GUÍA TÉCNICA

PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio
BOE nº 148, de 21 de junio

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

GUÍA TÉCNICA

PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio
BOE nº 148, de 21 de junio

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Título:
Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico.

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Edita:
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.
C/ Torrelaguna 73, 28027 Madrid
Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27
www.insst.es

Composición:
Servicios Gráficos Kenaf, S.L.
C/ González Dávila, 20 - 4º Izq. Oficina 43 D - 28031 Madrid
Tel. 91 380 64 71
info@kenafsl.com

Edición:
Madrid, septiembre 2020

NIPO (papel): 118-20-046-4
NIPO (en línea): 118-20-047-X
Depósito Legal: M 7765-2020

Hipervínculos:
El INSST no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSST del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija

Histórico de revisiones:
Mayo 2014
Abril 2004
Noviembre 2003

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://cpage.mpr.gob.es/

Catálogo de publicaciones del INSST:
https://www.insst.es/catalogo-de-publicaciones



Presentación

El artículo 8 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales establece como función del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo[1] (INSST), entre otras, la realización de actividades de información y divulgación en materia de prevención de riesgos laborales.

Por otra parte, el artículo 5.3 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención contempla la posibilidad de que se utilicen guías del INSST "cuando la evaluación exija la realización de mediciones, análisis o ensayos y la normativa no indique o concrete los métodos que deben emplearse, o cuando los criterios de evaluación contemplados en dicha normativa deban ser interpretados o precisados a la luz de otros criterios de carácter técnico".

La disposición final primera del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico establece que el INSST, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.3 del Real Decreto 39/1997, elaborará y mantendrá actualizada una Guía Técnica de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico en los trabajos que se realicen en las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo o en la proximidad de las mismas.

La presente guía, actualizada a fecha de julio 2020, ha sido elaborada en cumplimiento de este mandato legal y tiene por objetivo facilitar la aplicación del mencionado real decreto proporcionando criterios e información técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico derivado de las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y de los trabajos que se realicen en ellas o en sus proximidades.

Francisco Javier Pinilla García
DIRECTOR DEL INSST

[1] El actual Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P. ha cambiado de denominación en los últimos años, pudiendo aparecer en otras publicaciones citado como Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) o como Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo (INSSBT).

Índice

I. INTRODUCCIÓN 7

II. DESARROLLO Y COMENTARIOS AL REAL DECRETO 614/2001, DE 8 DE JUNIO, SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO 9

Preámbulo del Real Decreto 614/2001. 9
Artículo 1. Objeto, ámbito de aplicación y definiciones 9
Artículo 2. Obligaciones del empresario 10
Artículo 3. Instalaciones eléctricas 12
Artículo 4. Técnicas y procedimientos de trabajo 14
Artículo 5. Formación e información de los trabajadores 17
Artículo 6. Consulta y participación de los trabajadores 19
Disposición derogatoria única. Derogación normativa. 19
Disposición final primera. Guía técnica. 20
Disposición final segunda. Facultad de desarrollo 20
Disposición final tercera. Entrada en vigor 20

ANEXO I. Definiciones 20

ANEXO II. Trabajos sin tensión 27

A. Disposiciones generales. 27

A.1. Supresión de la tensión 28
A.2. Reposición de la tensión 43

B. Disposiciones particulares 44

B.1. Reposición de fusibles 44
B.2. Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión. 45
B.3. Trabajos e instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía 47
B.4. Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión. 48

ANEXO III. Trabajos en tensión 49

A. Disposiciones generales. 49
B. Disposiciones adicionales para trabajos en alta tensión. 58
C. Disposiciones particulares 60

C.1. Reposición de fusibles 60

ANEXO IV. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones 60

A. Disposiciones generales. 60
B. Disposiciones particulares 63

ANEXO V. Trabajos en proximidad 65

A. Disposiciones generales. 65

A.1. Preparación del trabajo 65
A.2. Realización del trabajo. 68

B. Disposiciones particulares 68

B.1. Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico 68
B.2. Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas 70

ANEXO VI. Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. Electricidad estática 74

A. Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión 74
B. Electricidad estática 79

III. FUENTES DE INFORMACIÓN 83

A. Documentos citados en la guía 83

- Normativa legal relacionada 83
- Normas técnicas 83
- Publicaciones del INSST 85

B. Otros documentos no citados en la guía 85
C. Referencia a la web de organismos de interés 86

I. INTRODUCCIÓN

Esta Guía tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico que regula las condiciones de trabajo que se deben cumplir para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo[1].

En la disposición final primera del Real Decreto 614/2001 se insta al INSST a la elaboración y actualización de una guía técnica para facilitar la aplicación del mismo. En cumplimiento de la obligación reglamentaria de mantener la guía actualizada, la presente edición incorpora los cambios normativos y legislativos que han tenido lugar desde el año 2014, fecha de la última revisión de la misma. Además, debido a la evolución tecnológica también se han producido cambios en las normas técnicas que se menciona en la Guía Técnica, por lo que es preciso actualizarla y completarla, teniendo en cuenta el artículo 15.1.e de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante, LPRL).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se ha procedido a la revisión y actualización de la normativa que afecta al Real Decreto 614/2001, de los comentarios y explicaciones de su articulado y de los anexos afectados por dicha normativa[2].

Aunque esta Guía se refiere exclusivamente a dicho real decreto, es preciso tener en cuenta que este se encuadra en la reglamentación general sobre seguridad y salud en el trabajo, constituida principalmente por la Ley 31/1995 y por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (en adelante, RSP).

Por lo tanto, junto a las disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo, el empresario debe asegurar también el cumplimiento de los preceptos de carácter general contenidos en la Ley y el Reglamento citados.

Con el fin de facilitar la utilización de esta Guía Técnica, se incluye el articulado del Real Decreto 614/2001 intercalando, cuando se ha considerado necesario, las observaciones o aclaraciones pertinentes y/o refiriendo a los apéndices donde se ha considerado oportuno.

[1] En los recuadros en color se incluye el texto íntegro del Real Decreto 614/2001.

[2] La numeración de los comentarios realizados en la Guía Técnica se corresponde con la numeración del texto del real decreto al que se refieren.

II. DESARROLLO Y COMENTARIOS AL REAL DECRETO 614/2001, DE 8 DE JUNIO, SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Según el artículo 6 de la misma serán las normas reglamentarias las que irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Así, son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Asimismo, la seguridad y la salud de los trabajadores han sido objeto de diversos Convenios de la Organización Internacional del Trabajo ratificados por España y que, por tanto, forman parte de nuestro ordenamiento jurídico. Destaca, por su carácter general, el Convenio número 155, de 22 de junio de 1981, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, ratificado por España el 26 de julio de 1985. En el mismo sentido, en el ámbito de la Unión Europea se han fijado, mediante las correspondientes Directivas, criterios de carácter general sobre las acciones en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como criterios específicos referidos a medidas de protección contra accidentes y situaciones de riesgo.

El objetivo de esta norma es el de actualizar la normativa aplicable a los trabajos con riesgo eléctrico, a la vez que se procede a la derogación del capítulo VI de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada mediante Orden de 9 de marzo de 1971, sustituyéndolo por una regulación acorde con el nuevo marco legal de prevención de riesgos laborales, coherente con la normativa europea a que se ha hecho referencia y acorde con la realidad actual de las relaciones laborales.

En su virtud, de conformidad con el artículo 6 de la Ley 31/1995, do 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, a propuesta de los Ministros de Trabajo y Asuntos Sociales, de Sanidad y Consumo y de Ciencia y Tecnología, consultadas las organizaciones empresariales y sindicales más representativas, oída la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 8 de junio de 2001,

DISPONGO:

Artículo 1. Objeto, ámbito de aplicación y definiciones

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

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

3. Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en los apartados anteriores, sin perjuicio de las disposiciones específicas contenidas en el presente Real Decreto.

4. A efectos de este Real Decreto serán de aplicación las definiciones establecidas en el anexo I.

1. El presente real decreto forma parte de la normativa de seguridad y salud en el trabajo, enmarcada por la LPRL. Por tanto, las obligaciones específicas establecidas en este real decreto para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico deben entenderse e interpretarse a la luz de los preceptos de carácter general contenidos en la citada Ley.

2. Este real decreto tiene por objeto la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, aplicándose a **todos** los lugares de trabajo donde exista este, sea el derivado de las propias **instalaciones** y **receptores** eléctricos[1] o de los **trabajos** que se realicen en ellas o sus proximidades (véanse también los comentarios al punto 2 del anexo I).

   En el caso de las instalaciones eléctricas, el real decreto se limita a establecer unas obligaciones de carácter general y a remitirse, para las prescripciones particulares, a la normativa legal específica aplicable (básicamente, la reglamentación electrotécnica).

   Por el contrario, en el caso de los "trabajos en las instalaciones eléctricas, o en sus proximidades", el real decreto es mucho más extenso y concreto; se regulan con cierto detalle las técnicas y procedimientos para:

   - Dejar una instalación sin tensión, antes de realizar un trabajo, y reponer la tensión, al finalizarlo.
   - Trabajar en instalaciones en tensión.
   - Realizar maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas.
   - Trabajar en proximidad de elementos en tensión (incluidas las líneas eléctricas aéreas o subterráneas).
   - Trabajar en emplazamientos con riesgos de incendio o explosión, o en los que pueda producirse una acumulación peligrosa de carga electrostática.

3. En el capítulo II del RSP se detallan, entre otros aspectos, las obligaciones del empresario en relación con la evaluación de los riesgos y la planificación de la actividad preventiva. Obviamente, la evaluación de los riesgos de un puesto de trabajo incluye la evaluación de los originados por la energía eléctrica. **La evaluación de los riesgos permitirá determinar si las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas y las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en ellas o en sus proximidades se ajustan a lo establecido en este real decreto y en cualquier otra normativa específica que sea de aplicación**. De esta forma, se obtendrá la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada en relación con las medidas preventivas que, en su caso, deban adoptarse.

4. En el caso particular de las pequeñas y medianas empresas, además de lo anterior, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la *Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa* y en la *Guía técnica de simplificación documental*.

5. En el anexo I del real decreto se definen diferentes términos técnicos utilizados en el mismo, con objeto de evitar que se produzcan interpretaciones diferentes en el momento de su aplicación. Para otros términos no definidos en dicho anexo puede acudirse a la reglamentación electrotécnica. Así, en las Instrucciones Técnicas ITC-BT-01 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (en adelante, REBT), en la ITC-RAT 01 del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23 y en la ITC-LAT 01 del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 se desarrollan los distintos conceptos de la reglamentación electrotécnica que se utilizan frecuentemente en esta Guía.

Artículo 2. Obligaciones del empresario

1. El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la sección 1ª del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Este artículo establece la obligación del empresario de aplicar las medidas que se integran en el deber general de protección, en este caso frente al riesgo eléctrico, con arreglo, entre otros, a los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15.a) y b) de la LPRL relativos, respectivamente, a la necesidad de "evitar los riesgos" y de "evaluar los riesgos que no se puedan evitar".

[1] Se deben distinguir los conceptos de "instalación eléctrica" y "equipo receptor": mientras el primero se refiere a los materiales y componentes que se emplean para la generación, transformación, transporte y distribución de la energía eléctrica, el segundo alude a las partes eléctricas de los equipos receptores que se conectan a la instalación eléctrica y utilizan la energía eléctrica para un fin determinado (trabajos mecánicos, alumbrado, megafonía, etc.).

La evaluación de riesgos, aunque basada en los mismos principios, tendrá particularidades diferentes en función del trabajo que desarrolle el trabajador. En general, se puede distinguir entre:

a) Trabajadores usuarios de equipos y/o instalaciones eléctricas: en este caso, la evaluación de riesgos se dirigirá a comprobar si los equipos y las instalaciones son los adecuados para evitar que los trabajadores puedan sufrir contactos eléctricos directos o indirectos peligrosos, quemaduras, etc. Esto implica:

- Comprobar la adecuación de los equipos y/o instalaciones eléctricas a las condiciones en que se utilizan:
  - Condiciones de los locales: locales mojados, locales con superficies conductoras, etc.
  - Condiciones de la actividad: posible presencia de atmósferas combustibles o explosivas, ambientes agresivos (contaminación, temperaturas extremas, corrosión, etc.), etc.
  - Condiciones ambientales: instalaciones en interior o a la intemperie, altitud, sobretensiones y otras perturbaciones en la alimentación, etc.
- Tener en cuenta el cumplimiento de la normativa legal específica aplicable, en particular, la reglamentación electrotécnica y otras disposiciones sobre seguridad industrial (máquinas, material eléctrico destinado a utilizarse en baja tensión, compatibilidad electromagnética, equipos aptos para uso en atmósferas explosivas, material médico, etc.).

Además, será necesario comprobar que los trabajadores disponen de la formación e información adecuadas para la correcta utilización de los equipos y/o instalaciones eléctricas (véanse los comentarios al artículo 5 de este real decreto).

b) Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión y trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas; en estos casos, la evaluación de riesgos se centrará en:

- comprobar que las técnicas y procedimientos de trabajo empleados se ajustan a lo dispuesto en este real decreto;
- comprobar que los equipos de trabajo y los equipos y dispositivos de protección utilizados se ajustan a la normativa específica que sea de aplicación;
- comprobar que los trabajadores disponen de la formación, información y, en su caso, cualificación requeridas (véanse los comentarios al artículo 5 de este real decreto);
- verificar que los procedimientos empleados son los que se llevan a cabo en la práctica.

2. En cualquier caso, a efectos de prevenir el riesgo eléctrico:

   a) Las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo deberán cumplir lo establecido en el artículo 3 de este Real Decreto y, en particular, las disposiciones a que se hace referencia en el apartado 4 del mismo.
   b) Las técnicas y procedimientos para trabajar en las instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 4 de este Real Decreto.

En este apartado se diferencian claramente los dos ámbitos que regula el real decreto:

- El primero, relativo a las características y a la forma de utilización y mantenimiento de los equipos y/o instalaciones eléctricas, tiene como objetivo la protección del trabajador **usuario** de dichos equipos y/o instalaciones. En este ámbito el real decreto se limita, como ya se ha dicho, a establecer algunas obligaciones de carácter general, pasando de inmediato a hacer referencia a la normativa específica aplicable (básicamente, la reglamentación electrotécnica).
- El segundo de los ámbitos, detalladamente regulado por este real decreto, es el relativo a las técnicas y procedimientos para trabajar en las instalaciones eléctricas o en su proximidad. Su objetivo es la protección del trabajador que **no es usuario de la instalación, pero que circunstancialmente tiene que trabajar en ella o en su entorno**, por lo que está expuesto a un riesgo eléctrico.

La diferencia y, a la vez, complementariedad entre ambos campos puede ponerse de manifiesto con el siguiente ejemplo:

Los interruptores diferenciales son dispositivos de seguridad concebidos para proteger al usuario de una instalación eléctrica, pero pueden proteger también, en ciertos casos, a un trabajador autorizado o cualificado durante la ejecución de un trabajo ocasional en la instalación. La obligatoriedad de uso y las características de los diferenciales se regulan en la reglamentación electrotécnica.

La comprobación del correcto funcionamiento de un interruptor diferencial (que conviene hacer de forma periódica) la puede realizar un trabajador usuario de la instalación eléctrica siempre que no implique la apertura de un cuadro eléctrico en el que hubiera elementos accesibles en tensión (tal es el caso de los cuadros eléctricos que disponen de una envolvente que impide dicho contacto); si, por el contrario, la apertura

del cuadro eléctrico implica la presencia de elementos accesibles en tensión, se tratará de una operación con riesgo eléctrico que no puede realizar un trabajador usuario y deberá ser sometida a la aplicación de técnicas y procedimientos de trabajo reguladas por este real decreto en el artículo 4.

Artículo 3. Instalaciones eléctricas

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

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

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

3. Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador.

4. En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

1. Los reglamentos electrotécnicos establecen, con carácter general, las condiciones y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas en relación con la seguridad de las personas y los bienes. En ellos se fijan las condiciones de seguridad y de calidad para los componentes (materiales, aparamenta, cableado, etc.) y los receptores utilizados en las instalaciones eléctricas.

   Es preciso tener en cuenta que el REBT se aplica a las nuevas instalaciones, así como a sus modificaciones y ampliaciones. En cuanto a las instalaciones existentes, se aplicará a sus ampliaciones y a las **modificaciones y reparaciones de importancia,** considerándose modificaciones de importancia las que afecten a más del 50% de la potencia instalada o las que afecten a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros (aun con reducción de potencia). También se aplicará a las instalaciones existentes cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o los bienes, o se produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones.

   En particular, en los reglamentos electrotécnicos se determinan:

   - Los sistemas de protección destinados a impedir los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que, por distintas causas, se puedan producir en las instalaciones.
   - Las condiciones que deben cumplir las instalaciones para evitar los contactos directos y anular los efectos de los indirectos, en aras de la seguridad general.

   A esos efectos, interesa destacar las ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITC-BT-24 del REBT, que tratan, respectivamente, de la protección contra sobreintensidades, protección contra sobretensiones y protección contra contactos eléctricos directos e indirectos (véase el Cuadro 1).

Protección contra contactos eléctricos directos
• Por recubrimiento de las partes activas. • Por medio de barreras o envolventes. • Por alejamiento. • Por medio de obstáculos [1] (complementaria). • Mediante interruptores diferenciales (complementaria).
Protección contra contactos eléctricos indirectos
• Por corte automático de la alimentación. • Por empleo de equipos de Clase II. • Por separación eléctrica de circuitos. • Por conexión equipotencial local.

[1] En la práctica, solo se emplea en los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Cuadro 1. Sistemas de protección contemplados en la ITC-BT-24

Así mismo, la reglamentación electrotécnica establece los requisitos que deben reunir las instalaciones en locales con fines especiales, como por ejemplo:

- Instalaciones en locales de pública concurrencia (ITC-BT-28).
- Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-29).
- Instalaciones en locales de características especiales (ITC-BT-30), tales como:
  - Instalaciones en locales húmedos.
  - Instalaciones en locales mojados.
  - Instalaciones en locales con riesgo de corrosión.
  - Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión.
  - Instalaciones en locales a temperatura elevada.
  - Instalaciones en locales a muy baja temperatura.
  - Instalaciones en locales en los que existan baterías de acumuladores.
  - Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico.
- Instalaciones con fines especiales, tales como:
  - Instalaciones para piscinas y fuentes (ITC-BT-31).
  - Instalaciones para máquinas de elevación y transporte (ITC-BT-32).
  - Instalaciones provisionales y temporales de obras (ITC-BT-33).
  - Instalaciones para ferias o "stands" (ITC-BT-34).
  - Instalaciones para establecimientos agrícolas y hortícolas (ITC-BT-35).
  - Instalaciones en quirófanos y salas de intervención (ITC-BT-38).
  - Instalaciones de cercado eléctrico para ganado (ITC-BT-39).
  - Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos (ITC-BT-52).
  - etc.

2. En el REBT también se establecen los requisitos que deben reunir los receptores, clasificándolos según su sistema de protección contra contactos eléctricos y la tensión de alimentación. Así, en relación con la protección que ofrecen los receptores contra contactos eléctricos se establece la clasificación que recoge el Cuadro 2.

   En el REBT se especifican las condiciones de utilización de los receptores, en función de su "Clase" y de las características de los locales donde sean instalados.

   Ejemplos:

   - Las herramientas eléctricas portátiles manuales que se utilizan en obras o emplazamientos muy conductores (hormigonado o encofrados metálicos, interiores de depósitos y tuberías, etc.) deben ser de Clase III (ITC-BT-47 del REBT).
   - En emplazamientos donde puedan formarse atmósferas explosivas, la instalación y los equipos eléctricos utilizados deben cumplir los requisitos de la ITC-BT-29 del REBT, así como el Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.

   En general, la instalación de receptores debe atenerse a lo establecido en la ITC-BT-43 del REBT "Prescripciones generales", así como a las prescripciones particulares contenidas en las ITC-BT-44 (receptores para alumbrado), ITC-BT-45 (aparatos de

Clasificación de los receptores según su protección contra los contactos eléctricos		
Clase	**Características principales de los aparatos**	**Precauciones de seguridad**
Clase 0	Sin medios de protección por puesta a tierra (la protección se basa solamente en el aislamiento funcional).	Se necesita un entorno aislado de tierra.
Clase I	Previstos medios de conexión a tierra (mediante un conductor de protección).	Conectar a la toma de tierra de protección.
Clase II	Aislamiento de protección suplementaria pero sin medios de protección por puesta a tierra.	No es necesaria ninguna otra protección.
Clase III	Previstos para ser alimentados con muy bajas tensiones de seguridad (MBTS).	Conexión a muy baja tensión de seguridad.

Notas:

- Esta clasificación no implica que se pueda utilizar cualquiera de dichos tipos de receptor. Las condiciones de seguridad pueden imponer restricciones al uso de alguna de estas clases.
- Para los receptores de Clase I hay que tener en cuenta su compatibilidad con el esquema de distribución de la instalación eléctrica existente. La conexión a tierra de la masa del receptor puede quedar asegurada a través del conductor de protección de la propia red de distribución o, en su caso, requerir la conexión a una toma de tierra independiente de la red de distribución si ésta no dispone de conductor de protección.
- El empleo de aparatos previstos para ser alimentados a muy baja tensión de seguridad (según ITC-BT-36), pero que incorporan circuitos que funcionan a una tensión superior a esta, no se considerarán de clase III a menos que las disposiciones constructivas aseguren, entre los circuitos a distintas tensiones, un aislamiento equivalente al correspondiente a un transformador de seguridad según UNE-EN 61558-2-4.

Cuadro 2. Clasificación de los receptores según su protección contra los contactos eléctricos

caldeo), ITC-BT-46 (cables y folios radiantes en viviendas), ITC-BT-47 (motores) e ITC-BT-48 (transformadores y autotransformadores, reactancias, rectificadores y condensadores).

3. y 4. Las instalaciones se deben utilizar y mantener de forma adecuada, siguiendo siempre las instrucciones dadas por los instaladores y fabricantes. En particular se deberá respetar su capacidad de carga, no excediendo esta en ninguna ocasión; procurar su limpieza y saneo (en particular las instalaciones de líneas aéreas desnudas que discurran en las proximidades de zonas de arbolado); y comprobar periódicamente el funcionamiento de los sistemas de protección.

   Los reglamentos electrotécnicos establecen el mantenimiento, las revisiones e inspecciones a las que tienen que someterse las instalaciones eléctricas tanto en el momento de su instalación como durante su vida útil[2]. No obstante, en relación con las inspecciones y las revisiones, debe considerarse la posible existencia de disposiciones adicionales en el ámbito de las comunidades autónomas y en ámbitos sectoriales, tales como minería o transporte.

   Respecto al uso, control y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión, según establece el artículo 19 del REBT, la empresa instaladora debe entregar al titular de cualquier instalación eléctrica (anexo al certificado de instalación) unas instrucciones para el **correcto uso y mantenimiento** de la misma. Además, el artículo 20 de dicho reglamento establece que los titulares de las instalaciones deberán **mantener** en buen estado de funcionamiento las instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, estas deberán ser efectuadas por una empresa instaladora.

   Con relación al uso, control y mantenimiento de los equipos eléctricos, además de cumplir la citada reglamentación electrotécnica, se debe satisfacer lo establecido en el Anexo II Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo:

   "(…) 11.- En ambientes especiales tales como locales mojados o de alta conductividad, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas o ambientes corrosivos, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores (…).
   14.- Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación. (…)"

Artículo 4. Técnicas y procedimientos de trabajo

1. Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

   a) La evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, habida cuenta de las características de las instalaciones, del propio trabajo y del entorno en el que va a realizarse.
   b) Los requisitos establecidos en los restantes apartados del presente artículo.

2. Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en los apartados 3 y 4 de este artículo.

   Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas en el anexo II.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo II.B.

3. Podrán realizarse con la instalación en tensión:

   a) Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

[2] En el documento elaborado por el INSST, Guía para la gestión preventiva de las instalaciones de los lugares de trabajo, se recoge la información relativa al mantenimiento, verificación e inspección de las instalaciones eléctricas de acuerdo con la reglamentación electrotécnica.

b) Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

4. También podrán realizarse con la instalación en tensión:

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

5. Excepto en los casos indicados en el apartado 3 de este artículo, el procedimiento empleado para la realización de trabajos en tensión deberá ajustarse a los requisitos generales establecidos en el anexo III.A y, en el caso de trabajos en alta tensión, a los requisitos adicionales indicados en el anexo III.B.

6. Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas se realizarán siguiendo las disposiciones generales establecidas en el anexo IV.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo IV.B.

   Si durante la realización de estas operaciones tuvieran que ocuparse, o pudieran invadirse accidentalmente, las zonas de peligro de los elementos en tensión circundantes, se aplicará lo establecido, según el caso, en los apartados 5 o 7 del presente artículo.

7. Los trabajos que se realicen en proximidad de elementos en tensión se llevarán a cabo según lo dispuesto en el anexo V, o bien se considerarán como trabajos en tensión y se aplicarán las disposiciones correspondientes a este tipo de trabajos.

8. Sin perjuicio de lo dispuesto en los anteriores apartados de este artículo, los trabajos que se realicen en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, así como los procesos en los que se pueda producir una acumulación peligrosa de carga electrostática, se deberán efectuar según lo dispuesto en el anexo VI.

1. Los requisitos a los que se refiere este artículo no son de aplicación universal e incondicional. Un determinado requisito se aplicará, o no, dependiendo de las características de la instalación, del trabajo y del entorno en el que va a realizarse. Por ello, es precisamente la evaluación de riesgos la que deberá determinar:

   - los requisitos concretos que deben cumplirse y, en su caso,
   - las medidas que deben adoptarse para asegurar su cumplimiento.

   Los requisitos aplicables a cada tipo de trabajo, en función de las características de este, de la instalación y de su entorno, se establecen en los diferentes anexos del real decreto. Lo que se hace en los apartados siguientes de este artículo es, básicamente, fijar los criterios para seleccionar el anexo o anexos (o partes de los mismos) aplicables a cada caso concreto. Véase la Figura 1 de esta Guía técnica, en el que se presenta un esquema secuencial para saber qué anexo o anexos se deben tener en consideración.

   Además, la evaluación de riesgos podrá determinar que en determinados puestos de trabajo sea necesaria la presencia de uno o varios recursos preventivos de acuerdo con el artículo 22 bis del Real Decreto 39/1997.

2. El principio general (con las excepciones indicadas en los apartados que se citan) conlleva la obligación de que cualquier trabajo que se efectúe en una instalación o en su proximidad se realice sin tensión. El incumplimiento de este requisito ha sido causa de accidentes graves.

   En el anexo II.A se establece la secuencia de operaciones o maniobras que debe seguirse para dejar la instalación sin tensión (la aplicación de las normalmente denominadas “cinco reglas de oro”), antes de iniciar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo. En el anexo II.B se establecen disposiciones particulares que complementan o modifican, según los casos, las disposiciones generales del anexo II.A, para la realización de los siguientes trabajos:

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

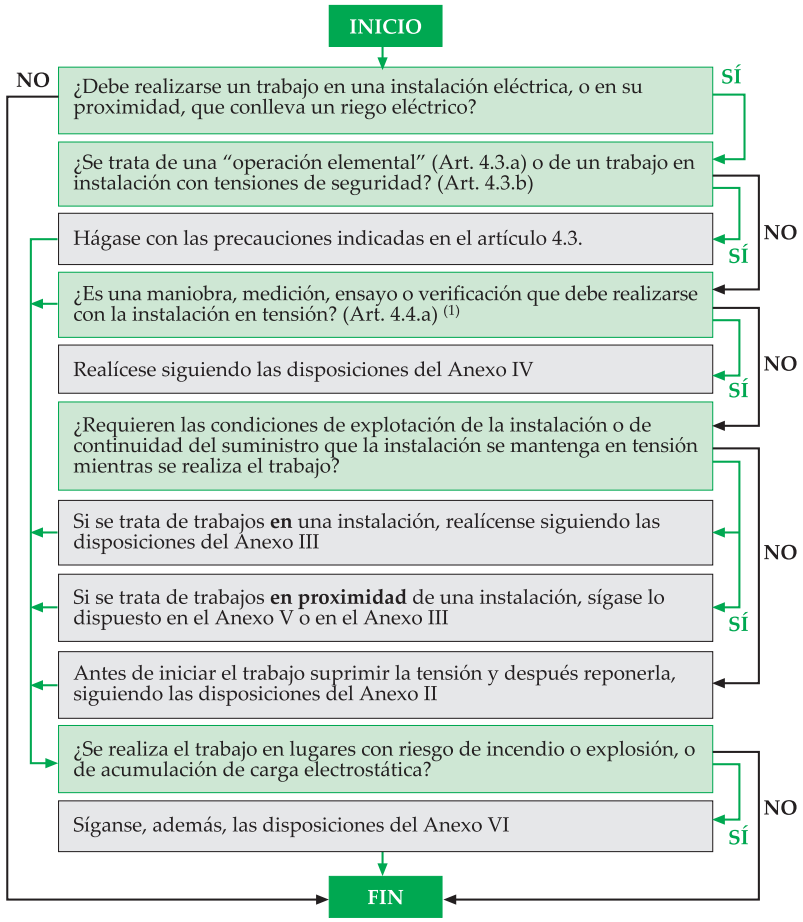


Figura 1. Proceso de toma de decisiones para la realización de trabajos con riesgo eléctrico de acuerdo con los requisitos del Real Decreto 614/2001.

- Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

3. a) Es evidente que una operación tal como, por ejemplo, la conexión de una lámpara o de un equipo a una toma de corriente de baja tensión puede realizarse (por el diseño del material eléctrico empleado) sin tener que dejar previamente la instalación sin tensión y sin precisar capacitación alguna, siempre que el material eléctrico utilizado:

   - Esté legalmente comercializado y cumpla, por tanto, las disposiciones legales que le sean de aplicación.
   - Esté en buen estado.
   - Se use de la forma y con el fin adecuado. Lo que significa, por ejemplo, que no se debe "desenchufar tirando del cable" o conectar muchos aparatos a una misma toma de corriente mediante un conjunto de conectores múltiples (ladrones o regletas) en cascada.

   b) En el actual REBT no se incluye la definición formal de "tensiones de seguridad". No obstante, es posible interpretar el alcance de dicha expresión tomando como referencia el contenido de la ITC-BT-36. Véanse los comentarios realizados en esta Guía técnica al punto 5 del anexo I, que trata de las definiciones.
   En todo caso, el trabajo con dichas tensiones solo está permitido cuando no haya riesgo de confusión, como el que podría producirse, por ejemplo, al hacer reparaciones en una instalación de cierta complejidad donde existen circuitos que trabajan con diferentes tensiones.

   Por otra parte, aunque se utilicen bajas tensiones de seguridad, en ciertos casos puede haber riesgo de sufrir quemaduras; por ejemplo: cuando la instalación eléctrica es capaz de transportar grandes intensidades, en caso de producirse un cortocircuito los conductores en contacto pueden alcanzar grandes temperaturas, fundirse o producir proyecciones de material incandescente.

4. a) Obviamente, existen operaciones que no pueden realizarse sin que exista tensión en la instalación, sea porque se trata precisamente de quitarla o reponerla, sea porque es necesario utilizarla para efectuar determinadas mediciones, ensayos o verificaciones.

b) La decisión de realizar trabajos en tensión no puede tomarse de forma arbitraria, debe estar basada en las necesidades impuestas por las condiciones de explotación de la instalación o de continuidad del suministro. Dichas necesidades pueden tener causas diversas; por ejemplo: por exigencias en el cumplimiento de la normativa que regula los requisitos de calidad y continuidad en el suministro eléctrico (Capítulo IV del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica) o cuando el corte del suministro eléctrico entrañe riesgos para la seguridad o la salud de la población o de un colectivo de la misma.

   En caso de duda, la decisión de realizar el trabajo en tensión o sin tensión (que lleva aparejada la necesidad de dejar previamente la instalación sin tensión), se tomará considerando la opción que entrañe el menor riesgo, tanto para los trabajadores como para la población de usuarios dependientes del suministro. En el marco de la gestión empresarial, en función de los tipos de situaciones previsibles, se determinará quién es el responsable de tomar dicha decisión.

5. En el anexo III.A se establecen los requisitos a los que deben ajustarse los trabajos en alta o baja tensión. Véase la definición de trabajo en tensión (apartado 8 del anexo I) y los comentarios a la misma. En el anexo III.B se establecen los requisitos adicionales para la realización de trabajos en alta tensión establecidos teniendo en cuenta la peligrosidad de estos últimos.

6. En el anexo IV.A se establecen los requisitos a los que deben ajustarse los trabajos de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones en alta o baja tensión. Véanse las definiciones de maniobra y de mediciones, ensayos y verificaciones (apartados 9 y 10 del anexo I) y los comentarios a las mismas. En el anexo IV.B se establecen requisitos adicionales para la realización de maniobras locales con interruptores o seccionadores y para la realización de mediciones, ensayos y verificaciones.

   Si durante la realización de una medición, ensayo o verificación tuviera que ocuparse o pudiera invadirse accidentalmente la zona de peligro, aunque fuera solamente por un instante, estas operaciones se transformarían respectivamente en un "trabajo en tensión" (si tuviera que ocuparse una zona de peligro) o en un "trabajo en proximidad" (si una zona de peligro pudiera invadirse accidentalmente) y quedarían respectivamente reguladas, en consecuencia, por los apartados 5 o 7 de este artículo. Véase la definición de "zona de peligro" (apartado 7 del anexo I) y los comentarios a la misma.

7. En el anexo V.A se establecen las disposiciones para la preparación (apartado A.1) y realización (apartado A.2) de este tipo de trabajos. Véase la definición de "trabajo en proximidad" (apartado 12 del anexo I) y los comentarios a la misma. En el anexo V.B se contienen disposiciones particulares en relación con:

   - el acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico,
   - las obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

8. En el anexo VI.A se establecen disposiciones generales para el caso de trabajos en instalaciones eléctricas situadas en emplazamientos en los que exista riesgo de incendio o explosión. Al respecto, debe tenerse en cuenta que existe otra normativa específicamente aplicable a este tipo de trabajos: el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (véanse los comentarios al citado anexo). En el anexo VI.B se establecen las medidas preventivas que deben adoptarse, en relación con la electricidad estática, para evitar las descargas peligrosas y, particularmente, la producción de chispas en emplazamientos donde exista riesgo de incendio o explosión.

Artículo 5. Formación e información de los trabajadores

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

El artículo 18 de la LPRL, referente a **información**, consulta y participación de los trabajadores, establece la obligación del empresario de informar a los trabajadores de los riesgos existentes, de las medidas y actividades de prevención y protección aplicables a aquellos y de las medidas de emergencia. Esta información podrá suministrarse, en su caso, a través de sus representantes, aunque deberá ser directamente

proporcionada al trabajador afectado en lo que se refiere a los riesgos de su propio puesto de trabajo y las medidas de prevención y protección aplicables.

El artículo 19 de la LPRL, referente a la **formación** de los trabajadores, dispone que el empresario garantizará que cada trabajador reciba formación en materia preventiva en el momento de su contratación, cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación será teórica y práctica, suficiente y adecuada y estará centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. Deberá impartirse por la empresa mediante recursos propios o servicios ajenos y su coste no recaerá en ningún caso sobre los trabajadores. Se realizará dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquella del tiempo invertido en la misma.

En el caso del riesgo eléctrico, esta formación e información no solo atañe a los trabajadores que realizan operaciones en las instalaciones eléctricas, sino a todos aquellos trabajadores que, por su cercanía física a instalaciones en tensión o por trabajar en emplazamientos con riesgo de incendio o de explosión (máxime cuando exista la posibilidad de acumulación de electricidad estática), puedan estar expuestos a los riesgos que genera la electricidad. Para establecer la formación adecuada a cada destinatario, es preciso **realizar un estudio de necesidades**. Como punto de partida, y a título de ejemplo, se podría hacer una distinción entre tres figuras distintas de trabajadores:

a. **Trabajadores usuarios de equipos y/o instalaciones eléctricas:** la formación e información debe ser básica, lo más sencilla y breve posible, expresada en términos de fácil asimilación, todo ello en función de la experiencia y formación de los trabajadores implicados.

   En razón de la actividad que desarrolle el trabajador, es conveniente que se incida en los riesgos que se puedan presentar con mayor frecuencia; esta formación se puede completar con indicaciones precisas sobre las prácticas concretas que deben evitarse o aplicarse, tales como, por ejemplo:

   "No trabaje con equipos o instalaciones que presenten defectos en cables o enchufes"
   "No desenchufe los equipos tirando de los cables"
   "No manipule en el interior de los equipos ni los desmonte"
   "No sobrecargue los enchufes utilizando ladrones o regletas de forma abusiva"
   "En emplazamientos de características especiales (húmedos, mojados, polvorientos, con riesgo de incendio o explosión, obras de construcción, etc.) no se olvide de aplicar las medidas de seguridad inherentes a ese emplazamiento", etc.

b. **Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión:** además de la formación e información de tipo general indicadas en el apartado anterior, ajustadas a las características del trabajo concreto que desarrollen, los trabajadores deben ser formados sobre las medidas de prevención que se deben adoptar para no invadir la zona de peligro, sobre las protecciones colectivas y los equipos de protección individual (en adelante, EPI) que, en su caso, deban utilizarse. Con respecto a estos últimos, el trabajador tendrá la información o la formación suficiente para conocer las características que un determinado EPI presenta, con el fin de que no se vea expuesto a situaciones frente a las cuales el EPI no presente garantías.

c. **Trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas:** en este caso la formación, además de la señalada en los dos apartados anteriores, deberá ser mucho más amplia y, a la vez, muy específica para cada tipo concreto de trabajo que deba realizarse.

   En los apartados 13, 14 y 15 del anexo I de este real decreto, se mencionan tres tipos de trabajadores definidos en función de la formación/cualificación que deben poseer: "trabajador autorizado", "trabajador cualificado" y "jefe de trabajo". Véanse las explicaciones dadas de los mencionados apartados.

Por otra parte, un caso singular son los **trabajos en tensión en alta tensión** (apartados B.2 y B.3 del anexo III). En este caso se exige, en general (salvo en la disposición particular del apartado C), que para realizar un trabajo "(…) los trabajadores cualificados **deberán ser autorizados por escrito** por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar (...)".

"La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando este cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un periodo de tiempo superior a un año. La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar".

En los distintos anexos que forman este real decreto se indica cuál debe ser la formación/capacitación mínima que deben poseer los trabajadores, en función del trabajo que desarrollen (véase el Cuadro 3).

Clase De trabajo	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad		Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión	
Operación	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización	Sin ATEX presente	Con ATEX presente
Baja tensión	A	T	C	A	A	A	A	T	Como mínimo, A	C + P
Alta tensión	C	T	C + AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A	Como mínimo, A	C + P

T = cualquier trabajador
A = autorizado
C = cualificado
C + AE = cualificado y autorizado por escrito
C + P = cualificado y siguiendo un procedimiento

1. Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las empresas de trabajo temporal establece en su disposición adicional segunda que la puesta a disposición de trabajadores pertenecientes a empresas de trabajo temporal en trabajos con riesgo eléctrico en alta tensión podrá estar limitada por razones de seguridad y salud en el trabajo mediante los acuerdos interprofesionales o convenios colectivos a que se refiere el artículo 83 del Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, o la negociación colectiva sectorial de ámbito estatal. Ejemplo de ello son el III Convenio colectivo estatal de la industria, la tecnología y los servicios del sector del metal y el VI Convenio general del sector de la construcción.
2. La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente real decreto.

Cuadro 3. Resumen de la formación/capacitación mínima de los trabajadores.

Artículo 6. Consulta y participación de los trabajadores

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

El artículo 18.2 de la LPRL establece lo siguiente: "El empresario deberá consultar a los trabajadores, y permitir su participación, en el marco de todas las cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V de la presente Ley.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos de participación y representación previstos en el capítulo V de esta Ley, dirigidas a la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud en la empresa".

La aplicación de estas disposiciones no debe suponer ningún perjuicio del derecho del empresario de decidir las medidas que deben ser adoptadas, ni un descargo de su responsabilidad en la prevención de los riesgos laborales.

Disposición derogatoria única. Derogación normativa

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este Real Decreto y, expresamente, el capítulo VI del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden de 9 de marzo de 1971.

El Capítulo VI del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo establecía en una única disposición diversos requisitos técnicos aplicables a las instalaciones eléctricas y las condiciones de seguridad y salud en las que se deben realizar los trabajos en dichas instalaciones o en su proximidad.

En el Real Decreto 614/2001 se modernizan y recogen las disposiciones relativas a los distintos tipos de trabajos, mientras que los requisitos técnicos quedan recogidos en la reglamentación electrotécnica.[3]

[3] Véase la Normativa legal relacionada en el Capítulo III de esta Guía Técnica.

Disposición final primera. Guía técnica

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico en los trabajos que se realicen en las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo, o en la proximidad de las mismas.

Se trata de la presente Guía técnica.

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo

Se autoriza al Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales, previo informe favorable de las Ministras de Sanidad y Consumo y de Ciencia y Tecnología y previo informe de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, a dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la aplicación y desarrollo de este Real Decreto, así como para las adaptaciones de carácter estrictamente técnico de sus anexos, en función del progreso técnico y de la evolución de las normativas o especificaciones internacionales o de los conocimientos en materia de protección frente al riesgo eléctrico.

Disposición final tercera. Entrada en vigor

El presente Real Decreto entrará en vigor a los dos meses de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Dado en Madrid a 8 de junio de 2001.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de la Presidencia,
JUAN JOSÉ LUCAS GIMÉNEZ

ANEXO I
Definiciones

A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto, se entenderá como:

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

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

En la definición de riesgo eléctrico a los efectos de este Reglamento se entiende, no solo la probabilidad de sufrir un choque eléctrico (sea por contacto directo o por indirecto) debido al paso de la corriente por el cuerpo humano, sino que también se han considerado otro tipo de riesgos/efectos asociados, generalmente considerados por separado y relativamente frecuentes, tales como quemaduras, caídas, incendios, explosiones, intoxicaciones, etc., cuyo origen sea una utilización indebida (en condiciones diferentes a las previstas) o un defecto de las instalaciones o de los receptores.

2. Lugar de trabajo: cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.

El término "lugar de trabajo" incluye cualquier local, pasillo, escalera, vía de circulación, servicios higiénicos, locales de descanso, locales de primeros auxilios, comedores, centros de transformación de energía eléctrica, etc. situados dentro de la amplia gama de instalaciones industriales, fábricas, oficinas, centrales eléctricas, subestaciones, obras temporales, campos de cultivo, bosques y otros terrenos que formen parte de

una empresa o centro de trabajo agrícola o forestal o a campo abierto, a las que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.

Por tanto, en este real decreto, el término "lugar de trabajo" es aún más amplio que el definido como tal en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, ya que incluye el ámbito de aplicación que aquel excluye:

- Los medios de transporte utilizados fuera de la empresa o centro de trabajo, así como los lugares de trabajo situados dentro de los medios de transporte.
- Las obras de construcción temporales o móviles.
- Las industrias de extracción.
- Los buques de pesca.
- Los campos de cultivo, bosques y otros terrenos que formen parte de una empresa o centro de trabajo agrícola o forestal pero que estén situados fuera de la zona edificada de los mismos.

3. Instalación eléctrica: el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

La definición de "instalación eléctrica", ya acuñada por los Reglamentos Electrotécnicos, se adapta al entorno que nos ocupa, el entorno laboral, y se mencionan equipos concretos en consideración a los riesgos que ellos conllevan tales como baterías, condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica[4].

Es importante significar que esta adaptación de la definición no sustituye, en modo alguno, a las vigentes sino que las adecua, o amplía, al propósito de este real decreto.

4. Procedimiento de trabajo: secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación de personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Por "procedimiento de trabajo" se entiende la implantación eficaz de una serie de actividades y tareas coordinadas que definen claramente la secuencia de operaciones a desarrollar en situación normal, en cambios planeados y emergencias previsibles, e incluye:

- Los medios materiales de trabajo.
- Los equipos de protección colectiva e individual.
- Los recursos humanos necesarios, con indicación de su cualificación, formación y asignación de tareas.

Se recomienda que los procedimientos relativos a los trabajos en instalaciones eléctricas o en su proximidad, a los que se refieren los diferentes anexos de este Reglamento, se realicen por escrito. Las disposiciones de los citados anexos constituyen la base mínima a la que debe atenerse cualquier procedimiento de trabajo en instalaciones eléctricas o su proximidad.

5. Alta tensión. Baja tensión. Tensiones de seguridad: las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.

Alta tensión

De acuerdo con las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT-01 del Real Decreto 337/2014 e ITC-LAT 01 del Real Decreto 223/2008, las instalaciones de alta tensión son aquellas en las que la tensión nominal es superior a 1.000 voltios (V).

Baja tensión

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

Tensiones de seguridad

En la ITC-BT-01. Terminología del REBT, no se incluye la definición formal de "tensiones de seguridad" (en el anterior REBT, aprobado por el Decreto 2431/1973, de

[4] Por su aparición a lo largo de esta Guía Técnica, es importante resaltar los dispositivos de las instalaciones eléctricas que el REBT denomina "aparamenta eléctrica", que es todo "equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión". Ejemplos de aparamenta eléctrica tanto en alta como en baja tensión son los interruptores y los seccionadores.

20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se fijaban como tensiones de seguridad 24 voltios, valor eficaz, para locales o emplazamientos húmedos o mojados, y 50 voltios para locales o emplazamientos secos).

No obstante, en la **ITC-BT-36** del actual REBT se consideran tres tipos de instalaciones a muy baja tensión: Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS), Muy Baja Tensión de Protección (MBTP) y Muy Baja Tensión Funcional (MBTF). En los tres casos, la tensión nominal no excede de **50 voltios en corriente alterna y 75 voltios en corriente continua:**

- Las instalaciones a **Muy Baja Tensión de Seguridad (**en adelante, **MBTS)** comprenden aquellas alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la norma UNE-EN 61558-2-4 o fuentes equivalentes cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y no están conectados a tierra. Las masas no deben estar conectadas intencionadamente a tierra o a un conductor de protección.
- Las instalaciones a **Muy Baja Tensión de Protección (**en adelante, **MBTP)** comprenden aquellas alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad conforme a la norma UNE-EN 61558-2-4 o fuentes equivalentes cuyos circuitos y/o las masas están conectadas a tierra o a un conductor de protección. La puesta a tierra de los circuitos puede ser realizada por una conexión adecuada al conductor de protección del circuito primario de la instalación.
- Las instalaciones a **Muy Baja Tensión Funcional (**en adelante, **MBTF)** son las que, cumpliendo los mencionados requisitos en cuanto a la tensión nominal, no cumplen los correspondientes a las MBTS ni a las MBTP.

En ausencia de otra definición, cabe interpretar la expresión **"Tensión de seguridad"** como la que corresponde a instalaciones de "**Muy Baja Tensión de Seguridad"** (MBTS), de acuerdo con lo indicado en la referida ITC-BT-36.

Ahora bien, el valor límite de la tensión de seguridad dependerá de las circunstancias que concurran en cada caso (véase la norma UNE-IEC/TS 60479-1). En este sentido, conviene tener en cuenta las disposiciones contenidas en otras ITC:

- **ITC-BT-24 (punto 2).** La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez, se realiza mediante la utilización de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS), que debe cumplir las siguientes condiciones:
  - Tensión nominal en el campo I, según la norma UNE-EN 61140 y la ITC-BT-36.
  - Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-HD 60364-4-41.
  - Los circuitos de instalaciones para MBTS cumplirán lo que se indica en la norma UNE-HD 60364-4-41 y en la ITC-BT-36.
- **ITC-BT-31 (puntos 2.2, 3.1 y 4).** En piscinas y fuentes las instalaciones eléctricas estarán alimentadas mediante MBTS con tensión asignada no superior a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua, dependiendo del tipo de elemento de la instalación de que se trate (receptor, aparamenta) y del volumen o zona con respecto a la piscina o fuente en el que esté situado dicho elemento.
- **ITC-BT-33 (punto 4.2).** En instalaciones provisionales o temporales de obras, cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos esté asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna o 60 V en corriente continua.
- **ITC-BT-38 (punto 2.1.5).** En quirófanos y salas de intervención las instalaciones con MBTS tendrán una tensión asignada no superior a 24 V en corriente alterna y 50 V en corriente continua y cumplirá lo establecido en la ITC-BT-36.
- **ITC-BT-44 (punto 4).** En las calderererías, grandes depósitos metálicos, cascos navales, etc. y, en general, en lugares análogos, los aparatos de iluminación portátiles serán alimentados con una tensión de seguridad no superior a 24 V, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación.

6. Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

El "trabajo sin tensión", en sentido estricto, es el que se realiza en una instalación después de aplicar en ella la "supresión de la tensión" de acuerdo con el procedimiento indicado en el punto A.1 del anexo II del presente real decreto. No obstante, tal como se indica en dicho anexo, para suprimir la tensión es necesario efectuar una serie de operaciones, algunas de las cuales se realizan con tensión.

7. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco

eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

La "zona de peligro o zona de trabajos en tensión" es una zona que rodea a los elementos desnudos en tensión, es decir, cuando no existe un aislamiento del elemento en tensión que asegure la protección fundamental contra los contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos (contactos directos). Esta zona se medirá desde el punto en tensión. La D_{PEL} (véase la Figura 2) representa D_{PEL-1} o D_{PEL-2}, definidas en la Tabla 1, al final del anexo I. Estas son, respectivamente, las distancias límite del exterior de la zona de peligro, según exista o no riesgo de sobretensión por rayo.

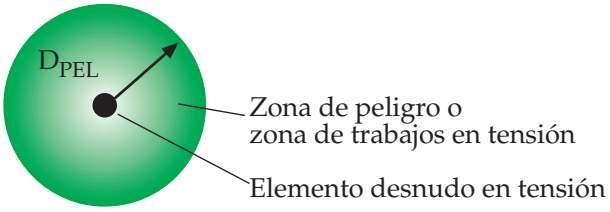


Figura 2. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión (sin barreras).

En esta zona únicamente se permite trabajar, mediante métodos y procedimientos especiales, conocidos como "trabajos en tensión", a trabajadores cualificados, de acuerdo con las disposiciones del anexo III de este real decreto.

Si un trabajador desprotegido, es decir, sin los equipos y herramientas con la protección eléctrica mínima, se introduce en esta zona, estará expuesto al riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico o un contacto directo con el elemento en tensión.

Cualquier trabajo que se realice sobre un elemento en tensión o sobre cualquier otro componente sin tensión dentro de la zona de peligro tendrá la consideración de "trabajo en tensión". En estos casos, la distancia hasta el límite exterior de dicha zona de peligro será D_{PEL-2}, ya que, según el anexo III, los trabajos en tensión deben ser realizados sin riesgo de rayo. Además, quien lo realice debe ser un "trabajador cualificado" y, si se trata de alta tensión, debe tener una autorización escrita.

Si un trabajador tiene que realizar una maniobra o verificación sobre un elemento en tensión (anexo IV), la maniobra puede ser realizada con riesgo de rayo. El trabajador debe mantener una distancia al elemento en tensión superior a D_{PEL-1}. Si se trata de maniobras locales, debe ser un "trabajador autorizado". Si se trata de verificaciones en baja tensión, debe ser también un "trabajador autorizado". Si se trata de verificaciones en alta tensión, deben ser "trabajadores cualificados", en cuyo caso pueden ser auxiliados por "trabajadores autorizados".

Otro caso distinto será cuando se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo (véase la Figura 3). En este caso se encuentra, por ejemplo, una pared de obra, de mampostería, metálica puesta a tierra, o una pantalla o manta dieléctrica (de nivel de aislamiento adecuado) debidamente estabilizada, que impida a los trabajadores introducirse en la zona de peligro. Si la barrera es conductora, debe estar puesta a tierra y mantenerse a la distancia previamente calculada respecto al elemento desnudo en tensión.

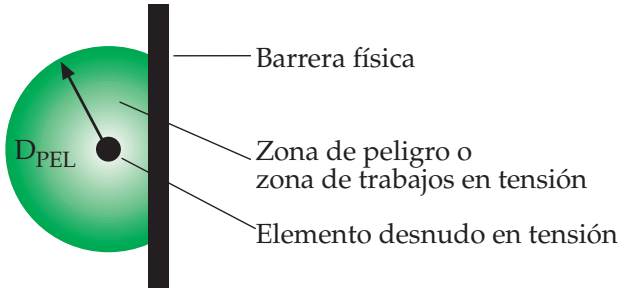


Figura 3. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión (con barrera física).

Cuando se va a realizar un trabajo sobre equipos y/o el material eléctrico de la instalación, la barrera física mencionada se puede caracterizar por el llamado "índice de protección" (IP) proporcionado por las envolventes de dichos equipos y/o material eléctrico. A partir de dicho índice IP, la naturaleza de la tarea encomendada será la que determine si se va a realizar dentro de una "zona de trabajo en tensión" o no[5].

Ejemplo:

Realización de trabajos con herramientas o materiales que pueden penetrar a través de los intersticios o huecos de las envolventes de un cuadro eléctrico que actúan como barrera física.

El índice IP se denota de forma general con dos cifras características de la siguiente manera:

[5] Para más información véase la norma UNE-EN 60529.

IP XX

La primera cifra característica: indica el grado de protección contra el ingreso de objetos extraños sólidos dentro de la envolvente del equipo o material eléctrico o, dicho de otra forma, contra el acceso de personas a partes en tensión. Esta cifra puede adoptar los siguientes valores:

Primera cifra característica X	Protección contra el ingreso de objetos extraños sólidos	Protección de personas contra el acceso a partes peligrosas con:
0	Sin protección	Sin protección
1	≥ 50 mm de diámetro	El dorso de la mano
2	≥ 12,5 mm de diámetro	Dedo
3	≥ 2,5 mm de diámetro	Herramienta
4	≥ 1,0 mm de diámetro	Alambre
5	Protegido contra el polvo	Alambre
6	Totalmente protegido contra el polvo	Alambre

La segunda cifra característica: indica el grado de protección contra la penetración de agua con efectos perjudiciales. Esta cifra puede adoptar los siguientes valores:

Segunda cifra característica X	Protección contra la penetración de agua con efectos perjudiciales
0	Sin protección
1	La caída vertical de gotas de agua
2	La caída de agua con una inclinación máx. de 15º
3	El agua en forma de lluvia
4	Las proyecciones de agua
5	Los chorros de agua
6	Los chorros fuertes de agua
7	Inmersión temporal
8	Inmersión continua
9	Chorro de agua a alta presión y temperatura

Cuando no sea relevante una cifra característica, será sustituida por la letra "X" ("XX" si las dos cifras no son relevantes.)

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

El trabajo en tensión solamente pueden realizarlo "trabajadores cualificados" especialmente entrenados para ello y utilizando equipos, materiales y según un método y procedimientos de trabajo que aseguren su protección frente al riesgo eléctrico, de acuerdo con las disposiciones del anexo III de este real decreto.

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

Se pueden distinguir dos clases de maniobras:

- Las maniobras encaminadas a modificar el estado eléctrico de una instalación eléctrica, con el fin de utilizar un equipo, cerrar o abrir un circuito y poner en marcha o parar equipos diseñados para ser utilizados de esta forma sin riesgos.
- Las maniobras de conexión o desconexión de las instalaciones para realizar trabajos en ellas. En el caso particular de las maniobras realizadas mediante aparatos de conexión, es preciso tener en cuenta las capacidades y limitaciones de las diferentes clases: seccionadores, interruptores, interruptores automáticos, etc. (véanse las partes de esta Guía correspondientes a los anexos II y IV del real decreto).

Las operaciones de extracción e inserción del carretón de un interruptor, si se requiere, forman parte de una maniobra.

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

En relación con las mediciones, ensayos y verificaciones, véase la parte de esta Guía correspondiente al anexo IV del real decreto.

11. 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.

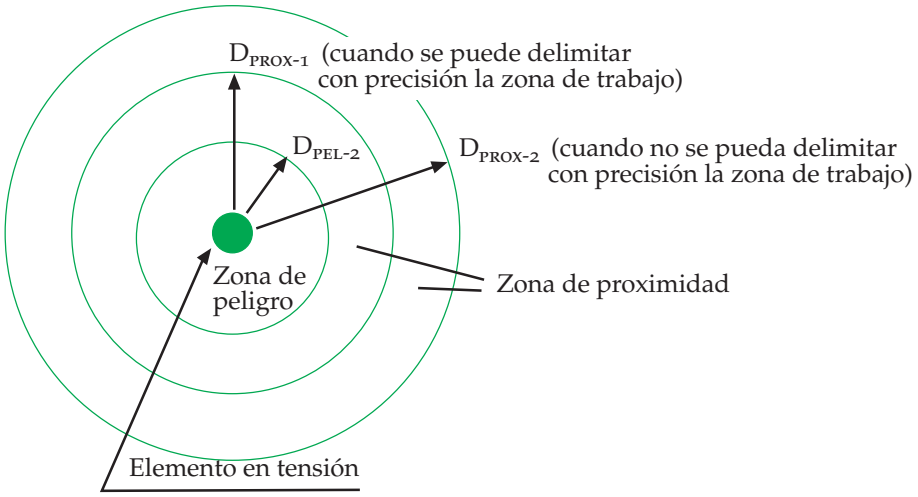


Figura 4. Zona de proximidad (sin barreras).

De forma análoga a lo que ocurre con la zona de peligro, las zonas de proximidad se modifican cuando se interpone una barrera física adecuada, como las citadas anteriormente.

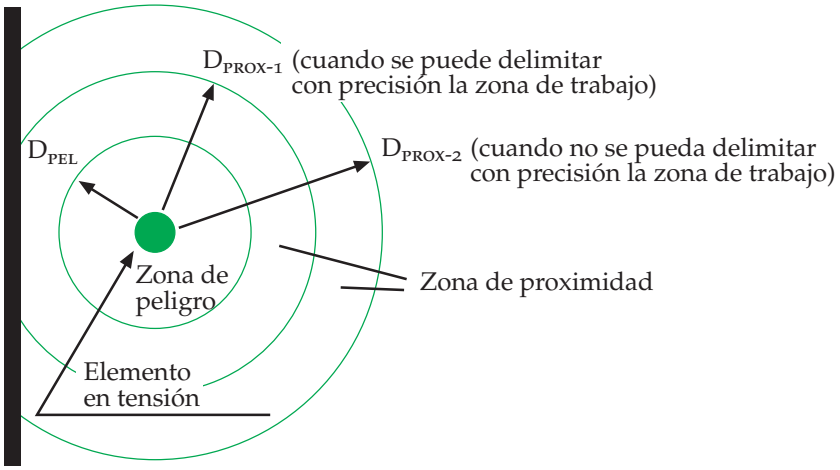


Figura 5. Zona de proximidad (con barrera física).

12. Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

13. Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.

De lo establecido en los diferentes anexos del real decreto (véase el Cuadro 3 incluido en los comentarios al artículo 5) se deduce que todo trabajo en una instalación, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe ser realizado por un "trabajador autorizado" (sin perjuicio de que, según el tipo de trabajo, el trabaja-

dor deba ser, además, un "trabajador cualificado"). De esta regla sólo se exceptúan los trabajos en proximidad de instalaciones en baja tensión, siempre que hayan sido adecuadamente "preparados" (véase el anexo V. A.2).

En relación con esta definición cabe resaltar que:

- Un trabajador autorizado no es sólo un trabajador que ha recibido la formación e información a que hacen referencia los artículos 18 y 19 de la LPRL sino que, además, debe haber sido específicamente autorizado por el empresario para realizar el tipo de trabajo con riesgo eléctrico de que se trate, en base a su capacidad de realizarlo de manera correcta. Obsérvese que la capacidad es una condición necesaria, pero no suficiente para ser "trabajador autorizado".
- La formación (teórica y práctica) requerida por un "trabajador autorizado" debe capacitarle para realizar de forma correcta los trabajos que vaya a realizar, dentro del siguiente repertorio:

  - Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión las instalaciones de baja tensión, conforme a los procedimientos establecidos en el anexo II de este real decreto.
  - La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión, en las condiciones señaladas en la letra C) del anexo III de este real decreto.
  - Las maniobras en alta y baja tensión, de acuerdo con lo establecido en el anexo IV de este real decreto.
  - Las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de baja tensión, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el citado anexo IV de este real decreto.
  - Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión), de acuerdo con lo establecido en el anexo V de este real decreto.
  - La determinación de la viabilidad de realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión en baja tensión, según lo establecido en el citado anexo V de este real decreto.
  - La vigilancia del cumplimiento de las medidas de seguridad en los trabajos en proximidad, de acuerdo con lo establecido en el citado anexo V de este real decreto.
  - Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio, de acuerdo con lo contemplado en el anexo VI de este real decreto.

14. Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

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

En el Cuadro 3 incluido en los comentarios al artículo 5 puede observarse que la exigencia de "cualificación" para la realización de un trabajo se establece en el caso de los trabajos de mayor peligrosidad (por ejemplo, para los trabajos en alta tensión). Es lógico que en este tipo de trabajos, en los que un error puede tener graves consecuencias, se exijan unos "conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas" que permitan una mayor capacidad de actuar reflexivamente.

En cuanto a la "experiencia certificada", debe ser la empresa o empresas en las que el trabajador ha desarrollado los trabajos con instalaciones eléctricas las que emitan los certificados correspondientes. En el certificado debería indicarse el tipo concreto de instalación o instalaciones en las que el trabajador desarrollaba sus actividades, ya que parece razonable suponer que la experiencia que cualifica a un trabajador para realizar un trabajo con riesgo eléctrico no puede ser una experiencia "general", sino centrada en el tipo de instalación en que se va a realizar el trabajo.

15. Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Se trata de una definición genérica en la que, aparentemente, no se define la cualificación o competencia que debe tener el jefe de trabajo para dirigir o vigilar la realización de trabajos con riesgo eléctrico. Sin embargo, en todo el real decreto el término "jefe de trabajo" sólo aparece en el apartado 1 del anexo III.B (relativo a los trabajos en tensión en alta tensión) en el que se establece que "El trabajo se realizará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el **trabajador cualificado** que asume la responsabilidad directa del mismo".

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

* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.
Un = tensión nominal de la instalación (kV).
D_{PEL-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).
D_{PEL-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).
D_{PROX-1} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).
D_{PROX-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

*Tabla 1. Distancias límite de las zonas de trabajo**

- La tensión nominal de una instalación en kilovoltios, $\mathbf{U_n}$, es el valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta (valor eficaz entre fases).
- Las distancias $\mathbf{D_{PEL}}$ son límites que deben ser respetados cuando se realizan en proximidad por parte de los trabajadores autorizados u otros trabajadores bajo la vigilancia de ellos (véase la parte de esta Guía técnica correspondiente al anexo V del real decreto).
- Las distancias $\mathbf{D_{PROX}}$ se refieren a los límites que deben ser respetados durante los trabajos realizados por cualquier trabajador que no sea "trabajador autorizado" (véase la parte de esta Guía técnica correspondiente al anexo V del real decreto).
- Desde el punto de vista técnico, los criterios para establecer las distancias límite de las zonas de peligro, para cada tensión, integran y mayoran dos componentes: a) una componente eléctrica (relativa a la distancia a la que puede saltar un arco eléctrico) y b) una componente ergonómica (relativa a la amplitud de los movimientos involuntarios que puede realizar un trabajador desde su posición de trabajo). Dado que la componente ergonómica es una constante, de la tabla 1 se desprende que se ha considerado igual a 50 cm, ya que esa es la distancia D_{PEL} para Un ≤ 1 kV, tensión para la que la componente eléctrica es despreciable.
- En la gama de tensiones más altas la distancia de la componente eléctrica predomina sobre la distancia de la componente ergonómica a la hora de establecer la distancia límite. Por el contrario, en la gama de tensiones más bajas, la componente ergonómica predomina sobre la componente eléctrica, porque la distancia a la que puede saltar el arco eléctrico es mucho menor que la amplitud de los posibles movimientos involuntarios del trabajador (componente ergonómica).

ANEXO II
Trabajos sin tensión

A. Disposiciones generales

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

A.1 Supresión de la tensión.

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

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

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

Observación previa. Este anexo y los siguientes del Real Decreto 614/2001 constituyen la base legal a la cual debe atenerse cualquier procedimiento de trabajo en instalaciones eléctricas o sus proximidades. Se recomienda que tales procedimientos se plasmen por escrito, especialmente los que se refieran a trabajos en instalaciones de cierta complejidad y/o peligrosidad.

Comentarios al anexo II. El proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los "trabajos sin tensión", conocido habitualmente como "las cinco reglas de oro", tiene por objeto proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico derivado de la aparición inesperada de tensiones peligrosas en la instalación, debidas a posibles maniobras erróneas, contactos accidentales de la instalación con otras líneas en tensión o cualquier otra causa.

En dicho proceso, la aplicación de la primera etapa produce el aislamiento de la instalación respecto a las fuentes de alimentación; la segunda etapa tiene por objeto impedir que se reconecte, a causa de errores o fallos fortuitos; la tercera etapa tiene por objeto comprobar que la instalación está, en ese momento, libre de tensión y admite la realización de ciertas operaciones en ella, entre las que se encuentra su puesta a tierra y en cortocircuito. La puesta a tierra y en cortocircuito, que constituye la cuarta etapa, es la que verdaderamente garantiza el mantenimiento de la situación de seguridad durante el período de tiempo que duren los trabajos. La quinta y última etapa complementa las anteriores mediante la introducción de barreras destinadas a evitar el contacto de los trabajadores con otros elementos en tensión o mediante la delimitación y señalización de la zona de trabajo.

Este proceso puede verse en el *vídeo divulgativo "Riesgo eléctrico: las cinco reglas de oro"*, elaborado por el INSST. No obstante, en este anexo se contempla la posibilidad de que existan razones esenciales que justifiquen una forma distinta de suprimir la tensión. Si este es el caso, deberán desarrollarse procedimientos específicos que garanticen una seguridad al menos equivalente a la que proporciona la secuencia descrita.

En todo caso, tal como se indica en el anexo, antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: **la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo**. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo (en la cual se debe integrar la actividad preventiva). El responsable de planificar el trabajo debe identificar con precisión la zona y los elementos de la instalación en la que se desea trabajar y debe transmitir esta información con claridad al jefe de trabajo y/o a los trabajadores involucrados.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión. Estos procedimientos incluirán la habilitación de las comunicaciones necesarias para asegurar la coordinación de las maniobras y evitar los errores de apreciación, sobre todo en instalaciones alejadas o controladas mediante telemandos. También se incluirá la señalización específica necesaria para colocar en los equipos objeto de enclavamiento o bloqueo.

Cuando se trate de instalaciones de alta tensión, se recomienda que las operaciones para suprimir la tensión sean objeto de un procedimiento escrito.

En general, antes de iniciar el trabajo en una instalación de alta tensión se notificará al responsable de la instalación eléctrica el tipo de trabajo a realizar, su localización y las repercusiones para la instalación. El permiso para iniciar los trabajos lo dará el responsable de la instalación, preferiblemente por escrito. También es muy recomendable que el responsable de llevar a

cabo la supresión de la tensión deje constancia por escrito de que se han concluido todas las etapas del proceso y la instalación (zona de trabajo) se encuentra apta para poder trabajar en ella sin tensión.

Así mismo, una vez concluidos los trabajos, tanto si se trata de instalaciones de alta como de baja tensión, el responsable de los mismos debe constatar que todo el personal ha salido de la zona de trabajo y se han retirado los equipos y herramientas utilizados, de forma que la instalación quede apta para restablecer la tensión sin riesgo para los trabajadores. En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión, según se describe más adelante.

SUPRESIÓN DE LA TENSIÓN EN ALTA TENSIÓN

Fecha .....

Instalación .....

Responsable de las operaciones, D/ Dª .....

☐ **1º DESCONEXIÓN EFECTUADA**

Abiertas con corte visible todas las fuentes de tensión o con corte efectivo y señalizado por un medio seguro (accionados primero los aparatos preparados para abrir con carga: interruptores o interruptores automáticos).

☐ **2º PREVENCIÓN DE CUALQUIER POSIBLE REALIMENTACIÓN**

Enclavamientos y señalización de los aparatos en posición abierta, cuando sea necesario, para prohibir la maniobra.

☐ **3º VERIFICADA LA AUSENCIA DE TENSIÓN**

Comprobada la ausencia de tensión en cada uno de los conductores separados de las fuentes de tensión mediante el detector apropiado.

☐ **4º PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO**

Conectados los equipos de puesta a tierra (primero a la toma de tierra y después a cada uno de los conductores de la instalación).

☐ **5º PROTECCIÓN FRENTE A ELEMENTOS PRÓXIMOS EN TENSIÓN**

- Colocados, si es posible, los elementos de protección, barreras u obstáculos.
- Delimitada y señalizada la zona de trabajo.

Firma:

Ejemplo de boletín para el control de la supresión de la tensión.

1. Desconectar.

   La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

   Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Con el fin de aislar la parte de la instalación donde se va a realizar el trabajo sin tensión, deben ser abiertos todos los elementos de maniobra y protección, como interruptores, interruptores automáticos (disyuntores) y seccionadores, mediante los cuales dicha instalación se pueda conectar a las fuentes de alimentación conocidas. Como medida complementaria a la anterior, se deberá proceder a la extracción de fusibles y la aper-

tura de los puentes empleados para unir distintos tramos de una línea o instalación eléctrica, siempre que estén dispuestos al efecto.

La apertura debe comenzar accionando los aparatos preparados para abrir con carga (interruptores o interruptores automáticos). Después se abrirán los seccionadores (salvo que puedan omitirse en la instalación porque los interruptores cumplan los requisitos señalados en la ITC-RAT 06 del Real Decreto 337/2014, según se expone más adelante). Lo anterior se puede complementar con la retirada de los fusibles y, en su caso, la apertura de los puentes, extracción de carretones, etc., con el fin de aumentar las garantías de mantener aislada la instalación en la que va a realizarse el trabajo.

Para realizar la desconexión en condiciones seguras, es necesario tener en cuenta las características y limitaciones intrínsecas de cada tipo de aparato. Así, para los aparatos más corrientes se debe tener en cuenta lo siguiente:

Seccionadores	Pueden abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas.
Interruptores	Son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, comprendidas circunstancialmente las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio.
Interruptores automáticos ("disyuntores")	Son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como corrientes en condiciones anormales, especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito.

La desconexión debe incluir el conductor neutro cuando exista. En este caso, que suele ser habitual en las instalaciones de baja tensión, si es posible, la desconexión del conductor neutro debe ser la última en realizarse (y, cuando se efectúe la conexión, la primera en ser efectuada).

En alta tensión, la desconexión para aislar una parte de la instalación de las fuentes de alimentación se contempla en la ITC-RAT 06 del Real Decreto 337/2014:

"4.1 Para aislar o separar máquinas, transformadores, líneas y otros circuitos, deberán instalarse seccionadores cuya disposición debe ser tal que pueda ser comprobada a simple vista su posición o, de lo contrario, deberá disponerse un sistema seguro que señale la posición del seccionador de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-102.

4.2 Cuando el interruptor presente las características de aislamiento exigidas a los seccionadores y su posición de «abierto» sea visible o señalada por un medio seguro, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 62271-102, este aparato podrá hacer las funciones del seccionador citado en 4.1.

4.3 Podrán suprimirse los seccionadores en el caso de utilizarse aparatos extraíbles, con los dispositivos de seguridad necesarios para evitar falsas maniobras, e impedir el acceso involuntario a los puntos con tensión que quedasen al descubierto al retirar el aparato.

4.4 Los cortacircuitos fusibles que, al actuar, den lugar automáticamente a una separación de contactos visible y equiparable a las características de aislamiento y seguridad exigidas a los seccionadores, serán considerados como tales, a efectos de lo señalado en 4.1."

Para garantizar la desconexión segura de la instalación, en el caso de que el aparato de corte permita comprobar a simple vista la posición de las cuchillas de conexión, el aislamiento de aire se considera suficiente cuando se consigue la máxima separación de las cuchillas.

En los aparatos cerrados, en los que no se puede comprobar a simple vista el corte, el aislamiento eléctrico puede estar constituido por dieléctricos de aceite, hexafluoruro de azufre (SF6), nitrógeno u otras sustancias. Estos aparatos deben disponer de un sistema seguro para señalar las posiciones de apertura y cierre de forma clara. Este requisito está contemplado en la ITC-RAT14, punto 4.6 b), del Real Decreto 337/2014:

"Particularmente, deben estar señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en que su identificación pueda hacerse claramente a simple vista."

Un caso particular se puede presentar con los aparatos extraíbles o enchufables. Este tipo de aparato posee dispositivos de desconexión que permiten, bajo tensión pero sin carga, retirarlo de su alojamiento en el conjunto de la instalación y situarlo en una posición de seguridad. En este caso, la garantía de aislamiento de la instalación requiere efectuar la citada extracción del aparato después de haber accionado su desconexión.

En relación con la necesidad de garantizar el aislamiento de la instalación respecto a todas las fuentes de alimentación, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

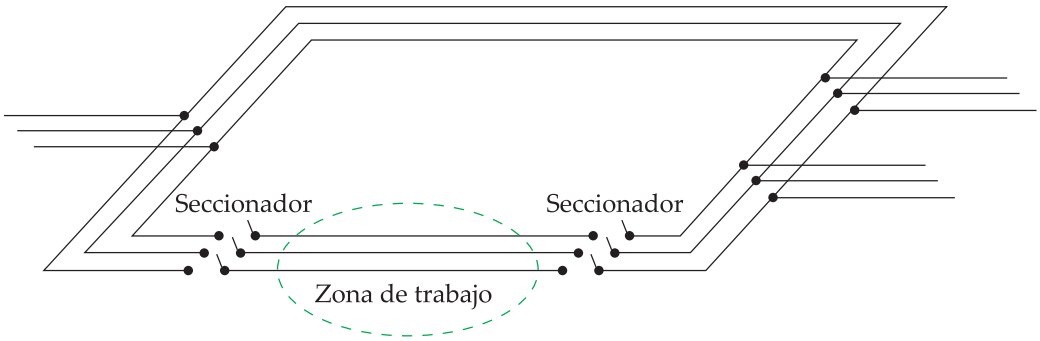


Figura 6. En instalaciones que formen parte de un lazo es necesario desconectar en los distintos lados.

- La instalación puede formar parte de un lazo, lo que implica la necesidad de realizar la desconexión de los distintos lados (véase la Figura 6).
- La instalación puede incluir condensadores. En tales casos, será necesario proceder a su descarga después de desconectar todas las fuentes de alimentación, siguiendo el procedimiento que se indicará más adelante.
- Las instalaciones de corriente continua destinadas a tracción eléctrica. En ellas, los motores pueden tener un funcionamiento reversible, actuando como generadores durante la frenada del sistema de tracción.

No se consideran como fuentes de alimentación, susceptibles de la maniobra de desconexión propiamente dicha, las fuentes de tensión que puedan actuar de manera fortuita sobre la instalación considerada; por ejemplo: tensiones inducidas, caídas accidentales de conductores en tensión en cruces de líneas o tensiones inyectadas de forma imprevista. La protección contra estas fuentes de tensión accidentales está encomendada al sistema de puesta a tierra y en cortocircuito, que se trata más adelante.

No obstante, la empresa que vaya a realizar el trabajo sin tensión en una instalación deberá asegurarse de que se ha realizado la apertura de todas las fuentes de alimentación propias.

Así mismo, cuando exista la posibilidad de que puedan conectarse a la instalación objeto de desconexión otras fuentes de tensión pertenecientes a centros que utilizan la red como receptores (situación que puede darse en empresas, hospitales, etc., que disponen de grupos electrógenos u otras alimentaciones redundantes), la empresa responsable de la línea de distribución se asegurará de que todas y cada una de dichas empresas conocen la necesidad de realizar la desconexión, a fin de que tomen las medidas de seguridad necesarias para evitar la inyección de tensión en la línea objeto de desconexión. Así mismo, debería quedar constancia de todas las comunicaciones realizadas con dicho motivo.

Por último, hay que tener en cuenta que las desconexiones de la instalación son maniobras y, como tales, deben ser realizadas conforme al procedimiento previsto en el anexo IV de este real decreto.

2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

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

En el caso de utilizar el bloqueo o enclavamiento mecánico del mecanismo de maniobra, este se puede efectuar mediante el empleo de candados o cerraduras, combinados, en su caso, con cadenas, pasadores u otros elementos destinados a conseguir la inmovilización del órgano de accionamiento del aparato de maniobra (véase la Figura 7).

Junto al dispositivo de bloqueo, se recomienda colocar una señal indicando la prohibición de maniobrar el aparato, sobre todo si no se ha podido realizar el bloqueo mecánico del mismo, así como la identificación del trabajador que lo ha accionado.

En todo caso, el órgano de accionamiento del dispositivo de desconexión debería tener un diseño apropiado para realizar su bloqueo. También es aconsejable que facilite la colocación de señales de "prohibido maniobrar" complementadas, en caso necesario, con los datos que permitan la identificación del responsable

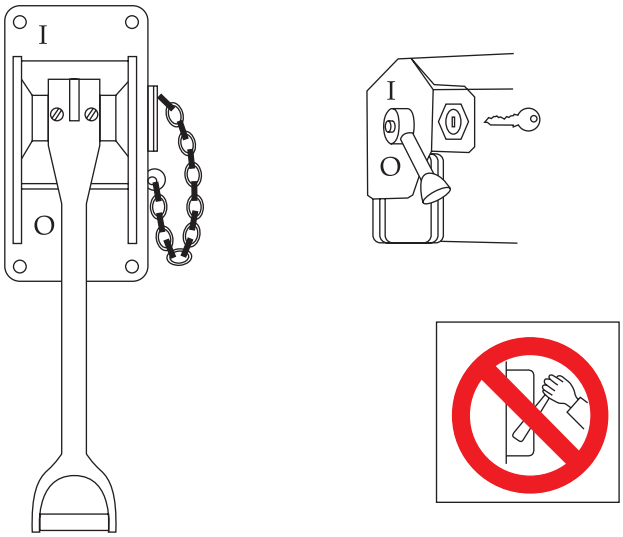


Figura 7. Ejemplos de sistemas de enclavamiento y señal de prohibición de maniobrar.

de la desconexión, la fecha y hora de su ejecución y el teléfono de contacto (véase la Figura 8).

Muchos de los aparatos de maniobra, sobre todo los utilizados en las instalaciones de alta tensión, emplean fuentes de energía auxiliar para su accionamiento: motores eléctricos, aire comprimido o energía acumulada mediante resortes. Todas estas fuentes auxiliares y de energía deben desactivarse.

- La desactivación de las fuentes auxiliares de energía eléctrica se puede conseguir desconectando el circuito auxiliar mediante un procedimiento fiable que puede ser objeto, a su vez, de un sistema de bloqueo o enclavamiento.
- La desactivación de los sistemas neumáticos auxiliares se consigue cerrando el suministro de aire comprimido y descargando el circuito neumático de alimentación. Para ello es preciso que la instalación de aire esté dotada de una válvula de corte y despresurización.
- Los aparatos que utilizan resortes para su accionamiento, tras la desconexión deben quedar sin energía mecánica acumulada en los resortes.

También puede considerarse como bloqueo mecánico el logrado mediante los aparatos extraíbles cuando, después de efectuar la desconexión, son retirados de su alojamiento en la instalación y se fija dicha posición mediante un medio seguro.

En el caso de los seccionadores, otra forma de prevenir su reconexión consiste en el bloqueo físico que se logra intercalando una placa de material aislante con las características de aislamiento adecuadas y diseñada especialmente para tal fin (véase la Figura 9).

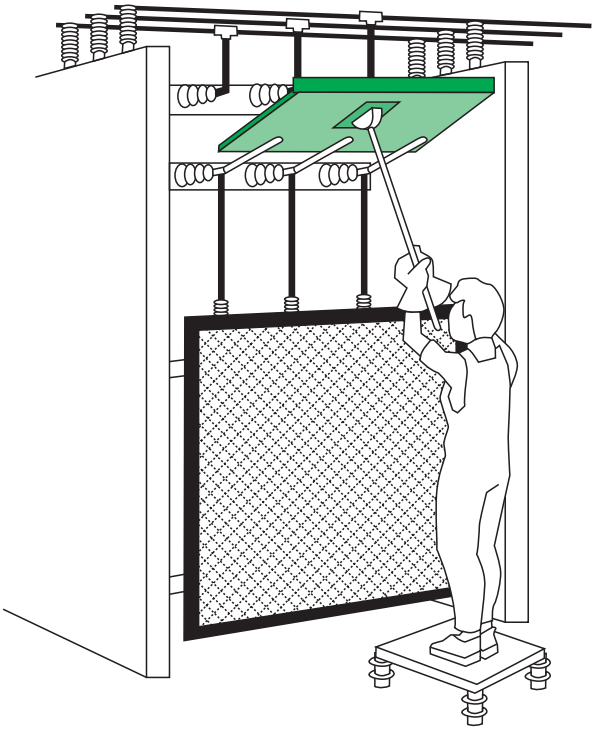


Figura 9. Bloqueo físico por interposición de una placa aislante entre las cuchillas de un seccionador



Figura 8. Ejemplos de carteles que pueden colocarse sobre los dispositivos de maniobra para prohibir su accionamiento.

En los dispositivos de maniobra controlados a distancia, mediante telemandos o centros de control, es necesario impedir la maniobra errónea desde el propio telemando. Esto se podría conseguir bloqueando el propio dispositivo de mando en el centro de control y colocando sobre él una señal de "prohibido maniobrar". En estos casos, el enclavamiento puede requerir una actuación sobre la propia lógica del telemando y considerar la fiabilidad de los equipos eléctricos y electrónicos involucrados.

Además de ello, también se desactivarán las fuentes auxiliares de energía requeridas para accionar los aparatos de maniobra mediante los procedimientos citados anteriormente.

3. Verificar la ausencia de tensión.

   La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

   Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

   Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

La verificación de la ausencia de tensión se debe realizar inmediatamente antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en el lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de que la instalación se conecte a una fuente de tensión por error o avería en el intervalo de tiempo que media entre la verificación de la ausencia de tensión y la conexión a tierra y en cortocircuito.

De igual manera, con el fin de realizar con suficientes garantías de seguridad la citada operación de puesta a tierra en las instalaciones de alta tensión, es obligatorio comprobar el correcto funcionamiento del equipo verificador de ausencia de tensión inmediatamente antes y después de realizar la citada verificación. También es recomendable realizar esta comprobación en los equipos empleados para verificar la ausencia de tensión en las instalaciones de baja tensión

La verificación de la ausencia de tensión debe hacerse en todos los conductores de la instalación, especialmente en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir. También se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente en tensión. De esta forma se podrá garantizar que en la zona de trabajo no exista ningún elemento en tensión sin controlar.

Verificación de la ausencia de tensión en instalaciones de alta tensión

Es necesario elegir el verificador de ausencia de tensión (también llamado detector de tensión) adecuado a las condiciones en las que se va a llevar a cabo la operación. Para ello se deben considerar los siguientes datos:

- El valor de la tensión nominal a verificar (cada detector funciona dentro de un rango de tensiones).
- El tipo y disposición de la instalación eléctrica (instalaciones de corriente alterna, caso de las redes de transporte de energía eléctrica, o de corriente continua, como son las líneas de tracción para ferrocarril).
- El tipo de señal indicadora: acústica, luminosa o combinación de ambas (la señal acústica es preferible en los casos en que pueda ser difícil distinguir la señal luminosa).
- Las condiciones medioambientales (para interiores o exteriores y, en este último caso, preparado o no para la lluvia. Véanse los comentarios al apartado 6 del anexo III para planificación de trabajos en condiciones ambientales desfavorables).

La elección del verificador de ausencia de tensión debe ser realizada entre los modelos diseñados a tal fin, conforme con las normas que le sean de aplicación. Por ejemplo:

- UNE-EN 61243-1, para detectores de tensión de tipo capacitivo (ver figura 10).
- UNE-EN 61243-2, para detectores de tensión de tipo resistivo (ver figura 10).

En dichas normas se especifican, entre otras cosas, las características y requisitos de funcionamiento de los detectores, considerando que estos deben dar una indicación segura de los dos posibles estados: "presencia de tensión" o "ausencia de tensión". Esta indicación la podrán dar mediante un cambio de señal visual y/o acústica.

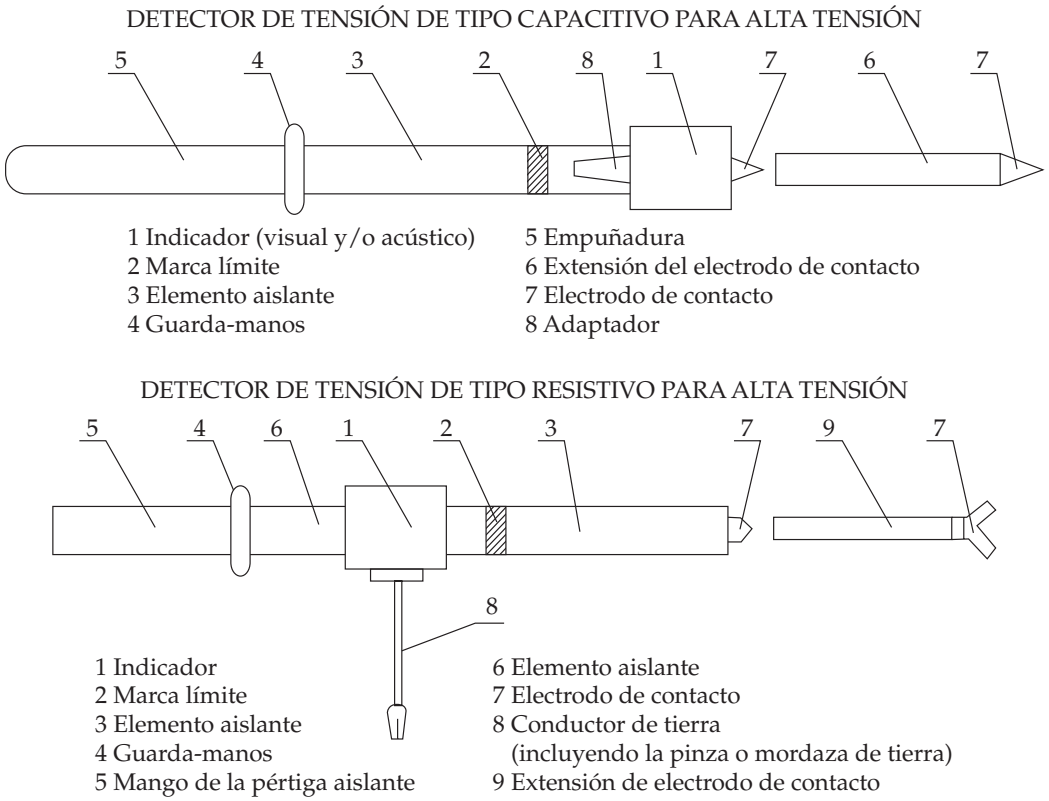


Figura 10. Detectores de tensión para alta tensión.

De las características de funcionamiento de estos detectores se desprende que sólo indican "presencia de tensión" cuando en el conductor que se verifica se alcanza una determinada tensión umbral, con el fin de evitar falsas indicaciones debidas a la presencia de campos perturbadores que pueden inducir una cierta tensión en el detector o en los conductores de la instalación. Es decir: el detector puede indicar "ausencia de tensión" aunque exista en la instalación una cierta tensión inducida, siempre y cuando esta no alcance la tensión umbral del detector.

