	CORRIENTE DE FUGA MÁXIMA (mA)	TENSIÓN MÍNIMA SOPORTADA (VOLTIOS)
00	500	2.500	2	5.000
0	1.000	5.000	2	10.000
1	6.000	10.000	2	20.000
2	15.000	20.000	2	30.000
3	20.000	30.000	2	40.000
4	30.000	40.000	2	50.000

Clases de protección de los guantes aislantes para trabajos eléctricos, según EN609(1992)

CALZADO DE PROTECCIÓN

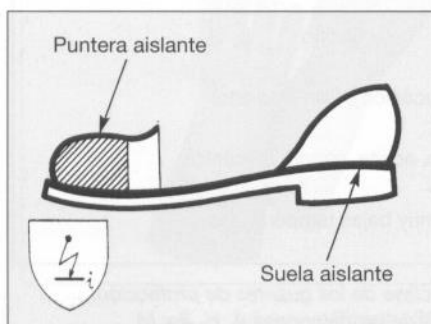
Calzado conductor: según la normativa EN-344, se define como calzado conductor, aquél cuyo límite de resistencia eléctrica está en los 100 Ka.

Calzado antiestático: el calzado antiestático es aquél cuyo límite de resistencia eléctrica se halla situado entre los 100 KO Ω y los 100 M Ω .

Calzado aislante: se define como calzado aislante aquél que ofrece una elevada resistencia al paso de la corriente eléctrica. El valor de su resistencia se sitúa entre 100 M Ω y el infinito.

Los operarios relacionados con la electricidad deben utilizar calzado aislante. Dado que la suela está sometida a desgaste, a la humedad ya la contaminación, el calzado podría no proteger lo suficiente, por lo que deberán adoptar se precauciones adicionales.

El calzado antiestático evita el riesgo de ignición de sustancias inflamables y posibles choques eléctricos en baja tensión



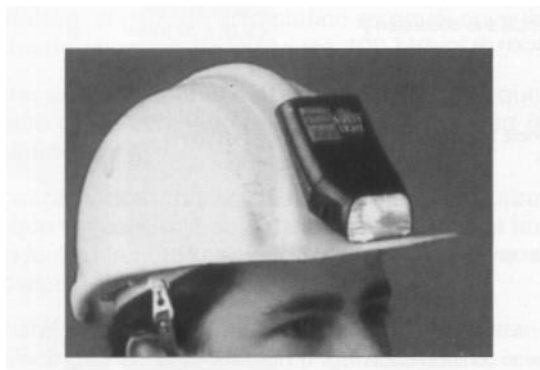
Calzado para electricista

PROTECCIÓN DE LA CABEZA

Los equipos de protección de la cabeza contra los riesgos inherentes al trabajo, deberán satisfacer los requisitos esenciales del R.D. 1407/92 del 20 de noviembre. El desarrollo de la Normativa Europea (EN 397) analiza los requisitos específicos que deben satisfacer estos EPI para la protección contra ciertos riesgos particulares. Estos requisitos son los siguientes:

- Absorción del choque.
- Resistencia a la penetración.
- Resistencia a la llama.
- Aislamiento eléctrico.

Los cascos de seguridad deberán proteger al trabajador contra el contacto eléctrico por lo que deberán ser de material aislante y estar ensayados bajo tensión eléctrica. Este ensayo se realiza para garantizar una protección del usuario contra un contacto accidental con un conductor eléctrico bajo tensión. Existen varios tipos de prueba e incluso diferentes métodos, según sea la norma.



Casco para electricista

			CLASES			
			PB	P1	P2	P3
Calzado de Protección (EN-346). Tope Aislante de 100J.						
Calzado de Uso Profesional EN-347. Sin tope.				01	02	03
Exigencias básicas (EN-344)			◆	◆	◆	◆
A	Calzado antiestático	$> 0,1 \text{ M}\Omega$ $< 100 \text{ M}\Omega$	✱	◆	◆	◆
E	Absorción de energía en el talón	$> 20 \text{ J}$	✱	◆	◆	◆
WRU	Resistencia a la absorción y penetración de agua	$< 30\%$ 60 min. $< 2 \text{ gr} + 30 \text{ min.}$	✱		◆	◆
P	Resistencia a la perforación de la suela	$> 1100 \text{ N}$	✱	✱		◆
C	Calzado conductor	$< 0,1 \text{ M}\Omega$	✱	✱	✱	✱
HI	Aislamiento contra el calor radiado	$\Delta T \leq 22^\circ\text{C}$ 150°C 30 min.	✱	✱	✱	✱
CI	Aislamiento contra el frío	$\Delta T \leq 10^\circ\text{C}$ -20°C 30 min.	✱	✱	✱	✱
HRO	Resistencia de la suela al calor por contacto	$> 300^\circ\text{C}$ $> 1 \text{ min.}$	✱	✱	✱	✱

Figura 137. - Niveles de protección del calzado de "protección" y de "uso profesional"

◆ Requisitos obligatorios

✱ Requisitos opcionales

Ejemplo para electricistas: Clase P2 u O2.