De lo que se trata es de garantizar que la instalación ha sido desconectada de las **fuentes de alimentación** y puede ponerse a tierra y en cortocircuito. Esta es una razón más para que estas operaciones sean efectuadas siempre empleando los equipos y medios auxiliares y de protección adecuados, porque, aunque el detector señale "ausencia de tensión", podría existir cierta tensión inducida, que sólo se suprime en el momento en que se efectúa la conexión a tierra.

Con cada aparato, el fabricante debe suministrar unas instrucciones de empleo que contengan toda la información necesaria para su utilización y mantenimiento.

Antes de utilizar un detector de tensión, es importante comprobar su tensión o gama de tensiones nominales de funcionamiento, así como el estado de las puntas de prueba y de las pilas o baterías, en caso de utilizarlas.

Los verificadores de ausencia de tensión, como cualquier otro equipo de trabajo, deben cumplir las disposiciones del Real Decreto 1215/1997.

Aparte de los mencionados verificadores de ausencia de tensión, se dispone también de verificadores para cables subterráneos. Los verificadores tipo pica-cables o corta-cables funcionan mediante el expeditivo método de provocar un cortocircuito en los conductores del cable al ser perforado, cortado o serrado mediante útiles apropiados colocados en el extremo de pértigas aislantes, una vez identificado el cable.

Las citadas pértigas deben ser manejadas por trabajadores adecuadamente protegidos contra los efectos del cortocircuito que se produciría en el caso de que el cable estuviera con tensión. No obstante, para efectuar este tipo de pruebas es preferible emplear equipos manejados por control remoto.

Por último, en las instalaciones de alta tensión en las que se utilicen dispositivos controlados mediante telemandos para verificar la ausencia de tensión, conviene emplear también dispositivos telemandados para efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito en los puntos de la instalación preparados para ello.

Verificadores de ausencia de tensión en instalaciones de baja tensión

Los equipos empleados para verificar la ausencia de tensión en las instalaciones de baja tensión son más

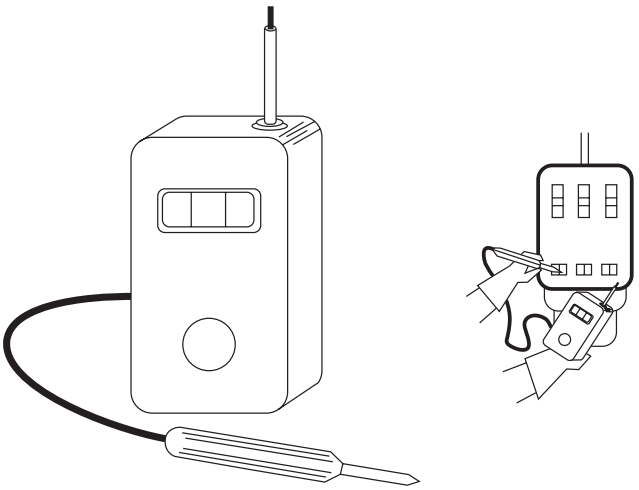


Figura 11. Discriminador de tensión para baja tensión.

sencillos que los requeridos en alta tensión (véase la Figura 11).

Se pueden utilizar discriminadores que permiten comprobar si existe tensión y, en caso de existir, a qué valor corresponde en la gama de tensiones normalizadas de 127, 220 o 380 voltios, sin necesidad de indicar el valor exacto.

La elección del verificador de ausencia de tensión debe ser realizada entre los modelos diseñados para tal fin, conforme con las normas que les sean de aplicación. Por ejemplo, se puede aplicar la norma UNE-EN 61243-3, para detectores de tensión para baja tensión bipolares.

En todo caso, dichos equipos deben satisfacer el Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión, así como el ya citado Real Decreto 1215/1997.

La necesidad de verificar la ausencia de tensión en cables conductores aislados que puedan confundirse con otros en la zona de trabajo se puede presentar principalmente en instalaciones de baja tensión, sobre todo en interiores. En este caso, se pueden emplear verificadores de baja tensión similares a los descritos anteriormente.

4. Poner a tierra y en cortocircuito.

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

a) En las instalaciones de alta tensión.
b) En las instalaciones de baja tensión que, por inducción o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

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

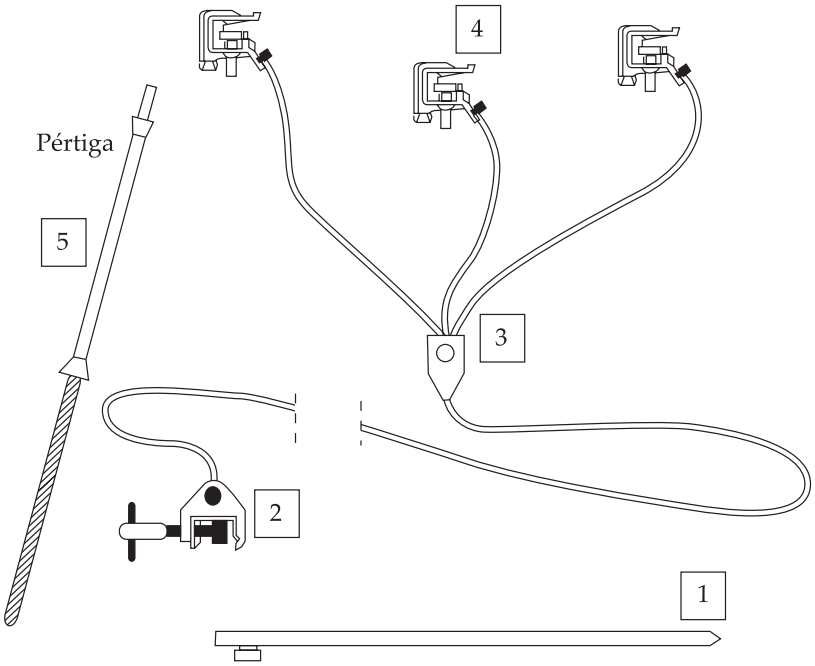
Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de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

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

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

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

No solo las instalaciones de alta tensión deben ponerse a tierra y en cortocircuito antes de comenzar los trabajos, también debe hacerse esto en las instalaciones de baja tensión cuando exista el riesgo de que puedan ponerse accidentalmente en tensión durante el desarrollo de los trabajos. Este riesgo debe ser evaluado previamente en función de las circunstancias que concurran y, en general, se deberá proceder a la puesta a tierra y en cortocircuito cuando se presenten riesgos similares a los que pueden afectar a las instalaciones de alta tensión. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en los trabajos realizados en líneas aéreas de baja tensión, sobre todo las construidas con conductores desnudos.



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

Figura 12. Equipo portátil de puesta a tierra.

Estas líneas podrían entrar accidentalmente en tensión debido a diferentes causas:

- Por inducción debida a los campos electromagnéticos producidos por otras líneas aéreas, de alta o baja tensión, que discurran en las inmediaciones.
- Por inducción debida a campos electromagnéticos de alta frecuencia producidos por antenas radioemisoras cercanas.
- Por descargas atmosféricas en forma de rayo.
- Por contacto fortuito de la línea en la que se trabaja con un conductor de otra línea o instalación en tensión, etc.

Algunas de dichas causas, u otras, pueden actuar también en instalaciones interiores de baja tensión. En tales casos, es necesario efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación sobre la que se va a realizar el trabajo. Por el contrario, en las instalaciones de baja tensión que no puedan ponerse accidentalmente en tensión no es necesario colocar la puesta a tierra y el cortocircuito en la zona de trabajo.

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

En la zona de trabajo donde sea necesario realizar una puesta a tierra y en cortocircuito se pueden presentar dos situaciones:

a) Inexistencia de tomas de tierra en la zona.
b) Existencia de puntos fijos de puesta a tierra u otros sistemas.

a) Inexistencia de tomas de tierra en la zona

En el caso de que no existan tomas de tierra utilizables en la zona de trabajo es necesario proceder a su instalación. La puesta a tierra y en cortocircuito nunca debe realizarse con medios improvisados; para realizarla con garantías de seguridad es necesario emplear equipos especialmente fabricados para tal fin y conformes con las normas técnicas que les sean de aplicación (véase la Figura 12).

Para ello, pueden utilizarse equipos que cumplan la norma UNE-EN 61230 para dispositivos portátiles de puesta a tierra o de puesta a tierra y en cortocircuito.

Además, es necesario elegir en cada caso el equipo dimensionado para soportar las corrientes de cortocircuito previsibles en la instalación considerada.

Las picas de toma de tierra utilizadas habitualmente en los equipos portátiles pueden estar constituidas por barras cilíndricas o de cualquier otro perfil con una longitud aproximada de un metro. El material empleado puede ser cobre, acero galvanizado, acero cromado o acero recubierto de cobre.

A título informativo, se recogen las dimensiones de las picas que se indican en la ITC-RAT 13 del Real Decreto 337/2014.

Dimensiones para las picas de toma a tierra	
Redondos de cobre o acero recubiertos de cobre	≥ 14 mm de diámetro
Redondos de acero sin recubrir	≥ 20 mm de diámetro
Tubos. Espesor de la pared ≥ 3 mm	≥ 30 mm de diámetro
Perfiles de acero. Espesor ≥ 5 mm	≥ 350 mm^2 de sección

Cuadro 4. Dimensiones para las picas de toma a tierra

Es importante mantener perfectamente limpias las mordazas de la pinza o grapa de conexión a la toma de tierra. Esta pinza debe permitir una conexión sólida con el electrodo de toma de tierra (o con el perfil metálico de un apoyo, en el caso de una línea aérea), por ejemplo, mediante un tornillo de fijación manual.

También debe estar limpia la superficie del electrodo o del perfil metálico donde se coloque, apretando firmemente las mordazas con el fin de reducir al mínimo la resistencia eléctrica del contacto.

Por otra parte, los conductores de puesta a tierra y en cortocircuito deben tener una sección suficiente para resistir el paso de una eventual corriente de cortocircuito durante el tiempo que tarden en actuar los dispositivos de protección de la instalación. Con carácter general se recomienda que los conductores de puesta a tierra y en cortocircuito tengan al menos una sección equivalente a la del conductor de la instalación sobre la que se coloca o al de la puesta a tierra fija de la instalación (si esta existe).

Los conductores de los equipos de puesta a tierra son de tipo extra-flexible y deben ir recubiertos con una funda protectora transparente. Dicho recubrimiento, que suele ser de PVC o silicona, está destinado únicamente a la protección mecánica de los conductores, nunca debe considerarse por el trabajador como un aislante contra contactos eléctricos (por ejemplo, a efectos de la protección contra eventuales tensiones de contacto en caso de reconexión inesperada de la instalación).

Las pinzas de conexión a los conductores de la instalación en descargo pueden ser de diferentes tipos y deben ser elegidas para lograr un contacto seguro con el tipo de conductor de la instalación donde se apliquen. **Estas pinzas se deben colocar mediante pértigas aislantes** adecuadas a la tensión nominal de la instalación y empleando los equipos auxiliares y de protección individual necesarios. También han de ser objeto de una limpieza cuidadosa para lograr un contacto óptimo con los conductores de la instalación y reducir al mínimo la resistencia de contacto.

Precauciones a tomar en relación con la puesta a tierra

La puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación protege de dos maneras:

- En el caso de una reconexión accidental de la instalación, las corrientes de cortocircuito provocan la apertura de los dispositivos automáticos de protección contra sobreintensidades. Las características y dimensionamiento de los conductores del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito deben ser capaces de soportar la intensidad de cortocircuito previsible durante el tiempo que tarda en actuar el dispositivo de protección. Por lo tanto, dichas características deberían ser conocidas en la planificación de las operaciones[6].
- En el caso de que la conexión accidental de la instalación a una fuente de tensión no suponga una carga equilibrada en las tres fases, se producirá una intensidad de defecto a través de la puesta o puestas a tierra existentes. Esta corriente de puesta a tierra provocará también el accionamiento de los correspondientes dispositivos de protección. El equipo de puesta a tierra debe estar dimensionado para soportar el paso de la máxima intensidad de defecto previsible durante el tiempo que tardan en actuar los dispositivos automáticos de desconexión.

A título informativo, se transcribe la siguiente información extraída de la ITC-RAT 01 del Real Decreto 337/2014, sobre las posibles tensiones "de contacto" y "de paso" en relación con la puesta a tierra:

Tensión de contacto

> "Es la fracción de la tensión de puesta a tierra que puede ser puenteada por una persona entre la mano y un punto del terreno situado a un metro de separación o entre ambas manos" (véase la Figura 13). Para determinar este valor se considera que se tienen los pies juntos, a un metro de distancia del electrodo y la resistencia del cuerpo entre la mano y el pie es de 1000 ohmios[7].

[6] El conocimiento de estas características es importante también para la realización de trabajos en tensión.
[7] Véase la ITC RAT 13, punto 1.1.

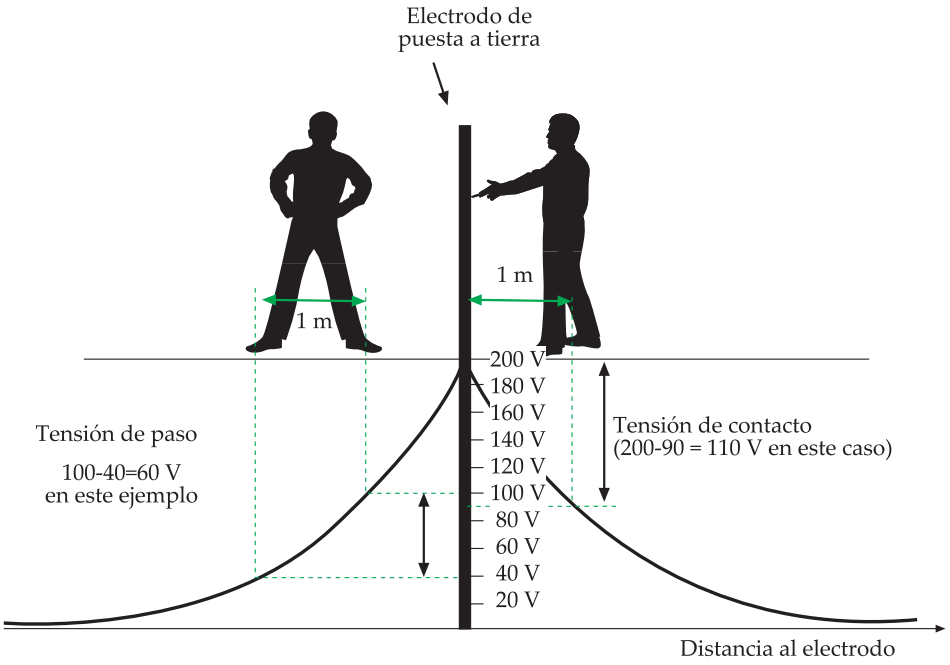


Figura 13. Tensiones de paso y de contacto.

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ohmios x metro)
Terrenos pantanosos.	de algunas unidades a 30
Limos	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Basalto o grava	3000 a 5000

Cuadro 5. Resistividad de los terrenos para la instalación de tomas a tierra.

Tensión de paso

"Es la parte de la tensión a tierra que aparece en caso de un defecto a tierra entre dos puntos del terreno separados un metro".

Esta es la que afectaría a un trabajador que se encontrara caminando en las cercanías del electrodo de tierra en el momento de la avería. Esta diferencia de potencial será tanto mayor cuanto más cerca se encuentre del electrodo (véase la Figura 13).

Tipo de electrodo	Resistencia en ohmios
Pica vertical	$R = \rho / L$
Conductor horizontal enterrado	$R = 2 \rho / L$
Placa enterrada vertical	$R = 1{,}6 \rho / P$
Placa enterrada profunda	$R = 0{,}8 \rho / P$
Malla de tierra	$R = \rho / 4r + \rho / L$
Donde: R = resistencia de tierra del electrodo, en ohmios. ρ = resistividad del terreno en ohmios x metro. L = longitud en metros de la pica o del conductor, y en malla la longitud total de los conductores enterrados. P = perímetro de la placa en metros. r = radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.	

Cuadro 6. Valor de la resistencia de la toma de tierra.

Las citadas tensiones de paso y de contacto serán tanto menores cuanto menor sea el valor de la resistencia de tierra, de ahí el interés de que la toma de tierra sea lo mejor posible.

Cuando sea necesario instalar una toma de tierra en la zona de trabajo, es preciso elegir cuidadosamente el lugar más adecuado para conseguir que el valor de la resistencia de la toma de tierra sea lo menor posible. En general, se elegirá el lugar más húmedo del entorno cercano a la zona de trabajo. Puede utilizarse como guía orientativa el cuadro 6, que resume la información recogida en la ITC-RAT 13 del Real Decreto 337/2014 y en la ITC-BT-18 del REBT.

A partir del valor de la resistividad del terreno, también se puede hacer una estimación del valor de la resistencia de la toma de tierra aplicando las fórmulas del cuadro 6.

La estimación del valor de la resistencia de tierra obtenida de esta forma puede resultar suficiente en muchos casos. No obstante, si se requiere conocer de manera más precisa el valor de la resistencia de tierra, habría que proceder a una medición de la misma.

En todo caso, el valor de la resistencia de la toma de tierra debe ser inferior al valor para el cual se alcanza la máxima tensión de contacto aplicada admisible. La tensión máxima admisible depende de la duración de la falta (tiempo que tarda en actuar el dispositivo automático de desconexión).

Según la ITC-RAT 13 del Real Decreto 337/2014, los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, Uca, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, son los recogidos en la siguiente Tabla 1.

Duración de la corriente de falta, tF (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

Tabla 1. Tensión de contacto aplicada admisible que el cuerpo humano puede soportar con seguridad

Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado, se definen como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada (Upa = 10 Uca).

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto o paso aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, Uc, Up, considerando todas las resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$U_c = U_{ca}\left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2\,Z_B}\right] = U_{ca}\left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5\,\rho_s}{1000}\right]$$

$$U_p = U_{pa}\left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B}\right] = 10\,U_{ca}\left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\,\rho_s}{1000}\right]$$

Donde:

- Uca es el valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta (Tabla 1).
- Z_B es el valor de la resistencia del cuerpo humano que se considera de 1000 Ω. Se asimila cada pie a un electrodo en forma de placa de 200 cm^2 de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de 250 N, lo que representa una resistencia de contacto con el suelo para cada electrodo de 3 ρ_S evaluada en función de la resistividad superficial aparente del terreno (ρ_S).
- ρ_S es el valor de la resistividad superficial aparente del terreno.
- R_{a1} es el valor de la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc. Para la resistencia del calzado se puede utilizar R_{a1} = 2000 Ω.
- R_{a2} es el valor de la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. R_{a2}=3 ρ_S.

Ecuación 1: Máximas tensiones de contacto o paso admisibles en la instalación, Uc, Up, considerando todas las resistencias adicionales que el cuerpo humano puede soportar con seguridad.

Cuando el terreno se recubra de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.), la resistividad superficial aparente del terreno (ρs) se multiplicará por un coeficiente reductor (Cs):

$$C_s = 1 - 0{,}106 \cdot \left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0{,}106}\right]$$

Donde:

- h_S es el valor del espesor de la capa superficial, en metros.
- ρ es el valor de la resistividad del terreno natural.
- ρ* resistividad de la capa superficial.

Ecuación 2: Coeficiente reductor del valor de la resistividad de la capa de terreno adicional.

Por último, una vez colocada la pica de tierra en el lugar más adecuado, se puede conectar a esta la pinza del cable de tierra. Si este cable está enrollado en un carrete, es necesario desenrollarlo en su totalidad, con el fin de reducir al mínimo su impedancia al paso de una eventual corriente de defecto.

La conexión de las pinzas del equipo a los conductores de la instalación en proceso de descargo sólo se debe comenzar después de efectuar la conexión a tie-

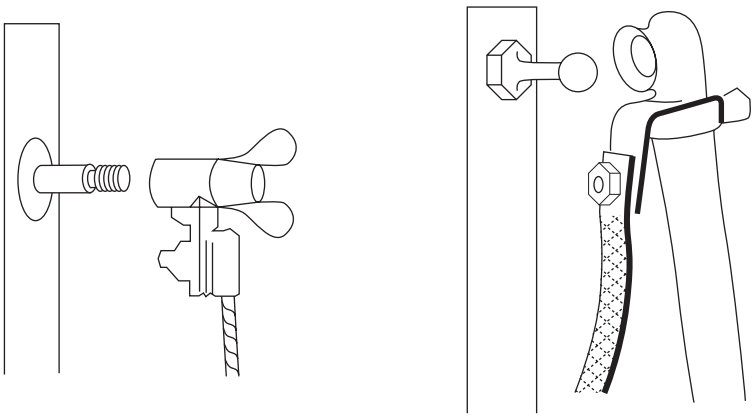


Figura 14. Puntos fijos de puesta a tierra.

rra. Para realizar estas conexiones, el trabajador debe emplear los equipos auxiliares y de protección individual adecuados (véase "Secuencia de operaciones para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito").

b) Existencia de puntos fijos de puesta a tierra u otros sistemas

Los puntos fijos de puesta a tierra forman parte de muchas instalaciones, principalmente en estaciones de transformación, centrales eléctricas y centros receptores (véase la Figura 14). Cuando existan, es preferible utilizar estos puntos fijos para efectuar la conexión a tierra de la instalación en descargo pues, además de facilitar la operación, ofrecen mayores garantías de seguridad, dado que han sido especialmente proyectados y colocados para lograr las mejores condiciones.

En los lugares donde la puesta a tierra y en cortocircuito se realice mediante seccionadores de puesta a tierra instalados al efecto, es necesario asegurarse de que, después de la maniobra, las cuchillas han quedado cerradas.

En el transcurso de los trabajos realizados sobre una instalación existen ocasiones en las que es necesario cortar un conductor (por ejemplo, retirar un puente entre cadenas de aisladores en una línea aérea). En estos casos, antes de efectuar el corte, es necesario realizar lo siguiente:

1º. Comprobar si ambos tramos continuarán puestos a tierra y en cortocircuito después del corte. Este sería el caso si en ambos extremos de la zona de trabajo estuvieran instaladas sendas puestas a tierra y en cortocircuito.
2º. En caso contrario, se podría instalar la puesta a tierra y en cortocircuito en el lado en que no exista o, lo que puede resultar más sencillo, instalar un puente entre las dos partes del conductor que se va a cortar. En este caso, el conductor y las pinzas de conexión deberán estar dimensionados para soportar la misma intensidad de cortocircuito prevista para el equipo de puesta a tierra y en cortocircuito.

En el caso de que sea necesario retirar la puesta a tierra y/o el cortocircuito para realizar algún ensayo o medición, deberá aplicarse un procedimiento planificado previamente para garantizar la seguridad de los trabajadores.

En general, antes de comenzar la retirada de la puesta a tierra deben ser informados todos los trabajadores involucrados para que abandonen la zona de trabajo, de forma que solo queden los necesarios para llevar a cabo las citadas mediciones o ensayos. Estos últimos dispondrán de los equipos auxiliares y de protección individual necesarios para aislarse del riesgo eléctrico y seguirán el procedimiento de trabajo planificado de acuerdo con las especificaciones del anexo IV de este real decreto.

Cuando la puesta a tierra y en cortocircuito se realice a través de telemandos, siempre que sea posible deberían emplearse sistemas de bloqueo o enclavamiento de eficacia equivalente a los descritos para la desconexión de las fuentes de alimentación, con el fin de garantizar que no sean retiradas a causa de maniobras erróneas. En estos casos el enclavamiento puede requerir una actuación sobre la propia lógica del telemando y considerar la fiabilidad de los equipos eléctricos y electrónicos involucrados.

Secuencia de operaciones para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito

A) En alta tensión

1ª. Comprobación visual del buen estado del equipo de puesta a tierra.
2ª. Comprobación de que el verificador de ausencia de tensión es el apropiado.
3ª. Comprobación visual del buen estado de los equipos de protección colectiva e individual.
4ª. Comprobación del buen funcionamiento del

verificador de ausencia de tensión, prestando especial atención a la tensión o gama de tensiones nominales y al estado de las baterías.

5ª. Conexión de la pinza o grapa de puesta a tierra al electrodo de tierra (pica, punto fijo, estructura metálica, etc.) y, en su caso, desenrollar totalmente el conductor de puesta a tierra.

6ª. Colocación, según las instrucciones del fabricante, de los equipos de protección individual seleccionados. La evaluación de riesgos establecerá el tipo y las características de los equipos de protección individual que sean necesarios.

7ª. Colocación de medios de protección colectiva, por ejemplo, alfombra o banqueta aislante y utilización según las instrucciones del fabricante.

8ª. Verificación de la ausencia de tensión en cada una de las fases.

9ª. Comprobación de nuevo del correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión.

10ª. Conexión de las pinzas del equipo de puesta a tierra y cortocircuito a cada una de las fases mediante la pértiga aislante.

Equipos de protección individual a considerar en AT para la colocación y la retirada de la puesta a tierra

- Guantes aislantes para alta tensión.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Guantes de protección contra el arco eléctrico.
- Pantalla facial inactínica o gafas adecuadas al arco eléctrico.
- Arnés o cinturón de seguridad, si procede.
- Casco de seguridad aislante con barboquejo.

De forma complementaria, los trabajadores utilizarán:
- Ropa de trabajo adecuada.
- Calzado de trabajo.

Para la correcta selección de los equipos de protección individual requeridos en alta tensión para la colocación y la retirada de la puesta a tierra, se recomienda la lectura de las indicaciones correspondientes al apartado 3 del anexo III del real decreto.

B) En baja tensión

1ª. Comprobación del verificador de ausencia de tensión.

2ª. Comprobación visual del buen estado del equipo de puesta a tierra.

3ª. Comprobación visual del buen estado de los equipos de protección colectiva e individual.

4ª. Colocación, según las instrucciones del fabricante, de los equipos de protección individual seleccionados. La evaluación de riesgos establecerá el tipo y las características de los equipos de protección individual que sean necesarios.

5ª. Colocación de medios de protección colectiva, por ejemplo, alfombra o banqueta aislante (cuando proceda) y utilización según las instrucciones del fabricante.

6ª. Verificar la ausencia de tensión entre fases y entre cada fase y neutro, mediante un verificador de tensión o un voltímetro (comprobar antes su funcionamiento).

7ª. Conectar la pinza de puesta a tierra en el conductor de protección o en la toma de tierra del cuadro de baja tensión.

8ª. Conectar las pinzas del equipo al neutro y a cada una de las tres fases mediante las pértigas adecuadas para baja tensión, si se trata de líneas aéreas, o bien mediante los terminales adecuados si se trata de cuadros de baja tensión (en este último caso, también se puede realizar la conexión mediante cartuchos diseñados para insertar en los portafusibles, una vez retirados los fusibles del cuadro).

Equipos de protección individual a considerar en BT para la colocación y la retirada de la puesta a tierra

- Guantes aislantes para trabajos en baja tensión.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Guantes de protección contra el arco eléctrico.
- Pantalla facial inactínica o gafas adecuadas al arco eléctrico.
- Arnés o cinturón de seguridad, si procede.
- Casco de seguridad aislante con barboquejo.

De forma complementaria, los trabajadores utilizarán:
- Ropa de trabajo adecuada.
- Calzado de trabajo.

Para la correcta selección de los equipos de protección individual requeridos en baja tensión para la colocación y la retirada de la puesta a tierra, se recomienda la lectura de las indicaciones correspondientes al apartado 3 del anexo III del real decreto.



Figura 15. Colocación de la puesta a tierra en una instalación de alta tensión.

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

Si hay elementos de una instalación, próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

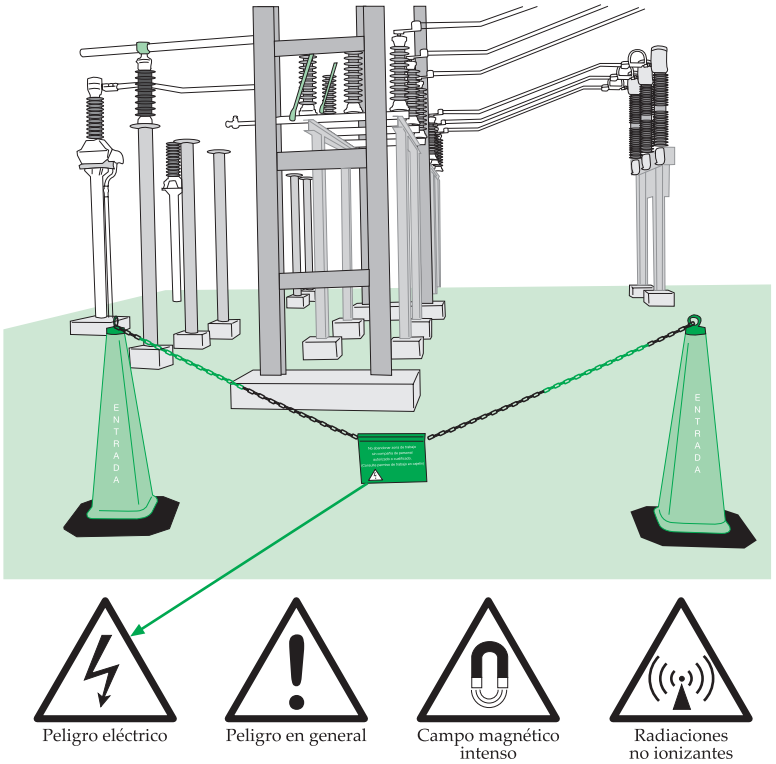


Figura 16. Señales de peligro aplicables a instalaciones eléctricas (véanse otras señales aplicables en el Real Decreto 485/1997).

Cuando en la proximidad de la zona de trabajo (a una distancia inferior a DPROX-1 o DPROX-2, según el caso) existan elementos que deban permanecer en tensión, cabe adoptar tres posibles soluciones:

A) Considerarlo como "trabajo en proximidad", en cuyo caso habría que realizarlo de acuerdo con las disposiciones del anexo V de este real decreto, referido a "trabajos en proximidad".
B) Considerarlo como un "trabajo en tensión", en cuyo caso habría que realizarlo de acuerdo con lo indicado en el anexo III de este real decreto, referido a "trabajos en tensión".
C) Proceder a la colocación de elementos protectores, tales como pantallas, protecciones aislantes u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad. A su vez, si la colocación de estos elementos implica un trabajo en tensión o en proximidad, habría que realizarlos adoptando las precauciones correspondientes (véanse los anexos III y V de este real decreto).

Esta decisión debe ser adoptada antes de iniciar los trabajos, es decir, durante su planificación.

La colocación de pantallas dieléctricas (de nivel de aislamiento adecuado), con la ayuda de pértigas aislantes, estaría comprendida dentro del proceso de "supresión de la tensión", por lo que debe ser realizado por un trabajador cualificado, cuando se trata de alta tensión, o por un trabajador autorizado, cuando se trata de baja tensión.

En lo concerniente a la señalización destinada a delimitar la zona de trabajo, aun siendo un trabajo sin tensión, resultará necesaria cuando se precise realizar una separación entre la zona segura donde se realizan los trabajos sin tensión y la zona de proximidad, en la cual no se debe entrar salvo que se tomen las medidas correspondientes a los trabajos en proximidad. También puede servir para delimitar la zona a la cual solo pueden acceder las personas con permiso para realizar los trabajos.

La señalización y delimitación se pueden efectuar utilizando vallas, cintas o cadenas aislantes diseñadas al efecto, complementadas con señales de peligro, prohibición u obligación, que cumplan lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (véase la Figura 16).

A.2 Reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

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

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

Como se indica en las "Disposiciones generales" del presente anexo II la reposición de la tensión solo podrá ser realizada por:

- Trabajadores autorizados, en las instalaciones de BT.
- Trabajadores cualificados, en las instalaciones de AT.

En general, la secuencia de operaciones para reponer la tensión es la inversa de la requerida para efectuar la desconexión, y las precauciones y medidas de seguridad también son las mismas en cada una de las etapas.

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

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

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

Como ya se ha dicho, los equipos auxiliares y de protección individual usados por los trabajadores deben reunir los mismos requisitos que los utilizados en la desconexión de la instalación.

Secuencia típica de operaciones para retirar una puesta a tierra y en cortocircuito

A) En alta tensión

1ª. Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual.
2ª. Colocación de los equipos de protección individual seleccionados, según las instrucciones del fabricante.
3ª. Colocación de medios de protección colectiva, por ejemplo, alfombra o banqueta aislante y utilización según las instrucciones del fabricante.
4ª. Desconexión mediante la pértiga aislante, las pinzas del equipo de cada una de las fases y, después, desconexión de la pinza o grapa del electrodo de tierra (pica, punto fijo o estructura metálica del apoyo).

El equipo de protección individual requerido para la retirada de la puesta a tierra en AT es el mismo citado anteriormente para su colocación.

B) En baja tensión

1ª. Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual.
2ª. Colocación de los equipos de protección individual seleccionados, según las instrucciones del fabricante.
3ª. Colocación de medios de protección colectiva, por ejemplo, alfombra o manta aislante, cuando proceda, y utilización según las instrucciones del fabricante.
4ª. Desconectar las pinzas del equipo de cada una de las fases (o los cartuchos insertados en el portafusibles) y del neutro.

5º Desconectar la pinza de puesta a tierra del conductor de protección o de la toma de tierra del cuadro de baja tensión.

El equipo de protección individual requerido para la retirada de la puesta a tierra en BT es el mismo citado anteriormente para su colocación.

ANEXO II
Trabajos sin tensión

B. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

B.1. Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

1º. No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

2º. Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

Estas disposiciones se aplican tanto a las instalaciones de baja como de alta tensión. Con respecto a su aplicación, hay que tener en cuenta que:

- La desconexión, así como la prevención de cualquier posible reconexión, se cumplen si se satisfacen los requisitos indicados, es decir, cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo de desconexión proporcione garantías equivalentes.
- En el caso de tener que acceder a un fusible después de la desconexión de los dispositivos situados a ambos lados del mismo, debería comprobarse la ausencia de tensión mediante el equipo correspondiente.
- En el caso de la reposición de fusibles conectados directamente al primario de un transformador, el procedimiento para llevar a cabo la única puesta a tierra y en cortocircuito requerida es el mismo que ya se ha indicado para la supresión de la tensión en cualquier instalación:

  1º. Desconectar. En este caso, la desconexión se debe efectuar en la instalación de alta tensión y, si la instalación lo permite, en el lado de baja tensión (para evitar posibles retornos a través del secundario). En tal caso, la desconexión debe empezar por la baja tensión.
  2º. Verificar la ausencia de tensión.
  3º. Poner a tierra y en cortocircuito el tramo de la instalación de alta tensión comprendido entre los fusibles y el transformador, mediante el procedimiento general ya descrito (véase la Figura 17). Esta puesta a tierra y en cortocircuito también tiene por objeto proteger de eventuales retornos a través de la instalación conectada al secundario del transformador.

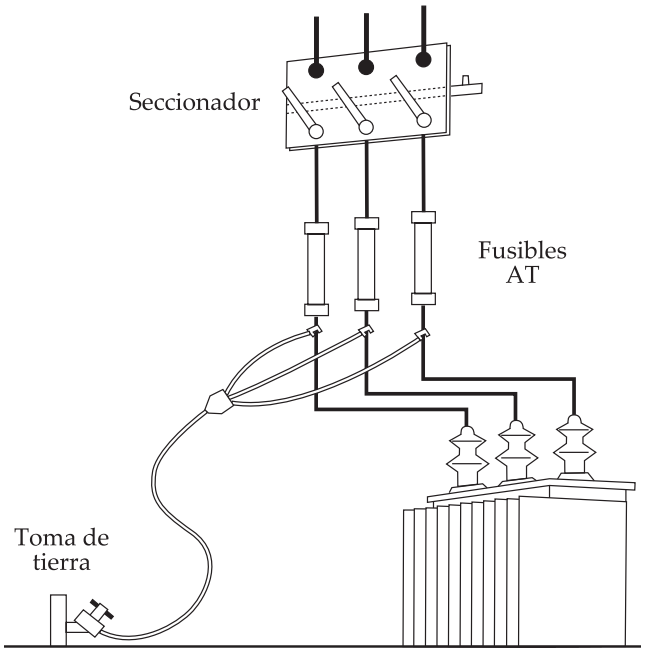


Figura 17. Colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito para reposición de fusibles.

B.2 Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.

1. En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

   1ª. Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.
   2ª. Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a) En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
b) El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores -exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
c) El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador, están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

2. En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

Observación preliminar.- Antes de comenzar el trabajo "sin tensión" en las líneas aéreas y conductores de alta tensión es preciso suprimir la tensión, siguiendo la secuencia ya comentada en la parte A.1 de este anexo.

Conviene señalar que, para realizar de forma segura dichas operaciones, los trabajadores requieren la información suministrada por las señales de peligro o de riesgo eléctrico, previstas en los lugares donde discurren las citadas líneas. A este respecto, se debe tener en cuenta que en el Real Decreto 223/2008 se recomienda la colocación de señales de peligro en todos los apoyos, siendo preceptivo para los de tensión superior a 66 kV y en general, para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas. Dicha señalización debe hacerse de acuerdo con las señales de advertencia previstas en el Real Decreto 485/1997. De esta forma, el trabajador es advertido del riesgo existente y puede adoptar las medidas de prevención adecuadas a la situación, conforme con la preceptiva formación e información recibida en materia de prevención de riesgos laborales.

1. Cuando se realizan trabajos en líneas aéreas de baja o alta tensión, siempre que estén constituidas por conductores desnudos, resulta factible la colocación de puestas a tierra y en cortocircuito en ambos lados de la zona de trabajo y, por tanto, así debe hacerse. Los puntos de la línea cercanos a los apoyos que dan soporte a los conductores suelen ser los más apropiados para colocar la puesta a tierra y en cortocircuito.

Si el trabajo debe ser efectuado sobre líneas aéreas de alta tensión, las operaciones pueden verse facilitadas por la utilización de las preceptivas tomas de tierra de los apoyos, siempre que existan garantías de su correcto mantenimiento. Las mayores garantías de conseguir una buena toma de tierra en estos casos la ofrecen las líneas aéreas de primera categoría (tensión mayor de 66 kV), sobre todo si van equipadas en su parte superior con los cables de guarda que unen la tierra de todos los apoyos.

En el caso de que dentro de la zona de trabajo existan derivaciones en la línea, la puesta a tierra y en cortocircuito debe realizarse en todas ellas (véase la Figura 18).

No debe olvidarse que todos los elementos metálicos o conductores propios de la instalación, existentes dentro de la zona de trabajo, deben estar conectados también a tierra y unidos eléctricamente entre sí. Esta conexión equipotencial evitará la aparición de diferencias de potencial peligrosas entre ellos en caso de una puesta en tensión imprevista de la instalación.

Con el fin de incrementar las garantías de seguridad se establece que al menos una de las puestas a tierra y en cortocircuito, situadas en los extremos de la zona de trabajo, sea visible desde cualquier punto de la misma; es decir: el trabajador que se mueva dentro de la zona de trabajo debe tener

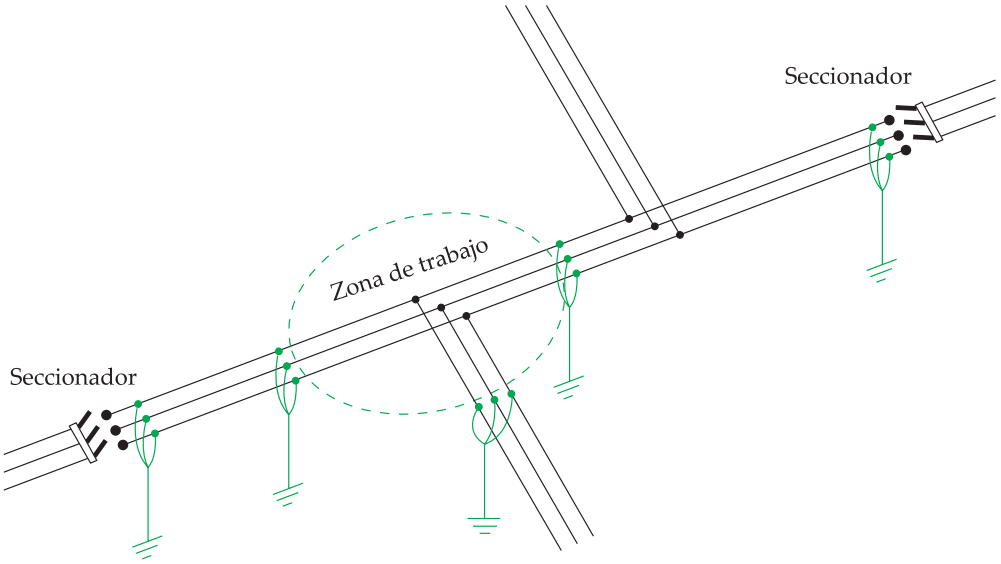


Figura 18. Puntos en los que deben colocarse las puestas a tierra y en cortocircuito.

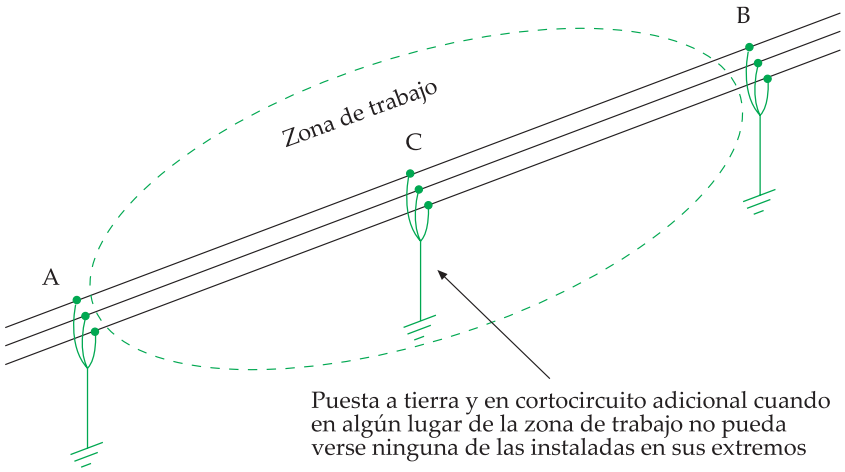


Figura 19. Puesta a tierra y en cortocircuito adicional.

siempre a la vista al menos una de las puestas a tierra (véase la Figura 19). Esto garantiza también una eliminación eficaz de posibles tensiones inducidas cuando se trabaja en tramos muy largos de una línea, por ejemplo, durante los trabajos de tendido de una nueva línea.

Si no fuera posible ver ninguna de dichas tomas de tierra desde algún lugar de la zona de trabajo, habría que instalar un equipo adicional de puesta a tierra y en cortocircuito que pueda verse desde el lugar en cuestión. No obstante, en este caso podría optarse por un sistema de señalización o identificación que permitiera al trabajador constatar, de manera fiable, que alguna de las puestas a tierra permanece colocada.

Por el contrario, tal como se establece en este real decreto, cuando el trabajo no requiere efectuar ningún corte en los conductores de la línea, se puede instalar un único equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, siempre que su colocación se realice dentro de la zona de trabajo. Dicho equipo debe estar dimensionado para soportar la totalidad de la intensidad de cortocircuito previsible en la instalación, en caso de avería, durante el tiempo que tarden en actuar los dispositivos automáticos de protección. Del mismo modo, la toma de tierra debe tener una resistencia suficientemente baja para garantizar que no se produzcan tensiones de paso o de contacto peligrosas durante el tiempo que tarden en actuar los correspondientes dispositivos de protección.

Por otro lado, cuando el trabajo se realice en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requiere la colocación del cortocircuito entre los conductores activos en la zona de trabajo si se cumplen las condiciones reseñadas anteriormente en B.2.1 a) b) c) del presente anexo II. No obstante, sigue siendo preceptiva la puesta a tierra de dicho conductor y su conexión equipotencial al resto de los elementos metálicos o conductores existentes en la zona de trabajo. Además, en los puntos de desconexión la totalidad de los conductores deben estar puestos a tierra y en cortocircuito (véase la Figura 20).

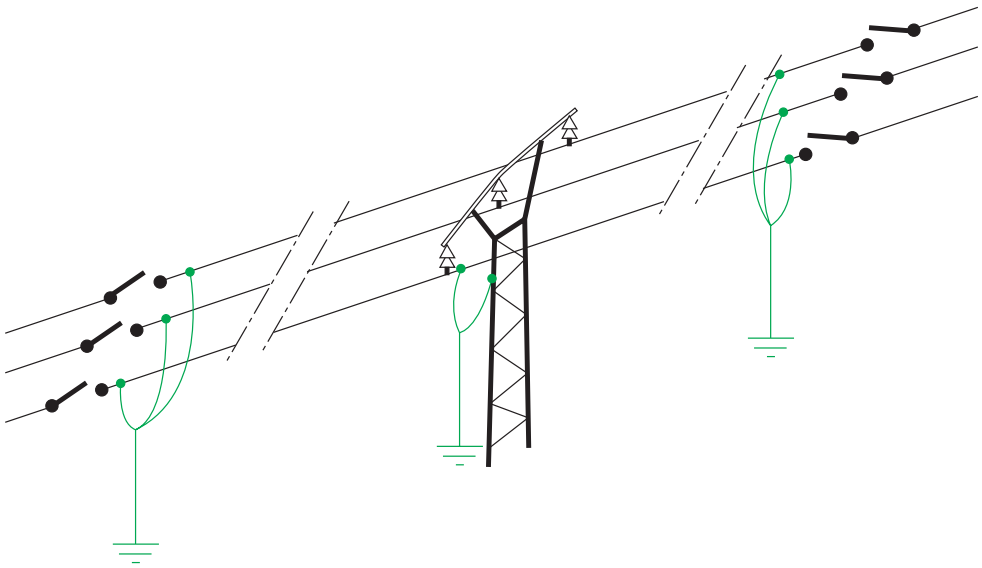


Figura 20. Disposición de las puestas a tierra cuando el trabajo se realiza en un solo conductor.

La condición adicional es que tanto el conductor de puesta a tierra como la zona de trabajo y el trabajador estén fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la instalación. En la práctica, esto suele ser factible en las líneas aéreas de primera categoría, porque en ellas se cuenta con una distancia suficiente entre los conductores.

2. Algunas de las disposiciones anteriores, para líneas aéreas con conductores desnudos, no pueden ser aplicadas a los cables subterráneos u otros cables o conductores de alta tensión. En estos casos, se considera suficiente la colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito en los bornes desnudos de los dispositivos de conexión montados en los extremos de la instalación en la cual se encuentra la zona de trabajo.

B.3 Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía.

Para dejar sin tensión una instalación eléctrica con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica se seguirá el siguiente proceso:

a) Se efectuará y asegurará la separación de las posibles fuentes de tensión mediante su desconexión, ya sea con corte visible o testigos de ausencia de tensión fiables.
b) Se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito, a que se hace referencia en el apartado siguiente cuando incluya un seccionador de tierra y se esperará el tiempo necesario para la descarga.
c) Se efectuará la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores. Cuando entre éstos y el medio de corte existan elementos semiconductores, fusibles o interruptores automáticos, la operación se realizará sobre los bornes de los condensadores.

Como es sabido, la carga eléctrica acumulada en un condensador es directamente proporcional a su capacidad y a la tensión de carga, Q = C x U.

Es posible calcular, para cada tensión de trabajo, la capacidad del condensador a partir de la cual se produciría una descarga peligrosa en el cuerpo humano. No obstante, en la práctica hay que descargar cualquier condensador existente en la instalación antes de iniciar los trabajos sin tensión, porque una descarga sobre el cuerpo, aunque no llegue a causar daños de forma directa, puede provocar movimientos incontrolados del trabajador. Para descargar los condensadores es necesario seguir la secuencia indicada:

1º Desconectarlos previamente de cualquier fuente de tensión.
2º Proceder a su descarga.
3º Poner a tierra y en cortocircuito.

Antes de proceder a la descarga de los condensadores es necesario asegurarse de que la desconexión se ha realizado de manera efectiva. Cuando se trate de una batería de condensadores capaz de almacenar una gran cantidad de energía, se recomienda utilizar un descargador con una resistencia apropiada para que la descarga se produzca sin riesgo, es decir, de forma progresiva. Una vez que la descarga haya concluido se puede pasar a la tercera etapa, es decir, efectuar su puesta a tierra y en cortocircuito.

Como se indica en el presente anexo, tanto la operación de descarga de los condensadores como su puesta a tierra y en cortocircuito se deben realizar sobre los propios bornes de los condensadores, o bien en los conductores conectados directamente a ellos, de forma que entre los condensadores y el dispositivo de descarga o el de puesta a tierra y en cortocircuito no medien elementos semiconductores (diodos rectificadores, etc.), fusibles o interruptores automáticos. Esto es debido a que la descarga de los condensadores a través de tales dispositivos podría dañarlos y, en todo caso, no se podría garantizar que se hubiera conseguido descargar los condensadores.

Sin embargo, es admisible el empleo de un seccionador de tierra en caso de estar dispuesto para este fin. Con un seccionador de este tipo se puede realizar la desconexión de la batería de condensadores seguida de su puesta a tierra y en cortocircuito.

Durante las mencionadas operaciones, el trabajador debe utilizar los equipos de protección colectiva e individual necesarios que protejan al trabajador frente a los riesgos evaluados.

B.4 Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

1. Para trabajar sin tensión en un transformador de potencia o de tensión se dejarán sin tensión todos los circuitos del primario y todos los circuitos del secundario. Si las características de los medios de corte lo permiten, se efectuará primero la separación de los circuitos de menor tensión. Para la reposición de la tensión se procederá inversamente.

   Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión el primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

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

   a) Que la máquina está completamente parada.
   b) Que están desconectadas las alimentaciones.
   c) Que los bornes están en cortocircuito y a tierra.
   d) Que la protección contra incendios está bloqueada.
   e) Que la atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable.

1. El trabajo en los transformadores de tensión o de potencia, sin tensión, requiere desconectar los circuitos primario y secundario, empezando, si es posible, por el circuito de menor tensión. El procedimiento para dejar sin tensión cada uno de dichos circuitos es el mismo que el descrito anteriormente para cualquier instalación, incluyendo las verificaciones de ausencia de tensión y la colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito en todos los puntos de desconexión.

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

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

2. En alta tensión, la prevención de los principales riesgos derivados de las operaciones de mantenimiento o reparación de motores y generadores eléctricos exige efectuar las comprobaciones a las que se refiere el presente anexo. Estos riesgos pueden ser de tipo eléctrico, mecánico, de incendio y explosión y de intoxicación.

   En relación con la prevención de los riesgos eléctricos, es necesario garantizar previamente la desconexión de las fuentes de alimentación y, tras asegurarse de que el motor o generador están completamente parados, proceder a la colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito de sus bornes. Para garantizar que la máquina se mantenga parada es recomendable el empleo de un sistema de bloqueo mecánico (por ejemplo, el bloqueo del rotor de la máquina).

   Para suprimir la tensión en un motor o generador donde se va a realizar un trabajo sin tensión (por ejemplo, cuando deba realizarse alguna manipulación en su interior) se puede seguir el mismo procedimiento general descrito para suprimir la tensión

de una instalación, añadiendo las siguientes precauciones:

- En el caso de los generadores, desconectar también su circuito de excitación.
- Instalar una puesta a tierra y en cortocircuito entre los propios bornes de la máquina.

Antes de iniciar el trabajo en la máquina (ya se trate de un generador o de un motor) resulta sumamente importante asegurar la desconexión de las fuentes de alimentación mediante un sistema de enclavamiento. De forma complementaria, se recomienda la colocación de señales de advertencia o prohibición de maniobrar dichos dispositivos.

En algunos generadores diseñados para ello es posible el cambio de "escobillas" con la máquina en funcionamiento, en tal caso se deberían adoptar las precauciones correspondientes a un trabajo en tensión para la ejecución de estas operaciones.

ANEXO III
Trabajos en tensión

A. Disposiciones generales

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las "bocas de hombre" de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

Es recomendable que la formación y el entrenamiento sean objeto de cursos y prácticas periódicas de reciclaje; por ejemplo, una vez al año para trabajos en alta tensión. Además, conviene prever una formación y entrenamiento adicionales en los casos siguientes:

- cuando se vayan a utilizar nuevas técnicas o procedimientos de trabajo;
- cuando se vayan a utilizar procedimientos que se realizan muy esporádicamente, por ejemplo, menos de una vez al año.

Dentro de la formación y entrenamiento de los trabajadores especializados en los trabajos en tensión se debería hacer especial énfasis en las habilidades para determinar las distancias seguras de trabajo en función de la instalación eléctrica y el procedimiento de trabajo, así como en la correcta aplicación de las técnicas y procedimientos específicos y en el uso apropiado de los equipos de protección individual, las herramientas y los equipos de trabajo.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
c) Las pértigas aislantes
d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres **métodos de trabajo** en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

a) Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

b) Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
c) Método de trabajo en contacto empleando equipos de protección individual adecuados, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos verificados y aprobados. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente anexo.

a) Método de trabajo a potencial

Este método requiere que el trabajador manipule directamente los conductores o elementos en tensión, para lo cual es necesario que se ponga al mismo potencial del elemento de la instalación donde trabaja. En estas condiciones, debe estar asegurado su aislamiento respecto a tierra y a las otras fases de la instalación mediante elementos aislantes adecuados a las diferencias de potencial existentes.

Este método de trabajo requiere para su ejecución una alta especialización y contar con los medios adecuados y el concurso de trabajadores especialmente entrenados.

Precauciones requeridas:

El aislamiento del trabajador respecto a tierra (y respecto a las otras fases) es un aspecto esencial de este método de trabajo. Los elementos que sostienen al trabajador (escalas aislantes, dispositivos elevadores, etc.) deben proporcionar un aislamiento adecuado al nivel de la tensión existente.

Antes de comenzar el trabajo se comprobará la corriente de fuga que circula por el elemento del que depende el aislamiento del trabajador. En caso de que este aislamiento pueda variar debido a las condiciones ambientales (condensaciones por humedad del ambiente, contaminación del aire, etc.) se recomienda controlar la corriente de fuga durante la ejecución del trabajo. Esto puede lograrse mediante un microamperímetro vigilado por un trabajador o mediante la instalación de un dispositivo automático de alarma. El criterio de seguridad comúnmente admitido es que la citada corriente de fuga se mantenga por debajo de un microamperio por cada kilovoltio nominal de la instalación. Por ejemplo: si la tensión nominal es de: 220 kilovoltios, la intensidad de fuga admisible sería de 220 microamperios.

Durante el acceso del trabajador hasta el elemento en tensión, por ejemplo, izado mediante un dispositivo elevador con brazo aislante o subiendo por sí mismo a través de una escala aislante, deben respetarse en todo momento las distancias mínimas de trabajo establecidas en este real decreto (D_{PEL}) (véase la Figura 21).

Durante la ejecución del trabajo también debe cumplirse, en todo momento, dicho requisito, considerando el tamaño de las herramientas y materiales conductores utilizados (véase la Figura 22). En la práctica, para garantizar tales distancias puede ser necesario, según el caso, trabajar con un margen o factor

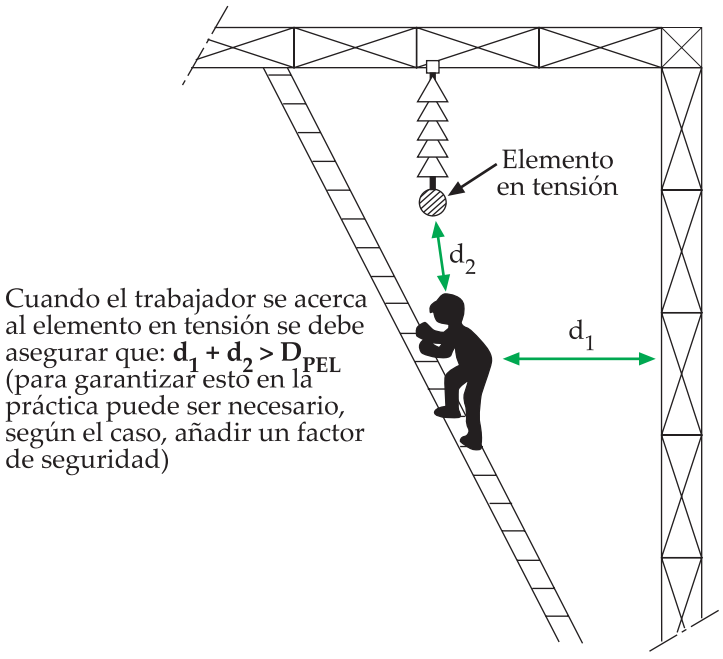


Figura 21. Método de trabajo a potencial: acceso del trabajador hasta el elemento en tensión subiendo por sí mismo a través de una escala aislante.

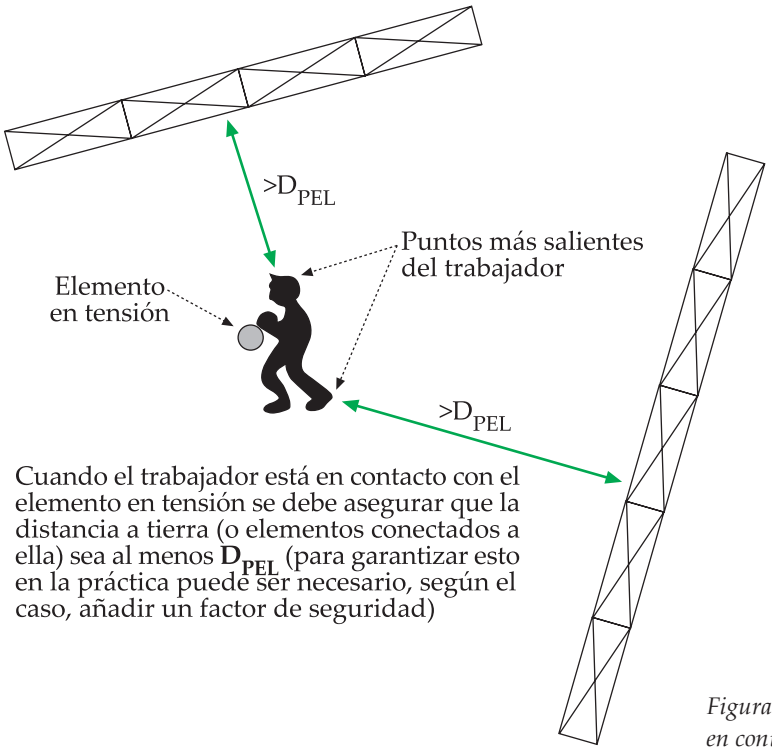


Figura 22. Método de trabajo a potencial: trabajador en contacto con el elemento en tensión.

de seguridad que deberá estudiarse para cada tipo de operación, en función de la evaluación de riesgos.