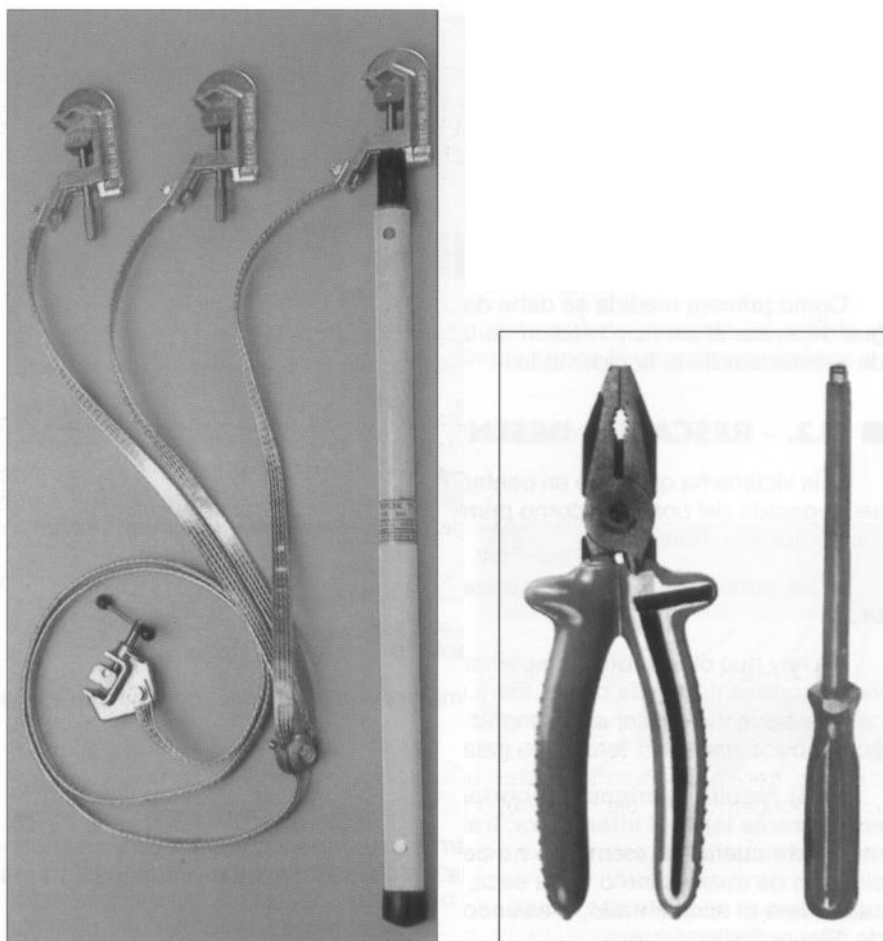
Para baja tensión (hasta 440V ca., 50 Hz) la máxima corriente de fuga a través del aislamiento será de 1 mA.

En los cascos de protección debe ir indicada la tensión de utilización, en voltios.

HERRAMIENTAS

Las herramientas manuales utilizadas para realizar trabajos en instalaciones de baja tensión, deberán estar protegidas por un aislamiento de seguridad. Estas herramientas deben llevar indicada, en su cubierta protectora, la tensión de utilización correspondiente (por ejemplo 1.000 V) y la marca CE.

Los materiales aislantes se seleccionarán y dispondrán de tal manera, que la corriente de fuga medida a través de la cubierta protectora, en condiciones de prueba en la que se utilicen tensiones similares a las que puedan darse "in situ", sea lo más baja posible y siempre interior a 1mA (EN 29000 y 29002).



1. Herramienta aislante. Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito para líneas aéreas de baja tensión. 2. Herramientas aisladas

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

- Herramientas aislantes: cuyo cuerpo está constituido por material aislante en toda su masa excepto en la cabeza de trabajo que puede ser de material conductor
- Herramientas aisladas: que son herramientas metálicas, recubiertas de material aislante para baja tensión mínimo 1000V para baja tensión