Los operarios que trabajan con el método "a potencial" deben ir vestidos con ropa externa conductora (pantalón, chaqueta, capucha, guantes, calcetines y calzado). Esta indumentaria constituye un apantallamiento tipo Faraday que impide la penetración del campo eléctrico en su cuerpo. En la práctica, se considera necesario tomar dicha medida siempre que la tensión nominal de la instalación sea igual o superior a 66 kV. Para tensiones menores la decisión se basará en el resultado de la evaluación de riesgos.

Antes de que el trabajador toque el elemento en tensión, debe unirse eléctricamente a él con el fin de ponerse al mismo potencial. Esto se realiza mediante la conexión del conductor auxiliar unido por el otro extremo al traje conductor que viste el trabajador. Dicho conductor debe permanecer conectado al elemento en tensión durante todo el tiempo que dure el trabajo.

Los elevadores empleados para el trabajo a potencial deben cumplir lo establecido en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. En el apartado 6 del anexo I, se establecen los requisitos específicos para dichos equipos. Entre otros, se establece que el habitáculo debe estar diseñado y construido de forma qua las personas que se encuentren dentro del mismo dispongan de órganos de accionamiento de los movimientos de subida y bajada y, en su caso, desplazamiento de dicho habitáculo con respecto a la máquina. Dichos órganos deben prevalecer sobre los demás órganos de accionamiento de los mismos movimientos, salvo sobre los dispositivos de parada de emergencia.

En cualquier caso, dichos elevadores deben cumplir también el Real Decreto 1215/1997.

Antes de iniciar la elevación, el vehículo del elevador debe ser puesto a tierra y en conexión equipotencial con el resto de masas metálicas existentes en la zona de trabajo. Así mismo, antes de comenzar el trabajo debería hacerse una comprobación de la corriente de fuga del brazo aislante del elevador y mantener este control en el transcurso de las operaciones cuando el aislamiento pueda variar debido a las condiciones ambientales (condensaciones por humedad, contaminación ambiental, etc). La verificación inicial puede realizarse poniendo la barquilla situada en el extremo del brazo aislante en contacto con una fuente cuya tensión sea igual a la de la instalación donde se vaya a trabajar. La corriente de fuga no debería exceder de un microamperio por cada kilovoltio de tensión nominal de la instalación. En caso contrario, el trabajo debería ser suspendido.

Las distancias mínimas de trabajo especificadas en el anexo I (D_{PEL}) deben ser respetadas respecto a todos los elementos metálicos puestos a tierra.

Durante el desarrollo de estos trabajos, no se debe entregar al operario que permanece a potencial ningún material, desde los apoyos o desde el suelo, sin las debidas condiciones de aislamiento.

Por otra parte, hay que garantizar que los dispositivos utilizados para la elevación del trabajador estén libres de balanceos u oscilaciones, con el fin de controlar en

todo momento las distancias de aproximación y proporcionar al operario un apoyo seguro y estable durante la ejecución del trabajo.

b) Método de trabajo a distancia

En este método, el trabajador permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo, bien en los apoyos de una línea aérea, bien en cualquier otra estructura o plataforma. El trabajo se realiza mediante herramientas acopladas al extremo de pértigas aislantes. Las pértigas suelen estar formadas por tubos de fibra de vidrio con resinas epoxi, y las herramientas que se acoplan a sus extremos deben estar diseñadas específicamente para realizar este tipo de trabajos.

Antes de iniciar el trabajo es preciso revisar el buen estado de las herramientas de las pértigas aislantes. Dichos elementos deben ser verificados periódicamente mediante los oportunos ensayos, de acuerdo con la información dada por el fabricante.

Para llevar a cabo el trabajo mediante este método se pueden utilizar diferentes clases de protectores aislantes, destinados al recubrimiento de conductores, herrajes, aisladores y otros elementos de la instalación. Estos protectores aislantes deben ser seleccionados entre los fabricados especialmente para este fin conforme a las normas que les sean de aplicación y su aislamiento debe estar dimensionado para soportar con garantías de seguridad las tensiones de la instalación (véase más adelante el cuadro 7, que recoge una relación no exhaustiva de normas técnicas de aplicación).

El método de trabajo a distancia requiere planificar cuidadosamente el procedimiento de trabajo, de manera que en la secuencia de ejecución se mantengan en todo momento las distancias mínimas de aproximación establecidas en el anexo I de este real decreto (D_{PEL}) en las condiciones más desfavorables (véase la Figura 23). En la práctica, para garantizar estas distancias puede ser necesario trabajar con un margen o factor de seguridad que habrá de establecerse, para cada tipo de trabajo, en función de la evaluación de riesgos.

La distancia D_{PEL} se establece respecto a los conductores desnudos en tensión; por tanto, no se aplica respecto a elementos en tensión protegidos mediante pantallas o envolventes que los hagan inaccesibles al trabajador, impidiendo cualquier contacto o arco eléctrico con el mismo.

En el caso de que los trabajos no se realicen desde el suelo, los elementos de apoyo y sujeción del trabajador, tales como plataformas, trepadores para apoyos y cinturones o arneses de seguridad, deben garantizar un apoyo seguro y estable al trabajador, de manera que se puedan controlar con precisión las distancias de aproximación.

Método de trabajo a distancia.
Equipos de protección individual a considerar

- Casco de seguridad aislante con barboquejo.
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico.
- Arnés o cinturón de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

De forma complementaria, los trabajadores utilizarán:

- Ropa de trabajo adecuada y diseñada para el riesgo de arco eléctrico.
- Calzado de trabajo.

Para la correcta selección de los equipos de protección individual requeridos para los trabajos mediante el método de trabajo a distancia se recomienda la lectura de las indicaciones correspondientes al apartado 3 del anexo III del real decreto.

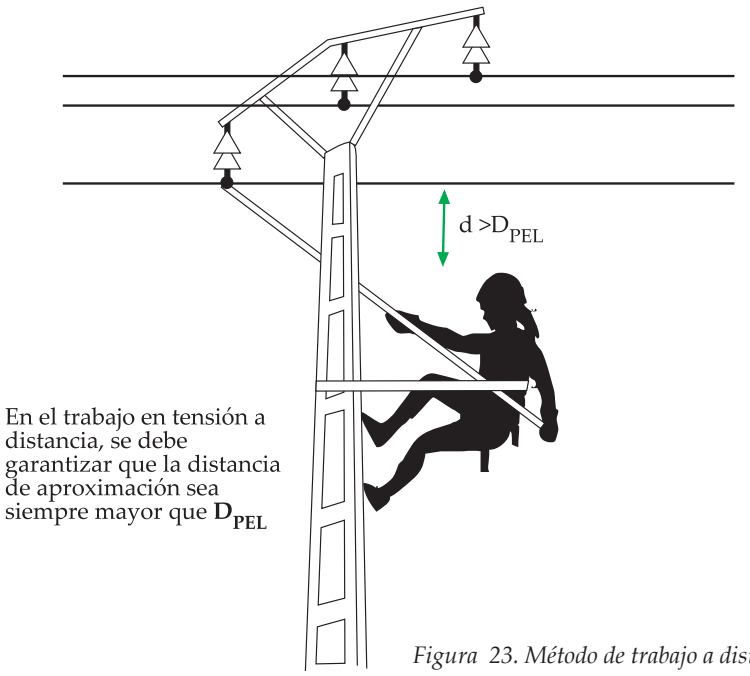


Figura 23. Método de trabajo a distancia.

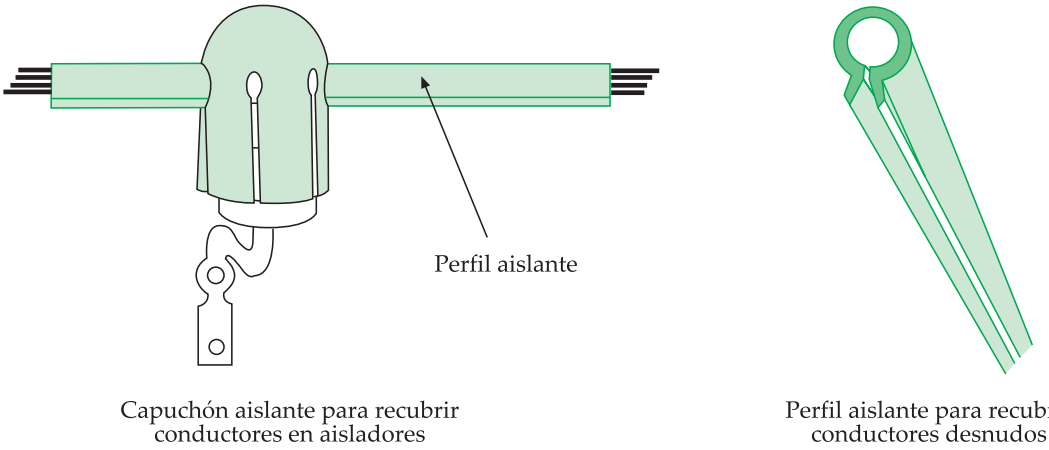


Figura 24. Elementos aislantes para trabajos por el método en contacto.

c) Método de trabajo en contacto

Este método, que requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión. Para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado, conforme con las normas técnicas que les sean de aplicación (véase más adelante el cuadro 7, que recoge una relación no exhaustiva de normas técnicas de aplicación).

En el método de trabajo en contacto las protecciones aislantes cumplen la misma función que en el método de trabajo a distancia: recubrimiento de conductores y elementos activos, herrajes, aparatos, etc., con los cuales pueda entrar en contacto de forma accidental el trabajador que los realiza.

Cuando el trabajo se lleve a cabo en instalaciones de baja tensión, las principales precauciones que deberán ser adoptadas son las siguientes:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, así mismo. aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores, y diseñada para el riesgo de arco eléctrico.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.) (véase la Figura 24).

Cuando el trabajo se realice en instalaciones de alta tensión, las principales precauciones que deberán ser adoptadas son las siguientes:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados a la tensión nominal de la instalación y, si es preciso, usar manguitos aislantes para los brazos.
- Realizar el trabajo sobre un soporte aislante (plataforma, barquilla, etc.) que asegure el aislamiento del trabajador respecto a tierra y proporcione un apoyo seguro y estable.
- Mantener la distancia de seguridad DPEL respecto a otros puntos de diferente potencial que no se encuentren apantallados o protegidos.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores, y diseñada para el riesgo de arco eléctrico.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante accesorios aislantes (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).

Método de trabajo en contacto. Equipos de protección individual a considerar
• Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. • Guantes de protección contra riesgos mecánicos. • Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico. • Casco aislante con barboquejo.
De forma complementaria, los trabajadores utilizarán: • Ropa de trabajo adecuada y diseñada para el riesgo de arco eléctrico. • Calzado de seguridad.

Para la correcta selección de los equipos de protección individual requeridos para los trabajos mediante el método de trabajo en contacto se recomienda la lectura de las indicaciones correspondientes al apartado 3 del anexo III del real decreto.

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión).
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.).
- Los requisitos de mantenimiento y conservación.
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad.

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Así mismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, la utilización, almacenamiento, mantenimiento, limpieza, desinfección cuando proceda y reparación de los equipos de protección individual deberá efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Información complementaria al respecto puede encontrarse en los comentarios al artículo 7 de la Guía Técnica para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, publicada por en INSST.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del Real Decreto 1215/1997.

Normas técnicas aplicables a diversos equipos de trabajo
Útiles aislantes y aislados
• UNE-EN 60900 Trabajos en tensión. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua. • UNE-EN 60832-1 Trabajos en tensión. Pértigas aislantes y dispositivos adaptables. Parte 1: Pértigas aislantes. • UNE-EN 60832-2 Trabajos en tensión. Pértigas aislantes y dispositivos adaptables. Parte 2: Dispositivos aislantes. • UNE-EN 61243-3 Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 3: Tipo bipolar para baja tensión. • UNE-EN 61236 Trabajos en tensión. Asientos, abrazaderas de pértigas y sus accesorios. • UNE-EN 60855 Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión. • UNE-EN 60855-1 Trabajos en tensión. Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas. Parte 1: Tubos y barras macizas de sección circular. • UNE-EN 61235 Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
Dispositivos aislantes
• UNE 204001 Banquetas aislantes para trabajos eléctricos. • UNE-EN 61478 Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante. • UNE-EN 61111 Trabajos en tensión. Alfombras eléctricas aislantes. • UNE-EN 61112 Trabajos en tensión. Mantas eléctricas aislantes. • UNE-EN 61057: 1996. CORR: 2006 Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1kV en corriente alterna. • UNE-EN 61057 Trabajos en tensión. Dispositivos aislantes aéreos para el montaje en un chasis.
Accesorios aislantes para el recubrimiento de partes activas
• UNE-EN 61479 Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores. • Serie UNE-EN 60454-3 Cintas adhesivas sensibles a la presión para usos eléctricos. Parte 3. Especificaciones para materiales particulares. • UNE-EN 60674-1 Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos. Parte I. Definiciones y requisitos generales. • UNE-EN 61229 Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de corriente alterna.
Otras normas relacionadas
• UNE-EN 50186-1 Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 kV. Parte 1. Condiciones generales. • UNE-EN 60743 Trabajos en tensión. Terminología para las herramientas, equipos y dispositivos.

Cuadro 7. Normas técnicas aplicables a diversos equipos de trabajo.

Normativa aplicable a los equipos de protección individual

Los equipos de protección individual deben cumplir un doble marco normativo:

1. Normas desde la óptica de la seguridad y salud en el trabajo mediante el cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (obligaciones del empresario y del trabajador).
2. Normas de seguridad del producto mediante el cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo. Esta normativa establece los requisitos a cumplir por los equipos de protección individual desde su diseño y fabricación hasta su comercialización, con el fin de garantizar la seguridad y salud de los usuarios (obligaciones del fabricante).

El Real Decreto 773/1997 establece las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores. El INSST ha editado la "Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual", destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho real decreto.

En el Reglamento (UE) 2016/425/CEE se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como los requisitos esenciales de seguridad y salud que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios. En el Apéndice II de la anteriormente mencionada Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual se puede encontrar información detallada respecto a los requisitos técnicos de cumplimiento de este real decreto.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención, adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

Equipos de protección individual frente al riesgo eléctrico: selección y uso

Teniendo en cuenta los riesgos originados por la energía eléctrica durante la realización de maniobras o trabajos en instalaciones eléctricas o en su proximidad, a la hora de seleccionar el tipo, nivel de protección y características adecuadas de los equipos de protección individual se puede necesitar conjugar:

- Aspectos dieléctricos: evitar el paso de corriente eléctrica por el cuerpo del trabajador.
- Aspectos térmicos: evitar que el aumento de temperatura y energía calorífica incidente sobre el trabajador le produzcan quemaduras.
- Aspectos disipativos: evitar que la acumulación de carga eléctrica en el trabajador pueda activar una atmósfera explosiva.
- Otros aspectos: evitar daños debidos a ondas de choque, gases, radiaciones electromagnéticas u otros fenómenos cuyo origen sea la energía eléctrica.

Será la preceptiva evaluación de riesgos, en base al tipo de procedimiento de trabajo, características y estado del lugar de trabajo y las características del trabajador, la que determinará qué equipo de protección individual o conjunto de ellos son necesarios, así como los niveles de protección que deben ofrecer.

En la siguiente Tabla 2, se recogen los equipos de protección individual frente al riesgo eléctrico más comunes, destacándose algunas de las propiedades que facilitan su selección y uso[8]:

[8] Se puede consultar información adicional en el apartado 4.10 del Apéndice 4. de la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.*

<table>
<tr><th colspan="3">I. Equipos de protección individual frente al choque eléctrico[9]</th></tr>
<tr><th>Denominación</th><th>Normas técnicas aplicables</th><th>Protección dieléctrica</th></tr>
<tr><td>Casco aislante de la electricidad[10]</td><td>UNE-EN 50365 Cascos eléctricamente aislantes para su utilización en instalaciones de baja tensión</td><td><table><tr><td rowspan="2">Clase 0</td><td>V_{ca} < 1000 V</td></tr><tr><td>V_{cc} < 1500 V</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Guantes aislantes para trabajos eléctricos[11]</td><td>UNE-EN 60903. Trabajos en tensión. Guantes de material aislante</td><td rowspan="2"><table><tr><th>Clase</th><th>Vca (kV)</th><th>Vcc (kV)</th></tr><tr><td>00</td><td>< 0,5</td><td>< 0,75</td></tr><tr><td>0</td><td>< 1</td><td>< 1,5</td></tr><tr><td>1</td><td>< 7,5</td><td>< 11,25</td></tr><tr><td>2</td><td>< 17</td><td>< 25,5</td></tr><tr><td>3</td><td>< 26,5</td><td>< 39,75</td></tr><tr><td>4</td><td>< 36</td><td>< 54</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Manguitos aislantes</td><td>UNE-EN 60984. Manguitos de material aislante para trabajos en tensión</td></tr>
<tr><td>Ropa aislante de la electricidad</td><td>UNE-EN 50286. Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión</td><td><table><tr><td rowspan="2">Clase 00</td><td>V_{ca} < 500 V</td></tr><tr><td>V_{cc} < 750 V</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Calzado y cubrebotas aislantes[12]</td><td>UNE-EN 50321-1. Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes</td><td><table><tr><th>Clase</th><th>Vca (kV)</th><th>Vcc (kV)</th></tr><tr><td>00</td><td>≤ 0,5</td><td>≤ 0,75</td></tr><tr><td>0</td><td>≤ 1</td><td>≤ 1,5</td></tr><tr><td>1</td><td>≤ 7,5</td><td>≤ 11,25</td></tr><tr><td>2</td><td>≤ 17</td><td>≤ 25,5</td></tr><tr><td>3</td><td>≤ 26,5</td><td>-</td></tr><tr><td>4</td><td>≤ 36</td><td>-</td></tr></table></td></tr>
</table>

Tabla 2. Equipos de protección individual frente al choque eléctrico.

II. Equipos de protección individual frente al arco eléctrico		
Denominación	**Normas técnicas aplicables**	**Protección frente a riesgo térmico y otros**
Pantalla facial	UNE-EN 166. Protección individual de los ojos. Especificaciones RfUs 03-024. Protección ocular y facial frente al arco eléctrico. Requisitos adicionales[13]	• Las pantallas faciales son los únicos protectores que ofrecen protección frente a un riesgo derivado de la electricidad incorporando el requisito de protección contra el arco eléctrico en cortocircuito. • Los oculares han de tener una clase ocular de 2-1, 2 o 3-1, 2. • El número "8" es el símbolo del marcado que indica solidez frente al arco eléctrico de cortocircuito. • Clase de protección frente al riesgo térmico generado por un arco eléctrico.
Guantes de protección frente a los riesgos térmicos derivados de un arco eléctrico Ropa de protección frente a los riesgos térmicos derivados del arco eléctrico	UNE-EN 61482-1-2. Trabajos en tensión. Ropa de protección contra los peligros térmicos de un arco eléctrico. Parte 1-2: Métodos de ensayo. Método 2: Determinación de la clase de protección contra el arco de los materiales y la ropa por medio de un arco dirigido y constreñido (caja de ensayo) UNE-EN IEC 61482-1-1. Trabajos en tensión. Ropa de protección contra el riesgo térmico de un arco eléctrico. Parte 1-1: Métodos de ensayo. Método 1: Determinación de la característica del arco (ELIM, ATPV y/o EBT) de materiales y prendas de vestir y de protección mediante un arco abierto	El nivel de protección térmica que ofrece el equipo de protección individual puede ser especificado de dos formas:[14] • Mediante una clase de protección que indica el nivel de energía del arco hasta el que el equipo de protección individual protege: – Clase 1: 1,2 cal/cm² < ECI < 3,2 cal/cm² – Clase 2: 3,2 cal/cm² < ECI < 10,1 cal/cm² • Mediante un valor numérico (expresado en kJ/m² o cal/cm²) que describe el rendimiento protector del equipo ante un arco.

Tabla 3. Equipos de protección individual frente al arco eléctrico.

[9] La ropa conductora (UNE-EN 60895. Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna y ± 600 kV en corriente continua) se considera que forma un grupo independiente de los equipos de protección individual "dieléctricos" ya que su principio de funcionamiento es opuesto a ellos. Presenta una resistencia eléctrica muy baja y, además, se utiliza para el apantallamiento eléctrico del usuario durante los trabajos a potencial con elementos a tensiones muy elevadas.
[10] la evaluación de riesgos determinará la necesidad de que el caso disponga de elementos adicionales (barboquejo, etc.)
[11] Los guantes aislantes de la electricidad que incorporan protección mecánica se denominan "guantes compuestos" y si, además de esta protección mecánica, extienden su protección a parte del brazo (aproximadamente hasta la axila), se denominan "guantes largos compuestos".
[12] Véase el tríptico *"Con paso firme"* (Calzado de protección frente al riesgo eléctrico).
[13] Criterio técnico consensuado a nivel europeo para complementar los requisitos de protección frente al arco eléctrico de las pantallas faciales.
[14] Los parámetros anteriores no son comparables ni transformables uno en otro, de modo que la selección se ha de hacer en base a uno de ellos.

III. Equipos de protección individual disipativos de la carga[15]		
Denominación	**Normas técnicas aplicables**	**Propiedades disipativas**
Guantes antiestáticos	UNE-EN 16350. Guantes de protección. Propiedades electrostáticas	Resistencia vertical: (Rv) < 10^8 Ω
Ropa de protección antiestática[16]	UNE-EN 1149-5. Ropa de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño	• Material homogéneo: Resistencia superficial (Rs) ≤ $2{,}5 \cdot 10^9$ Ω • Material heterogéneo (por ejemplo, tejidos de fibras con alma conductora): – Tiempo de semidisipación de carga ($t_{50\%}$) < 4 s o bien – Factor de protección S > 0,2
Calzado conductor/ antiestático[17 18]	UNE-EN ISO 20345. Equipo de protección individual. Calzado de seguridad UNE-EN ISO 20346. Equipo de protección personal. Calzado de protección UNE-EN ISO 20347. Equipo de protección personal. Calzado de trabajo	Dentro de las características adicionales del calzado de seguridad, trabajo o protección se pueden encontrar, entre otros, dos tipos de calzado: • Calzado conductor: – Límite superior de resistencia: 10^5 Ω – Identificación en el marcado con un símbolo C • Calzado antiestático: – Límite de resistencia> 10^5 y ≤ 10^9 Ω. – Identificación en el marcado con un símbolo A. – Valor de resistencia eléctrica mínima frente al choque eléctrico hasta voltajes de 250 V

Tabla 4. Equipos de protección individual disipativos de la carga.

En la página del INSST: **www.insst.es**, en la sección de Equipos de Protección Individual se pueden encontrar fichas de selección y uso[19] para diferentes tipos de equipos de protección individual, con información sobre la protección frente a riesgos específicos, símbolos de marcado y contenido del folleto informativo. Así mismo, a través de este portal, es posible consultar las normas técnicas armonizadas vigentes que habitualmente se usan para evaluar la conformidad de un equipo con los requisitos esenciales del Reglamento (UE) 2016/425.

4. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

Con respecto a la iluminación de la zona de trabajo, es necesario garantizar un nivel adecuado para reducir la posibilidad de que los trabajadores cometan errores debidos a una deficiente apreciación de la tarea visual. Cuando los trabajos se lleven a cabo al aire libre, su ejecución debe tener en cuenta la posición de los trabajadores con respecto al sol con el fin de evitar deslumbramientos. En caso de no contar con suficiente luz natural, deberán disponerse sistemas de iluminación artificial, por ejemplo, proyectores u otros sistemas colocados de manera que no produzcan deslumbramientos al trabajador. El nivel de iluminación necesario dependerá del tipo de tarea realizada (su grado de minuciosidad).

En general, las condiciones de iluminación (nivel de iluminación y otros requisitos) deben atenerse a lo establecido en el anexo IV del Real Decreto 486/1997. El INSST ha editado la "Guía técnica sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo", donde se desarrollan los aspectos técnicos de dicho real decreto, entre los que se encuentran los referidos a las condiciones de iluminación.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Como se indica en el presente anexo, cuando exista la posibilidad de que otras personas distintas a las autorizadas penetren en la zona de trabajo y puedan acceder a elementos en tensión, esta zona debe ser

[15] Para más información sobre EPI disipativos en zonas con riesgo de explosión véase:
– NTP 1138. Equipos de protección individual disipativos en zonas con riesgo de explosión (I): criterios generales de selección.
– NTP 1139. Equipos de protección individual disipativos en zonas con riesgo de explosión (II): selección, uso y mantenimiento.
[16] Véase la NTP 887. Calzado y ropa de protección "antiestáticos".
[17] Véase la NTP 887. Calzado y ropa de protección "antiestáticos".
[18] Véase el tríptico "Con paso firme" (Calzado de protección frente al riesgo eléctrico).
[19] Se puede destacar entre ellas, por la importancia y uso generalizado de estos equipos de protección individual en los trabajos eléctricos, la ficha de selección y uso de guantes aislantes de la electricidad y la del calzado eléctrico.

adecuadamente delimitada y/o señalizada. A este fin, se pueden utilizar bandas o cadenas aislantes que delimiten y, al mismo tiempo, señalicen el contorno de la zona donde se realizan los trabajos. También se deberían colocar señales de peligro de riesgo eléctrico y la prohibición de acceder a la zona.

Como ya se ha descrito en los comentarios al anexo II, dicha señalización, así como las características de las señales utilizadas, deben atenerse a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997.

6. Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.

Cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables no se deben efectuar trabajos en tensión al aire libre, cualquiera que sea el método utilizado. Las tormentas pueden originar descargas eléctricas en los conductores con el consiguiente riesgo de sobretensión en la instalación; la lluvia y otras precipitaciones (nieve, granizo, llovizna, rocío o escarcha) pueden reducir drásticamente el aislamiento de los equipos utilizados; el viento puede dificultar el control de las distancias de seguridad y afectar a la estabilidad de los trabajadores y de los equipos de trabajo.

En caso de tormenta, las descargas por rayo en una línea aérea pueden originar sobretensiones que afectan a las instalaciones interiores directamente conectadas a ella. Por esta razón, tampoco se permite realizar trabajos en instalaciones interiores cuando se dan tales circunstancias.

El jefe de trabajo o la persona responsable del trabajo deben estar capacitados para identificar las situaciones climatológicas que requieren la interrupción de los trabajos, es decir, deben haber recibido una formación y adiestramiento que les permita evaluar la situación. Una vez tomada la decisión, lo comunicará a los trabajadores a su cargo para que cese la actividad.

El procedimiento de trabajo deberá especificar las situaciones en las que deben interrumpirse los trabajos, el responsable de tomar la decisión y lo que debe hacer cada uno de los trabajadores en tales circunstancias.

ANEXO III
Trabajos en tensión

B. Disposiciones adicionales para trabajos en alta tensión

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

   El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

   a) Las medidas de seguridad que deben adoptarse.
   b) El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
   c) Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

   La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un "procedimiento de ejecución" elaborado por personal competente de la empresa que realiza el trabajo. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adoptarse, el material y los medios de protección que deben ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de trabajo la ejecución de un "trabajo en tensión", la empresa que realice el trabajo debe proporcionar al responsable de la instalación el mencionado "procedimiento de ejecución". A continuación, la empresa que realice el trabajo en tensión recibirá de la empresa en la que se realizará el trabajo la "autorización de trabajo en tensión" en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

AUTORIZACIÓN DE TRABAJO EN ALTA TENSIÓN

El Responsable de la Instalación, D./Dª.....

Autoriza al jefe de trabajo, D./Dª.....

a efectuar "trabajos en tensión" en la instalación siguiente:

.....

.....

Tipo de trabajo que ha de realizar

.....

.....

Método de trabajo (a potencial, a distancia o en contacto)

.....

Régimen especial de la instalación

.....

Tipo de comunicación con la zona de trabajo

.....

Observaciones complementarias

.....

Periodo de validez de la autorización

.....

El responsable de la instalación	El jefe de trabajo
Firma	Firma

Ejemplo de autorización de un trabajo en tensión

El jefe de trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el jefe de trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado "procedimiento de ejecución" previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el jefe de trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para garantizar que se realiza de acuerdo con el citado "procedimiento de ejecución". En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y/o delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión. También deberá asegurarse de que ningún trabajador se coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros. Cualquier indisposición deberá ser puesta de inmediato en conocimiento del jefe de trabajo.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

ANEXO III
Trabajos en tensión

C. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en las partes anteriores de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

C.1. Reposición de fusibles.

a) En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de fusibles la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.
b) En instalaciones de alta tensión, no será necesario cumplir lo dispuesto en la parte B de este anexo cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, utilizando pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomen medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

Las disposiciones adicionales para trabajos en alta tensión de la parte B) de este anexo no son obligatorias para la reposición de fusibles cuando se toman las medidas de seguridad indicadas, es decir:

1º Si se adopta un método de trabajo a distancia, utilizando pértigas aislantes cuyas características se adecuen a la tensión de la instalación y en cuyo extremo se instala el útil diseñado especialmente para ese fin.

2º Si se adoptan las medidas de protección necesarias frente a los efectos de un posible cortocircuito. Estas medidas van encaminadas a evitar las consecuencias de un eventual arco eléctrico y entre ellas se encuentran el empleo de resguardos interpuestos entre los portafusibles y el trabajador y los equipos de protección individual adecuados, como los descritos en los comentarios al anexo IV para la protección frente al arco eléctrico originado al realizar maniobras erróneas en alta tensión.

ANEXO IV
Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

A. Disposiciones generales

1. Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

Entre los distintos trabajos y operaciones contemplados en el presente anexo se distinguen las maniobras de los otros trabajos. Así, a diferencia de lo establecido para la ejecución de los otros trabajos en instalaciones de alta tensión, los cuales sólo pueden ser efectuados por trabajadores cualificados, para realizar las maniobras locales, ya sean en baja o alta tensión, basta con ser trabajador autorizado. Esto es así porque las maniobras locales son operaciones relativamente sencillas, que no implican el montaje o desmontaje de ningún elemento de la instalación y que se llevan a cabo accionando aparatos diseñados e incorporados a la instalación con esa finalidad.

Debido a ello, cuando las maniobras locales se realicen en instalaciones que cumplan la reglamentación electrotécnica aplicable, que estén mantenidas en buen estado y se lleven a cabo siguiendo el procedimiento previsto en el manual de operaciones de la instalación, se puede considerar que el riesgo eléctrico está suficientemente controlado. En todo caso, ello deberá ser constatado en la preceptiva evaluación de riesgos laborales.

Así, por ejemplo, en el caso de maniobras locales realizadas en dichas instalaciones, en el transcurso de las cuales el trabajador tenga que situarse dentro de la zona de proximidad pero no necesite penetrar en la zona de peligro D_{PEL}, se podrá considerar que el riesgo de invadir accidentalmente dicha zona está suficientemente controlado si dichas operaciones son realizadas por trabajadores cualificados y se cuenta con la delimitación que permita apreciar visualmente los límites de la zona de peligro en las zonas donde resulte necesario.

Por otra parte, los trabajadores autorizados también pueden realizar mediciones, ensayos o verificaciones en las instalaciones de baja tensión, pero, cuando se trata de instalaciones de alta tensión, dichas tareas están reservadas a los trabajadores cualificados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.

   Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

   a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
   b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
   c) Las pértigas aislantes.
   d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
   e) Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

   En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

4. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

6. Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

En los requisitos generales para la realización de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones existen aspectos comunes a los que se aplican a los trabajos en tensión. En ambos casos, es necesario establecer un procedimiento de trabajo que requiere la definición de la secuencia de operaciones a realizar por los trabajadores involucrados.

De forma análoga, será preciso utilizar una serie de equipos de protección colectiva e individual para trabajos eléctricos, dentro del mismo repertorio que los utilizados para realizar trabajos en tensión o para realizar las maniobras destinadas a suprimir la tensión (véanse los anexos II y III).

Entre las tareas y operaciones a las que se refiere el presente anexo conviene distinguir las maniobras del resto de los trabajos (mediciones, ensayos y verificaciones).

Maniobras

Para cada tipo de maniobra se debería elaborar un procedimiento de trabajo que contemple lo siguiente:

- La secuencia de operaciones a realizar.
- Los equipos auxiliares y los equipos de protección individual requeridos.
- Las comprobaciones previas de dichos equipos.
- Los casos que pueden obligar a suspender la ejecución de la maniobra.

Cuando el trabajador tenga que realizar una maniobra en alta tensión de forma directa sobre el seccionador o interruptor, se deberán emplear los equipos o medidas adecuadas a las características de la instalación en que se maniobra y con la certificación correspondiente, si procede. Entre dichos equipos o medidas se encuentran los siguientes:

- Pértiga aislante dimensionada para la tensión de la instalación.
- Guantes aislantes para alta tensión.
- Banqueta o alfombra aislante.
- Conexión equipotencial entre el mando de accionamiento manual y demás elementos metálicos del entorno accesibles al trabajador.

Además, se deberían emplear equipos de protección individual adicionales entre los que se encuentran los siguientes:

- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico.
- Casco de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad, si procede.

Para la correcta selección de los equipos de protección individual requeridos para la realización de maniobras se recomienda la lectura de las indicaciones correspondientes al apartado 3 del anexo III del real decreto.

Mediciones, ensayos y verificaciones

Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de temperatura, de corrientes de fuga, etc. así como ensayos y verificaciones de aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.

Para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad se debería planificar un procedimiento que garantice su realización de manera segura (por ejemplo: en principio no sería necesario planificar un procedimiento para realizar medidas triviales de tensión o de intensidad en un sencillo circuito eléctrico en baja tensión).

En general, este procedimiento debería incluir, al menos, lo siguiente:

a) Delimitación y señalización de la zona de trabajo.
b) Aspectos relacionados con la puesta a tierra.
c) Forma de utilizar los equipos de pruebas.

a) Delimitación y señalización de la zona de trabajo

Cuando exista la posibilidad de que otras personas o trabajadores ajenos a las operaciones entren en la zona de trabajo, es necesario proceder a su delimitación y señalización. La delimitación puede efectuarse mediante la colocación de vallas o barreras que impidan el acceso a la zona de trabajo o bien utilizando cintas o bandas con colores distintivos en cuyos soportes pueden colocarse señales de peligro y prohibición de acceder a la zona, tal como se ha descrito anteriormente al comentar el anexo II y de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 485/1997.

b) Aspectos relacionados con la puesta a tierra

En los procedimientos de ejecución de las pruebas (mediciones, ensayos y verificaciones) es necesario recoger prácticas seguras para la puesta a tierra de los equipos utilizados en las pruebas. En general, todas las partes conductoras accesibles al trabajador que realiza las operaciones deben ser conectadas a tierra durante el tiempo que dure su ejecución. Así mismo, todos los terminales o bornes puestos a tierra, tanto de los equipos usados para realizar las pruebas como de la instalación que va a ser objeto de ellas, deben ser tratados como elementos en tensión mientras no se compruebe que no lo están.

Antes de instalar la puesta a tierra es necesario aislar la instalación en pruebas desconectándola de toda fuente de alimentación y suprimiendo la tensión, de acuerdo con el procedimiento ya descrito en el anexo II para los trabajos sin tensión. Se debería emplear una conexión de puesta a tierra común para los equipos usados en las pruebas y la parte de la instalación en pruebas.

Así mismo, si las pruebas implican la circulación de intensidades muy altas, se recomienda utilizar un conductor de retorno, con el fin de evitar la aparición de tensiones de paso y de contacto peligrosas. Si el tendido de dicho conductor de retorno presentara grandes dificultades, el procedimiento de trabajo debería garantizar una protección adecuada de los trabajadores frente a dichas tensiones de paso o de contacto, por ejemplo, mediante plataformas o recintos equipotenciales.

En el caso de que se emplee algún vehículo en la zona de pruebas, su chasis debería ser puesto a tierra. La protección contra las tensiones de contacto respecto al vehículo, panel de instrumentos y otras partes conductoras accesibles a los trabajadores puede ser realizada mediante aislamientos adecuados o mediante una conexión equipotencial.

Una vez concluidos los trabajos, antes de levantar las restricciones para el libre acceso a la zona, es preciso suprimir la tensión de la instalación en pruebas y dejar instalado un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito. Por otra parte, en el caso de que la instalación en pruebas posea condensadores de elevada capacidad, antes de instalar la puesta a tierra, los condensadores deberían

ser descargados mediante un descargador que posea una resistencia dimensionada para la energía acumulada en los condensadores. A continuación, se debe aplicar una puesta a tierra y en cortocircuito directamente conectada a los terminales de dichos condensadores cuando la energía almacenada en ellos caiga a un nivel en el que se pueda hacer esto de forma segura (véanse los comentarios al punto B.3 del anexo II de la Guía).

c) Forma de utilizar los equipos de pruebas

Los terminales o elementos accesibles de los equipos de medida y demás instrumentos utilizados para realizar las pruebas deben estar aislados (por ejemplo, con manguitos aislantes) para proteger a los trabajadores de los riesgos derivados de las tensiones que pueden aparecer en los mismos durante dichas pruebas.

En general, se debe evitar tender en la zona de pruebas los cables de los equipos utilizados en ellas, salvo que dichos cables dispongan de un apantallamiento o blindaje metálico (unido en sus extremos a conectores coaxiales apropiados de puesta a tierra), o bien se utilicen otros sistemas que aseguren una protección equivalente.

Por otra parte, en la medida de lo posible, se deberían ordenar todos los cables, de manera que se mantengan separados los de mando, los de fuerza y los de puesta a tierra.

En el caso de que los trabajadores deban permanecer en la zona de pruebas durante la ejecución de estas en tensión, el jefe de trabajo o el responsable de su ejecución deberían vigilar su desarrollo y disponer de un medio que le permita la desconexión inmediata de los circuitos de prueba en caso de emergencia.

Supervisión de las operaciones:

El jefe de trabajo o el responsable de las pruebas deben asegurar el cumplimiento de la secuencia de operaciones de acuerdo con el procedimiento establecido.

Entre otras cosas, debería comprobar:

- Que el dispositivo de desconexión de la alimentación eléctrica para las pruebas está claramente identificado y es fácilmente accionable en caso de emergencia.
- Que las tomas de tierra están claramente identificadas y en buen estado.
- Que los equipos auxiliares y los equipos de protección individual están en buen estado y se utilizan de forma correcta.
- Que los sistemas de señalización y delimitación están correctamente instalados.

Otras precauciones:

Cuando se realizan pruebas de aislamiento en una instalación, es necesario tener en cuenta que puede quedar cargada a la tensión suministrada por el equipo utilizado en las pruebas, debido a las capacidades existentes entre los conductores y entre estos y tierra. Si bien en la mayoría de los casos esta carga es muy pequeña, debería tomarse la precaución de proceder a su descarga una vez concluidas las operaciones, mediante el procedimiento ya descrito de puesta a tierra y en cortocircuito.

Por otro lado, los trabajadores no deberán entrar en lugares donde existan elementos accesibles en tensión si no se dispone de una iluminación que permita realizar su trabajo de forma segura. Para realizar las pruebas en condiciones de seguridad, es necesario disponer de unos niveles de iluminación en la zona de trabajo acordes con las exigencias visuales de la tarea y libre de deslumbramientos. Para ello, se deben cumplir los requisitos establecidos en el anexo IV del Real Decreto 486/1997. El INSST ha editado la "Guía técnica sobre lugares de trabajo" en la que se desarrollan estos aspectos de dicho real decreto.

Cuando las medidas, ensayos o verificaciones se tengan que realizar al aire libre, el procedimiento de ejecución debería especificar las circunstancias que determinan la suspensión de los trabajos; por ejemplo, en caso de tormenta, viento o lluvia, para no poner en peligro la seguridad de los trabajadores.

En todo caso, de acuerdo con lo establecido en el artículo 4.6 de este real decreto, si durante la realización de las maniobras, mediciones, ensayos o verificaciones tuvieran que ocuparse, o pudieran invadirse accidentalmente, las zonas de peligro de elementos en tensión circundantes, se aplicará lo establecido, según el caso, en los apartados 5 o 7 de dicho artículo (es decir, los requisitos establecidos en el anexo III para trabajos en tensión o los establecidos en el anexo V para los trabajos en proximidad).

ANEXO IV
Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

B. Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de intervención se considerarán complementarias a las indicadas en la parte anterior de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

1. En las maniobras locales con interruptores o seccionadores:

   1ª El método de trabajo empleado debe prever tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas (apertura de seccionadores en carga o cierre de seccionadores en cortocircuito).

   2ª Para la protección frente al riesgo de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no será obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.

Como ya se ha dicho, dentro de las posibles maniobras realizables en las instalaciones eléctricas, las efectuadas mediante aparatos de conexión deben llevarse a cabo teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones de los distintos aparatos; así, para las maniobras locales realizadas mediante interruptores o seccionadores se debe tener en cuenta lo siguiente:

- *Seccionadores:* pueden abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas.
- *Interruptores:* son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, comprendidas circunstancialmente las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio.

Los errores más previsibles en las maniobras realizadas con seccionadores e interruptores se relacionan con dichas limitaciones: apertura o cierre de un seccionador con cargas conectadas y cierre de seccionadores o interruptores con la instalación en cortocircuito.

En estos casos, se producirán arcos eléctricos o explosiones que pueden dar lugar a la emisión de radiaciones intensas, proyección de partículas incandescentes y ondas de choque, a las que podría verse expuesto el trabajador.

Con el fin de prevenir dichos accidentes se pueden adoptar distintas medidas preventivas, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- La instalación de dispositivos automáticos de enclavamiento que impidan la apertura del seccionador con carga.
- La instalación de resguardos entre el aparato de maniobra y el dispositivo de accionamiento manual, de manera que, si se produce el arco o la explosión del aparato, se impida que las proyecciones o la onda de choque afecten al operador.
- La instalación de sistemas de accionamiento a distancia en los interruptores automáticos (o que conlleve la existencia de paredes de separación entre el trabajador y el aparato), lo cual evita todo riesgo para el trabajador.
- En los seccionadores de puesta a tierra y en cortocircuito, la instalación de dispositivos de enclavamiento automático que impidan su accionamiento antes de haber desconectado la fuente de tensión.

Si, a pesar de las medidas propuestas, el lugar desde donde se realiza una maniobra no está totalmente protegido frente a los riesgos derivados del arco eléctrico, explosión o proyección de materiales (por alejamiento o interposición de obstáculos), habrán de emplearse medidas de protección complementarias de las establecidas por la evaluación de riesgos. Para ello, se dará prioridad a los sistemas de protección colectiva y, en su caso, se utilizarán equipos de protección individual adecuados para dichos riesgos.

2. En las mediciones, ensayos y verificaciones:

   1ª En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma.

   2ª Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se tomarán precauciones para asegurar que:

   a) La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
   b) Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
   c) Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

En el caso de que durante las operaciones se precise retirar alguna puesta a tierra, colocada previamente para asegurar la supresión de la tensión, se deben tomar precauciones especiales. Esta eventualidad debe estar prevista en el procedimiento de trabajo, de manera que se adopten las medidas oportunas, por ejemplo: trabajar mediante un método de "trabajo en tensión" durante el período de tiempo que dure la desconexión de la toma de tierra.

De la misma forma, en la planificación del trabajo se tendrán en cuenta las demás eventualidades indicadas en el presente anexo. Hay que asegurar, especialmente, que el aislamiento existente entre los puntos de corte sea capaz de resistir una eventual aplicación simultánea de tensiones: las de servicio, por un lado, y las de ensayo, por otro, dado que la combinación de dichas tensiones podría llegar a someter al dispositivo a una diferencia de potencial mayor de la que está preparado para soportar.

ANEXO V
Trabajos en proximidad

A. Disposiciones generales

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

A.1 Preparación del trabajo.

1. Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

2. De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

   a) El número de elementos en tensión.
   b) Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Cuando se indica que en los trabajos en proximidad el trabajador debe permanecer fuera de la zona de peligro, es decir, la delimitada por la distancia D_{PEL-2} o D_{PEL-1} indicadas en el anexo I de este Real Decreto 614/2001, se debe tener en cuenta lo siguiente:

a) Las herramientas u objetos que porte el trabajador se consideran una prolongación de su cuerpo[20].
b) La distancia que se debe respetar respecto a la zona de peligro es la que exista entre esta y el punto de su cuerpo (u objeto que porte) más cercano a ella (véase la Figura 25).
c) La distancia D_{PEL} debe ser D_{PEL-1} cuando exista riesgo de sobretensión por rayo o D_{PEL-2} si no existe dicho riesgo. En caso de duda debe respetarse la distancia D_{PEL-1}.

En todo caso, como se indica al comienzo de este anexo, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro (D_{PEL}) y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

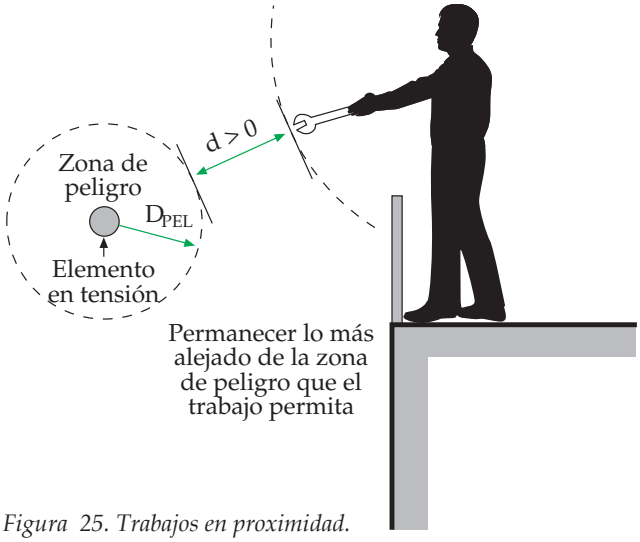


Figura 25. Trabajos en proximidad.

Para los trabajos en proximidad de líneas aéreas y conductores de alta tensión también son aplicables las observaciones realizadas en esta Guía técnica al inicio de

[20] Se deben considerar las características de las herramientas y equipos certificados y diseñados específicamente para proporcionar un aislamiento respecto de los elementos en tensión, teniendo en cuenta especialmente la tensión nominal de los mismos. En todo caso, si se invadiese la zona de peligro, se seguirá lo establecido en el anexo III del real decreto.

la parte B.2 del anexo II, en relación con las señales de peligro o de riesgo eléctrico, previstas en los lugares donde existan las citadas líneas, es decir: la necesidad de tener en cuenta el Real Decreto 223/2008, donde se recomienda la colocación de señales de peligro en todos los apoyos, siendo preceptivo para los de tensión superior a 66 kV y, en general, para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas. El cumplimiento de estas disposiciones facilita que el trabajador advierta con antelación el riesgo existente y pueda adoptar las medidas de prevención adecuadas, de acuerdo con la formación e información recibidas.

En general, antes de comenzar un nuevo trabajo es preciso efectuar la preceptiva evaluación de riesgos. En esta fase previa es donde se podrá identificar el peligro correspondiente a la existencia de elementos en tensión en las inmediaciones del lugar donde se van a iniciar los trabajos; por ejemplo, una línea aérea de alta o de baja tensión. Cuando se haya detectado un peligro de este tipo, el empresario debe encomendar a un trabajador autorizado o cualificado, según se trate de baja o alta tensión, el análisis de la situación, con el fin de saber si se puede realizar el trabajo en la proximidad de la instalación eléctrica en condiciones seguras para los trabajadores, es decir, con garantías de poder realizarlo sin penetrar en la zona de peligro, delimitada por la distancia D_{PEL}, indicada en el anexo I del Real Decreto 614/2001.

La primera medida preventiva que debería plantearse es la de suprimir el riesgo en su origen, es decir, suprimir la tensión en la totalidad de la instalación y, si no es posible, en el mayor número de elementos de la misma. Para suprimir la tensión de la instalación se debe seguir el procedimiento ya descrito en el anexo II del Real Decreto 614/2001.

La segunda medida preventiva que se debe intentar aplicar, para aquellos elementos de la instalación en los que no se pueda suprimir la tensión, consiste en reducir las "zonas de peligro" (véase la definición en el anexo I del Real Decreto 614/2001). Esto puede conseguirse instalando barreras, envolventes o protectores aislantes que impidan materialmente el acercamiento o contacto de los trabajadores con el elemento en tensión. En la medida de lo posible, estos equipos serán elegidos entre los fabricados para esta finalidad conforme con las normas técnicas que les sean de aplicación (véase, por ejemplo, la UNE-EN 61229 Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de corriente alterna).

3. Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

   a) Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
   b) Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

a) Delimitación de la zona de trabajo

La delimitación de la zona de trabajo con respecto a la zona de peligro requiere efectuar un análisis de la situación para el que se requiere conocer, al menos, los siguientes datos:

- La tensión nominal de la instalación.
- Las operaciones que deben ser realizadas en proximidad.
- En cuáles de dichas operaciones se puede delimitar con precisión la zona en la que se van a realizar los trabajos y en cuáles no se puede delimitar con precisión.
- La proximidad máxima prevista en los trabajos con respecto a los elementos en tensión existentes.

Con estos datos se podrán determinar las correspondientes distancias de peligro (D_{PEL-2} o D_{PEL-1}) y de proximidad (D_{PROX-1} o D_{PROX-2}) y delimitar la zona de trabajo con respecto a la zona de peligro (véase la Figura 26), de forma que ningún trabajador pueda sobrepasar los límites de la zona de peligro.

Del mismo modo, se puede delimitar el perímetro de la zona de trabajo en proximidad para que nadie acceda a ella excepto las personas autorizadas. Para efectuar la delimitación se pueden utilizar los mismos criterios y elementos descritos en esta Guía técnica para el anexo II.

b) Información a los trabajadores involucrados

Junto con la citada delimitación resulta esencial proporcionar la información necesaria a los trabajadores implicados en los trabajos en proximidad, de forma que puedan adoptar las precauciones necesarias, especialmente la necesidad de respetar las distancias mínimas de aproximación, así como el riesgo que conlleva la manipulación incontrolada de herramientas o materiales, sobre todo si son de cierta longitud, materiales que deben considerar como prolongación de su cuerpo en relación con las distancias mínimas de aproximación.

Las instrucciones para respetar las citadas distancias mínimas deberían incluir cualquier tipo de material que no haya sido expresamente autorizado, no sólo los

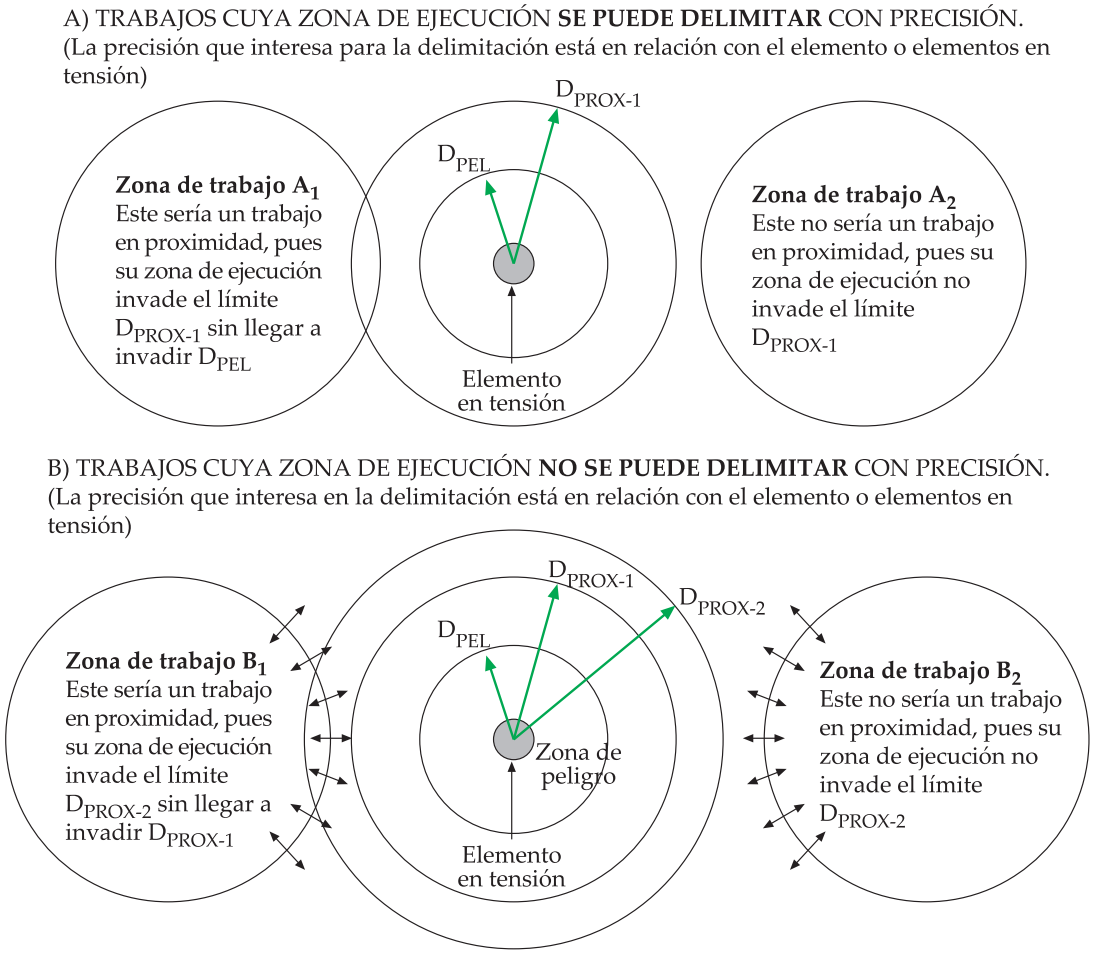


Figura 26. Zonas para trabajos en proximidad.

metálicos, dado que muchas veces no resulta fácil distinguir la naturaleza de algunos elementos (escaleras de madera que llevan cables de acero embutidos en sus largueros, cintas métricas que pueden parecer de material plástico, ramas verdes o madera húmeda, etc.), sobre todo si se trata de instalaciones de alta tensión.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

El alcance de dicha formación debe ajustarse a las necesidades que se pongan de manifiesto como resultado de la preceptiva evaluación de los riesgos en relación con las actividades que realicen los trabajadores. No obstante, en trabajos de carácter móvil (como las pequeñas obras y las reparaciones de albañilería, pintura, fontanería, etc.) los propios trabajadores deberían ser capaces de detectar este tipo de peligros e informar de ellos al empresario para que tome las medidas oportunas antes de iniciar los trabajos. Esto sería también aplicable a los trabajadores de las empresas cuyas actividades habituales conlleven la utilización de máquinas o equipos como los reseñados en la lista no exhaustiva que se incluye más adelante (véanse los comentarios a la parte B del presente anexo V).

La detección de estos peligros no puede dejarse a la libre apreciación o intuición de cada trabajador, dado que si falla este primer eslabón de la cadena preventiva, el trabajador quedará expuesto a los riesgos de accidente eléctrico. Esta es la razón de que sea necesario proporcionar una formación adecuada a todos los trabajadores que realicen actividades en las que puedan presentarse este tipo de peligros, de manera que puedan identificar las situaciones de riesgo y ponerlas en conocimiento del empresario antes de comenzar el trabajo.

Una vez identificado el peligro, el empresario debe poner en marcha la evaluación de riesgos y llevar a cabo las medidas preventivas necesarias, para lo cual puede requerir la intervención de trabajadores autorizados o cualificados, según se trate de baja o de alta tensión.

A.2. Realización del trabajo.

1. Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto en el apartado A.1.2 no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas en el apartado A.1.3, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

2. En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Junto con la delimitación de la zona de trabajo y la formación e información de los trabajadores, es necesario que los trabajos en proximidad sean realizados por "trabajadores autorizados", o bien por trabajadores que tengan permiso para trabajar en la zona (aunque no sean "trabajadores autorizados" en el sentido de la definición dada en el anexo I del Real Decreto 614/2001). En este último caso, los trabajadores deben realizar su trabajo bajo la vigilancia de un "trabajador autorizado".

Uno de los principales cometidos de dicho "trabajador autorizado" consistirá en vigilar los movimientos efectuados por los trabajadores y los equipos en relación con los elementos en tensión, de manera que pueda anticipar situaciones de peligro y advertir de inmediato al trabajador antes de que este pueda invadir una zona de peligro.

Hay que tener en cuenta que esta vigilancia no será exigible si la instalación es de baja tensión o cuando se pueda garantizar que los trabajos se van a realizar en todo momento fuera de la zona de proximidad.

Para planificar los trabajos en proximidad de elementos en tensión se puede seguir la secuencia indicada en la Figura 27.

B. Disposiciones particulares

B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

1. El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

   Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

2. La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

3. El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

El acceso a los recintos de servicio eléctrico está reservado a los trabajadores autorizados (o cualificados). Para el resto del personal el acceso sólo está permitido si se cumple una doble condición:

- Que hayan recibido la información previa sobre los riesgos existentes y las precauciones que es preciso adoptar antes y durante el acceso.
- Que estén permanentemente bajo la vigilancia de algún trabajador autorizado (o cualificado).

En lo que concierne a la señalización de las puertas de acceso a los citados recintos, deben utilizarse las señales normalizadas, de acuerdo con el Real Decreto 485/1997. Esta señalización debería colocarse de manera que siga siendo efectiva cuando la puerta del re-

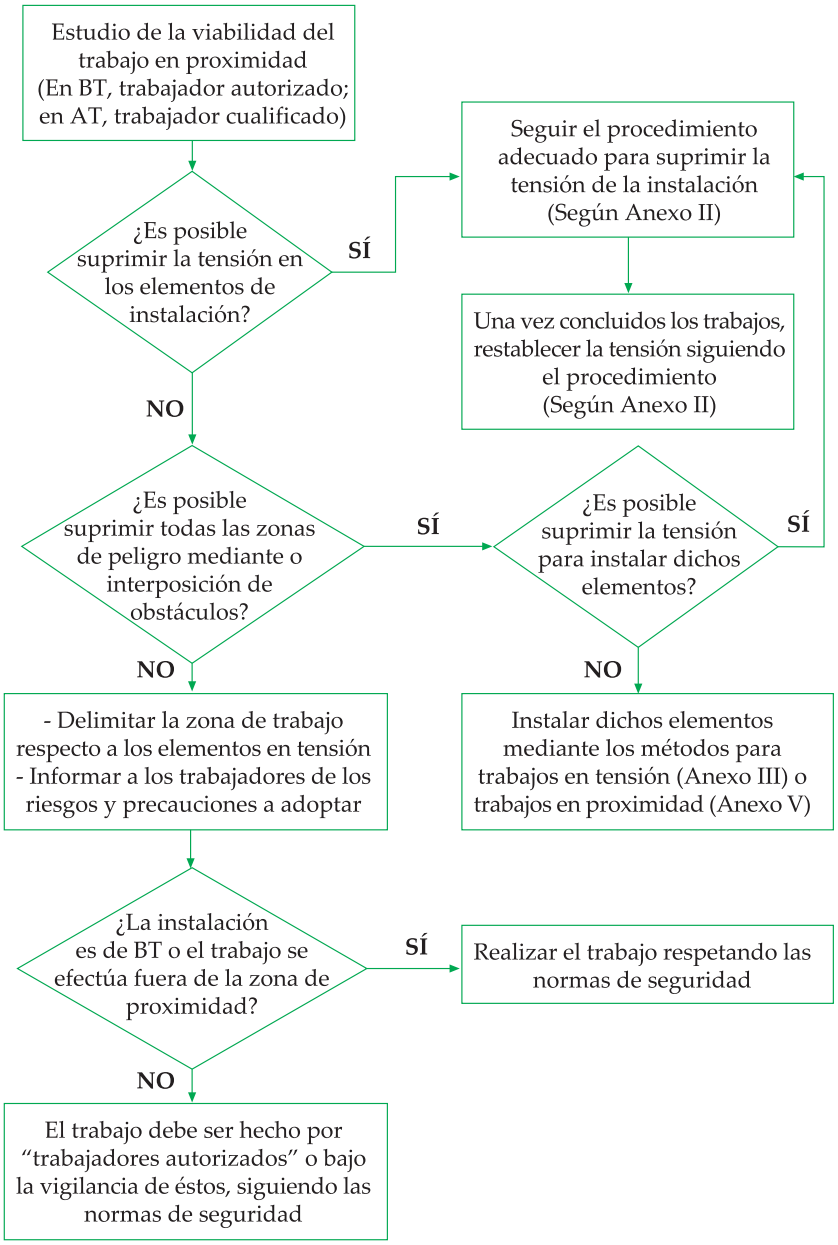


Figura 27. Planificación de los trabajos en proximidad.

cinto esté abierta (cuando en su interior permanezca algún trabajador autorizado). A estos efectos, se pueden colocar señales complementarias que permanezcan visibles para las personas que pudieran acceder al recinto.

Estando la instalación en servicio, ninguna persona que no sea un trabajador autorizado (o cualificado) debe abrir, bajo ningún concepto, los envolventes de material eléctrico, tanto en instalaciones de alta tensión como en las de baja tensión y, en el caso de los trabajadores autorizados, sólo podrán hacerlo con el permiso del titular de la instalación. Este puede ser el caso de las cajas generales de protección para acometidas, las que contienen embarrados de distribución en instalaciones de baja tensión, los armarios donde se alojan elementos eléctricos en tensión, los pupitres de mando, etc.

No se podrían considerar incluidos en esta prohibición las prolongaciones de los armarios o cajas destinadas exclusivamente a proteger contra los impactos o las inclemencias meteorológicas los interruptores y tomas de corriente que ya disponen de las envolventes adecuadas de protección, por ejemplo, los empleados en las obras de construcción.

Siempre que sea posible, se recomienda el empleo de dispositivos de enclavamiento que impidan la apertura de las envolventes o resguardos mientras la instalación permanezca en tensión. Estos dispositivos de enclavamiento no deberían ser manipulados nunca, salvo por trabajadores cualificados por motivos debidamente justificados. En el apartado 6.2.2 de la norma UNE-EN 60204-1: 2007 se indican las condiciones bajo las cuales se puede realizar la apertura de la envolvente del equipo eléctrico de las máquinas.

B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

1. Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.

2. Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

3. Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

a) Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
b) Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

El riesgo de accidente eléctrico en los trabajos realizados en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión puede aumentar considerablemente cuando se manipulan elementos de gran longitud, como perfiles o tubos metálicos, o se utilizan equipos de trabajo como escaleras, grúas y vehículos con brazos articulados o prolongaciones de longitud suficiente para entrar en zonas de peligro o en contacto con líneas eléctricas aéreas en las que, habitualmente, el sistema de protección general está confiado a la distancia a la que se sitúan los conductores respecto al suelo, edificaciones, etc., de acuerdo con lo establecido en los reglamentos electrotécnicos[21].

A este respecto, algunos de los equipos y materiales que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión son los que aparecen en la Tabla 5.

Lista no exhaustiva de elementos que pueden aumentar el riesgo de accidente en los trabajos en proximidad de líneas aéreas	
• Máquinas y vehículos: – Grúas torre. – Grúas móviles. – Palas excavadoras. – Camiones con volquete, polipastos o similares. – Plataformas elevadoras móviles de personal (en adelante, PEMP). – Brazos hidráulicos elevadores. – Grúas montadas sobre camiones. – Carretillas autopropulsadas de alcance variable.	• Otros equipos de trabajo: – Escaleras extensibles. – Escaleras de mano. – Andamios metálicos. • Materiales: – Tubos y perfiles metálicos. – Cables y alambres. – Árboles, ramas y madera húmeda.
Equipos que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de cables subterráneos	
• Máquinas excavadoras. • Máquinas perforadoras. • Martillos neumáticos.	

Tabla 5. Equipos y materiales que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de cables subterráneos.

[21] Véanse la ITC-LAT 07. Líneas aéreas con conductores desnudos, del Real Decreto 223/2008 y la ITC-BT-06. Redes aéreas para distribución en baja tensión, del REBT.

Como ya se ha indicado anteriormente, antes de dar comienzo una actividad es necesario realizar la preceptiva evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva, que deben integrarse en la organización del propio trabajo. Esta evaluación, previsiblemente, requerirá la inspección de la zona donde se van a realizar los trabajos y, en su caso, la investigación de la posible existencia de cables subterráneos. Con todo ello, se tendrá la información necesaria para saber qué tipo de instalaciones existen en el lugar y la tensión nominal de las mismas, de manera que se puedan planificar las actividades preventivas adecuadas. Las medidas preventivas que deben adoptarse son las indicadas en la parte A de este anexo (cuando no se pueda dejar sin tensión la instalación).

Cuando existen líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación. Este puede presentar cierta complejidad, debido a la necesidad de **analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que pueden entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro**.

Dicho tipo de estudios puede llevarse a cabo empleando planos a escala, suficientemente precisos, de la zona de trabajo y de los equipos y máquinas. El análisis puede ser facilitado mediante el empleo de aplicaciones informáticas de diseño.

Mediante estos u otros procedimientos se podrán **delimitar o restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro en las situaciones más desfavorables** (máximas elevaciones o desplazamientos de las partes móviles), teniendo en cuenta también las máximas oscilaciones de los cables y cargas suspendidas.

En general, en los trabajos en proximidad de líneas aéreas, cuando se trabaje con máquinas o elementos que puedan aumentar el riesgo de accidente (como los citados en la lista anterior) **para garantizar que no se invada la zona de peligro, D_{PEL}, se recomienda no sobrepasar el límite D_{PROX-1}, para los "trabajadores autorizados" (o los que trabajen bajo su vigilancia). En el resto de los casos se recomienda no sobrepasar el límite D_{PROX-2}** (véase la Figura 28).

Además de lo anterior, será necesario incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones impuestas a la utilización de materiales tales como escaleras de mano u objetos metálicos de gran longitud. También deberán tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de cables o alambres que pueden entrar en contacto con elementos en tensión; por ejemplo: cuando pueden caer sobre los conductores de una línea debido a una rotura o por el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo (véanse las figuras 29, 30 y 31). Junto a ello, es esencial la función de vigilancia del "trabajador autorizado", quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

La necesidad de transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro es otra de las situaciones que pueden presentarse. Una forma de prevenir este riesgo es la instalación de pórticos limitadores de altura adecuadamente señalizados (véase la Figura 31).

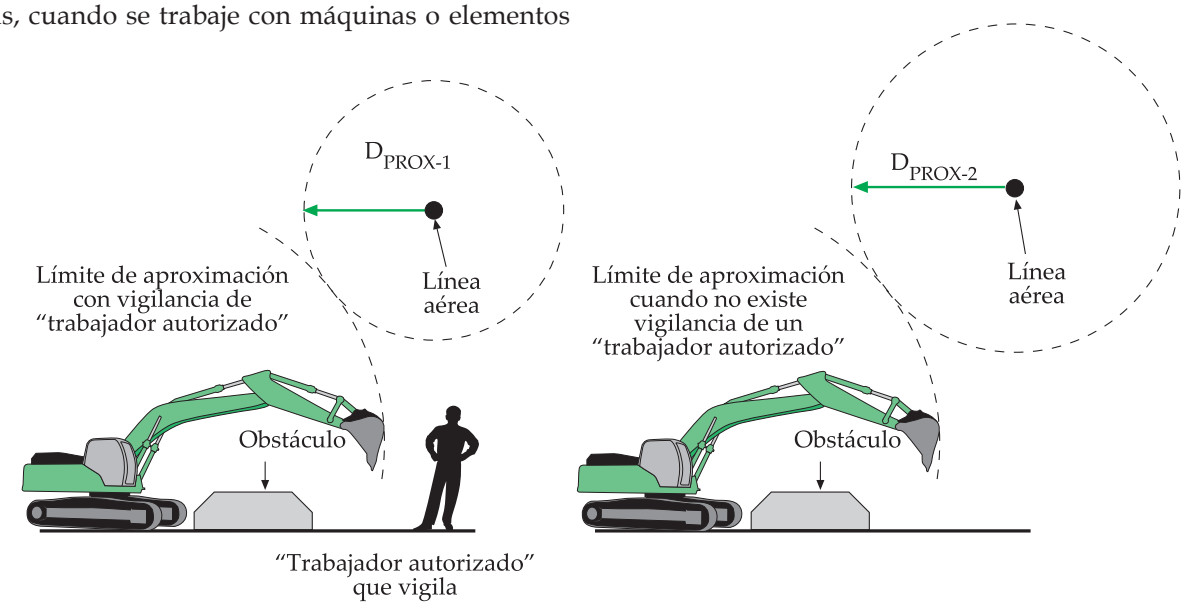


Figura 28. Ejemplo de medidas preventivas en trabajos en proximidad con máquinas.

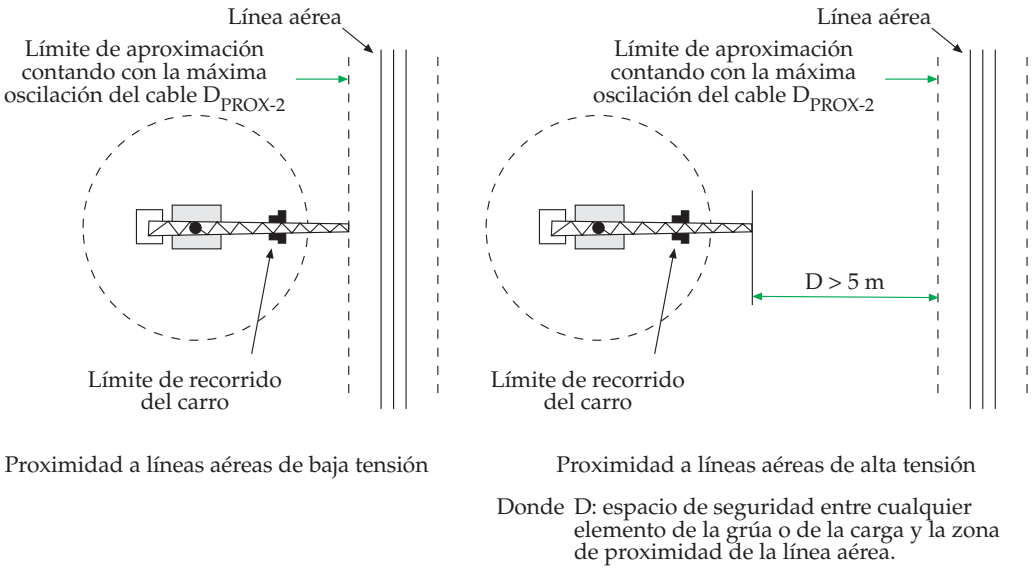


Figura 29. Ejemplos de medidas preventivas en trabajos en proximidad con grúas de pluma[22].

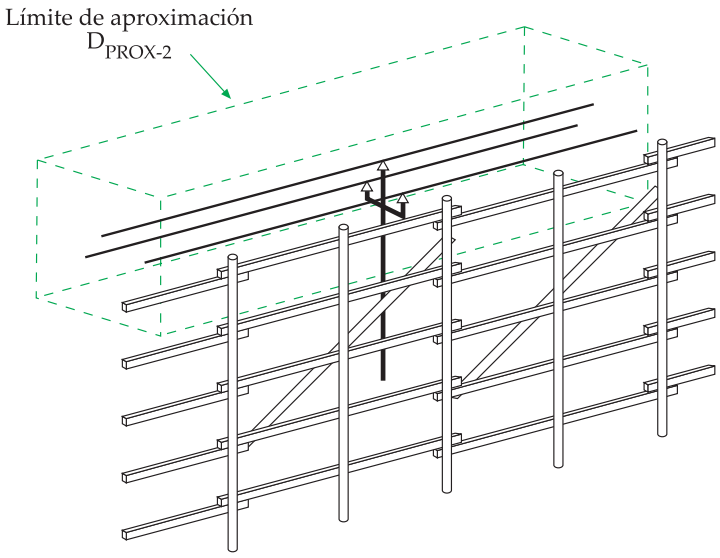


Figura 30. Ejemplo de sistema de protección para trabajos en proximidad de líneas aéreas.

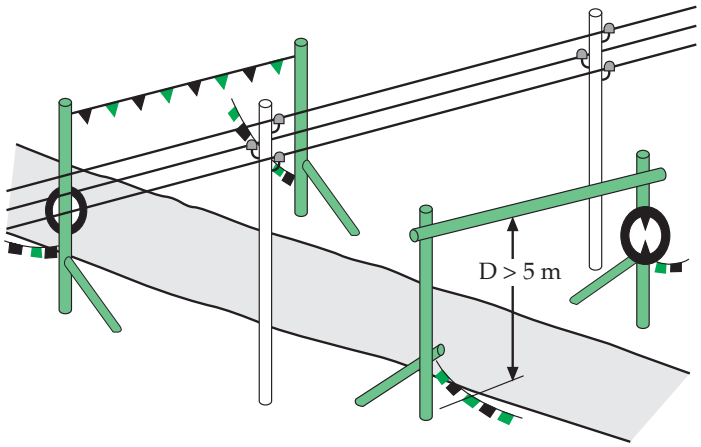


Figura 31. Ejemplo de sistema de protección para trabajos en proximidad de líneas aéreas.

[22] Véanse el Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones; y la norma UNE 58101-2 Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 2: Condiciones de instalación y utilización.

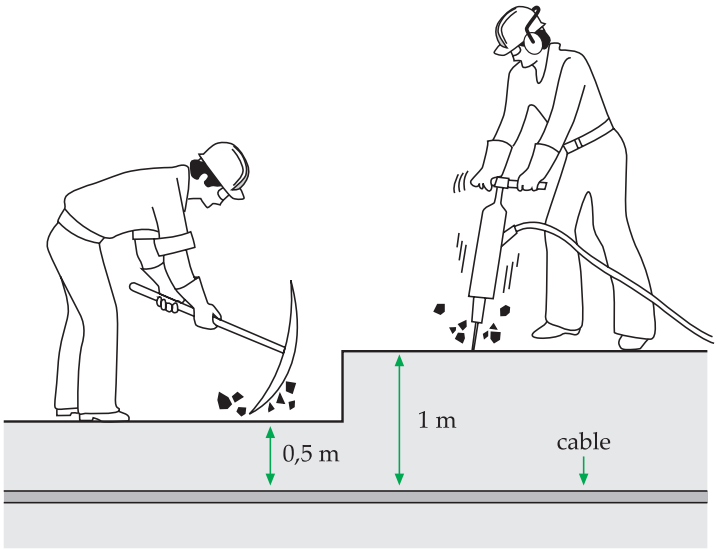


Figura 32. Medidas preventivas para descubrir un cable subterráneo.

Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Finalmente, para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con máquinas excavadoras, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso identificar la existencia y trazado de los mismos (por ejemplo, consultando los archivos municipales y solicitando información a la compañía eléctrica propietaria).

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se recomienda suprimir la tensión antes de iniciar la excavación. Con máquinas excavadoras no es aconsejable llegar a menos de un metro del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5 metros, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforar el cable (véase la Figura 32).

Recomendaciones para el trabajo con grúas en proximidad de líneas eléctricas aéreas
• Cuando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea, manejar la grúa a menor velocidad que la habitual. • Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre este y la grúa. • Señalar rutas seguras cuando las grúas deban circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea. • Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la grúa en la proximidad de una línea eléctrica aérea. • Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea. • Prohibir que se toque la grúa o sus cargas hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse. • Si la grúa lo permite, manejarla con un mando inalámbrico.

Forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la grúa con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones
• El operador de la grúa debe permanecer dentro de la cabina. • Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la grúa y de su carga. • El operador de la grúa debería tratar de separar la grúa moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto. • Si la grúa no puede separarse, el operador debe permanecer dentro de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

ANEXO VI
Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. Electricidad estática

La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicadas en la reglamentación electrotécnica.

A. Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.

1. Los trabajos en instalaciones eléctricas, en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para ello se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona e trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

2. Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente mas graves que los que pueden derivarse del propio incendio.

3. Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

Las instalaciones y equipos eléctricos utilizados en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión deben cumplir los requisitos específicos contenidos en los reglamentos electrotécnicos de alta y de baja tensión (teniendo en cuenta las actualizaciones a las que puedan estar sujetos), especialmente el REBT, en particular la ITC-BT-29. Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión, del citado reglamento; así como diversas prescripciones incluidas en las ITC del Real Decreto 337/2014, véase, por ejemplo, el punto 3.3 de la ITC-RAT 14.

Para las instalaciones eléctricas ya existentes antes de la entrada en vigor del citado REBT, de acuerdo con el campo de aplicación de este, hay que tener en cuenta el anterior REBT (aprobado por Decreto 2413/1973) y disposiciones de desarrollo (Orden Ministerial 31.10.1973 y otras), en particular la ITC MI-BT 026. Prescripciones particulares para instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión, del citado reglamento.

En todo caso, los aparatos empleados en dichos emplazamientos deben satisfacer las disposiciones del Real Decreto 144/2016.

Clasificación de los aparatos.- En el citado Real Decreto 144/2016 se establece la siguiente clasificación para los aparatos, en función de la peligrosidad del emplazamiento donde vayan a ser utilizados:

- **GRUPO I.** Aparatos destinados a trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie, en los que puede haber peligro debido al grisú y/o al polvo combustible.
- **GRUPO II.** Aparatos destinados al uso en otros lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.

Dentro de cada uno de dichos grupos se distinguen las siguientes categorías:

GRUPO I
CATEGORÍA M1 Aparatos diseñados y, si es necesario, equipados con medios de protección especiales, de manera que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un **nivel de protección muy alto**. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que exista peligro debido al grisú y/o a polvos explosivos.
CATEGORÍA M2 Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y basados en un **alto nivel de protección**. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que pueda haber peligro debido al grisú o a polvos combustibles.

GRUPO II
CATEGORÍA 1 Aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un **nivel de protección muy alto**. Los aparatos de esta categoría están previstos para ser utilizados en un medio ambiente en el que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas polvo-aire.
CATEGORÍA 2 Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un **alto nivel de protección**. Los aparatos de esta categoría están destinados a ser utilizados en un ambiente en el que sea probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, nieblas o polvo en suspensión.
CATEGORÍA 3 Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un **nivel normal de protección**. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea poco probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, vapores, nieblas o polvo en suspensión y en que, con toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración.

Indicaciones que deben llevar los aparatos

De acuerdo con el Real Decreto 144/2016 cada aparato y sistema de protección debe presentar, como mínimo, de forma indeleble y legible, las siguientes indicaciones:

Indicaciones de los aparatos y sistemas de protección
• El nombre, el nombre comercial registrado o la marca registrada y la dirección del fabricante. • El marcado CE correspondiente. • La designación de la serie o tipo. • El número de lote o de serie, si es que existe. • El año de fabricación. • El marcado específico contra explosiones "Ex", seguido del símbolo del GRUPO de aparatos y de la CATEGORÍA a la que pertenece (véase la clasificación anterior). • Para el GRUPO II de aparatos, la letra "G" (referente a atmósferas explosivas debidas a gases, vapores o nieblas) y/o la letra "D" (referente a atmósferas explosivas debidas a la presencia de polvo).

Manual de instrucciones

Cada aparato y sistema de protección debe ir acompañado de las instrucciones y la información relativa a la seguridad al menos en castellano.

Las instrucciones incluirán los planos y esquemas necesarios para la puesta en servicio, mantenimiento, inspección, comprobación del funcionamiento correcto y, en su caso, reparación del aparato, así como de todas aquellas instrucciones que resulten útiles, especialmente en materia de seguridad.

El Real Decreto 681/2003

Este reglamento, relativo a la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, complementa el mencionado Real Decreto 144/2016, permitiendo seleccionar de manera precisa el tipo de aparato o sistema de protección necesario en función de la peligrosidad del emplazamiento donde vaya a utilizarse.

Para ello, el real decreto establece las siguientes obligaciones para el empresario:

- Clasificar en zonas de riesgo, con arreglo a los criterios dados en su anexo I, las áreas de trabajo en las que puedan formarse atmósferas explosivas.
- Garantizar en dichas áreas la aplicación de las disposiciones mínimas que establece en su anexo II.
- En caso necesario, los accesos a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas peligrosas para los trabajadores se deberán señalizar con arreglo a lo dispuesto en su anexo III (véase la Figura 33).

Por otra parte, establece la obligación de elaborar y mantener actualizado un documento, denominado **"documento de protección contra explosiones",** en el que se refleje la evaluación de los riesgos de explosión y las medidas preventivas adoptadas en cumplimiento del Real Decreto 681/2003.



Letras negras sobre fondo amarillo, bordes negros (el amarillo deberá cubrir, al menos, el 50 % de la superficie de la señal).

Figura 33. Señal de panel específica para emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.

Este "documento de protección contra explosiones" se elaborará antes de que comience el trabajo y se revisará siempre que se efectúen modificaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo.

Clasificación de las áreas de riesgo, según el Real Decreto 681/2003

Las áreas de riesgo se clasificarán en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y la duración de las mismas. De esta clasificación dependerá el alcance de las medidas que deban adaptarse de acuerdo con la parte A del anexo II del Real Decreto 681/2003.

Primer grupo de zonas	
Zona 0	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado o con frecuencia.
Zona 1	Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
Zona 2	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.

Segundo grupo de zonas	
Zona 20	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.
Zona 21	Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.
Zona 22	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

Con el fin de orientar sobre posibles lugares comprendidos en dicha clasificación, se incluye la siguiente relación, no exhaustiva (obtenida del REBT), a título informativo:

Ejemplos del primer grupo de zonas (Emplazamientos de Clase I, según el REBT)

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.
- Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes.
- Secaderos de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables.
- Salas de gasógenos.
- Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenes o consuman gases inflamables.
- Salas de bombas y/o de compresores de líquidos y gases inflamables.
- Interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

Ejemplos del segundo grupo de zonas (Emplazamientos de Clase II, según el REBT)

- Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria que maneja granos y derivados.
- Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo.
- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.).
- Almacenes y muelles de expedición, donde los materiales pulverulentos se almacenan o manipulan en sacos o contenedores.
- Zonas de tratamiento de textiles como algodón, etc.
- Plantas de fabricación y procesado de fibras.
- Plantas desmotadoras de algodón.
- Plantas de procesado de lino.
- Tralleres de confección.
- Industrias de procesado de madera, tales como carpinterías, etc.

Criterios para elegir los aparatos y sistemas de protección

En el apartado B) del anexo II del Real Decreto 681/2003 se establecen criterios precisos para elegir los aparatos y sistemas de protección, en función de la "clase de zona" donde se realice el trabajo. Se establece que, siempre que en el "documento de protección contra explosiones", basado en una evaluación de los riesgos, no se disponga otra cosa, en todas las áreas en que puedan formarse atmósferas explosivas deberán utilizarse aparatos y sistemas de protección con arreglo a las CATEGORÍAS fijadas en la Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo y del Consejo,

Clasificación de aparatos y sistemas de protección contra explosiones			
Aparatos			Zonas de utilización
	Categoría	Indicación	
Grupo I	M1 M2	-	Trabajo en minas (protección muy alta) Trabajo en minas (protección alta)
Grupo II	1 2 3	G G G	Zona 0, Zona 1 y Zona 2 Zona 1 y Zona 2 Zona 2
	1 2 3	D D D	Zona 20, Zona 21 y Zona 22 Zona 21 y Zona 22 Zona 22

Cuadro 8 . Clasificación de aparatos y sistemas de protección contra explosiones.

de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (transpuesta a nuestra legislación por el Real Decreto 144/2016).

Teniendo en cuenta las mencionadas CATEGORÍAS de aparatos y sistemas de protección, así como la distinción que se realiza para las categorías del GRUPO II (indicación de la letra "**G**" para los destinados a atmósferas explosivas debidas a gases y vapores, e indicación de la letra "**D**" para los destinados a atmósferas explosivas debidas a la presencia de polvo) resulta la clasificación reflejada en el cuadro 8.

Cuando se trate de equipos e instalaciones eléctricas de baja tensión (excluidos los de uso exclusivo en minas, medios de transporte, sistemas de comunicación, usos militares o sujetos a reglamentación específica), es preciso considerar la **ITC-BT-29** del REBT.

En su ámbito de aplicación, dicha ITC establece dos clases de emplazamiento:

- **Clase I:** Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.
- **Clase II:** Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable.

Para cada una de estas clases de emplazamiento define tres "Zonas de emplazamiento", codificadas de la misma forma que las "Áreas de riesgo" definidas en el Real Decreto 681/2003.

Los aparatos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes, destinados a su empleo en los emplazamientos comprendidos dentro del ámbito de aplicación de la ITC-BT-29, deben cumplir el citado Real Decreto 144/2016. Para aquellos elementos que no entren en el ámbito de dicho real decreto y para los que se estipule el cumplimiento de una norma, se consideran conformes con las prescripciones de esta ITC aquellos que estén amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por Organismos de Control según lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

Selección de equipos eléctricos para emplazamientos de Clase I

Según la ITC-BT-29, el procedimiento para seleccionar un equipo eléctrico para usarlo en emplazamientos de **Clase I** comprende las siguientes fases:

1ª Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso.
2ª Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo.
3ª Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la "categoría" esté de acuerdo con las limitaciones que figuran en el cuadro 8 y que estos cumplan los requisitos que les sean de aplicación establecidos en la norma UNE-EN 60079-14 Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas. Si la temperatura ambiente prevista no está en el rango comprendido entre -20º C y +40º C, el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente.
4ª Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Categoría del equipo	Zonas en las que se admite
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

Cuadro 9. Equipos para emplazamientos de Clase I.

Selección de equipos eléctricos para emplazamientos de Clase II

Según la ITC-BT-29, el procedimiento para seleccionar un equipo eléctrico para usarlo en emplazamientos de **Clase II** comprende las siguientes fases:

1ª Caracterizar la sustancia o sustancias implicadas en el proceso.
2ª Clasificar el emplazamiento en el que se va a instalar el equipo.
3ª Seleccionar los equipos eléctricos de tal manera que la "categoría" esté de acuerdo con las limitaciones que figuran en el cuadro 10 y que estos cumplan los requisitos que les sean de aplicación establecidos en la norma UNE-EN 60079-14. Si la temperatura ambiente prevista no está en el rango comprendido entre -20º C y +40º C, el equipo deberá estar marcado para trabajar en el rango de temperatura correspondiente.
4ª Instalar el equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Categoría del equipo	Zonas en las que se admite
Categoría 1	20, 21 y 22
Categoría 2	21 y 22
Categoría 3	22

Cuadro 10. Equipos para emplazamientos de Clase II.

Dentro de su ámbito de aplicación, la mencionada ITC-BT-29 proporciona requisitos adicionales para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio y explosión, así como para la instalación de los equipos eléctricos utilizados en ellas.

Precauciones que deberían adoptarse

- Es preceptivo que los equipos e instalaciones utilizados en los emplazamientos con riesgo de incendio o explosión cumplan los requisitos que les sean de aplicación en las citadas normas.
- Antes de entrar en un espacio cerrado en el que exista riesgo de incendio o explosión debido a la presencia de gases y vapores, debería comprobarse la atmósfera existente mediante un equipo adecuado, por ejemplo, un explosímetro. En caso de que se detectara riesgo se procederá del siguiente modo:
  - Identificar y localizar la fuente de contaminación.
  - Proceder a eliminarla o, si no es posible, controlarla mediante ventilación (natural o, si es preciso, forzada) hasta reducir la contaminación a niveles alejados del límite de explosividad.
  - Efectuar mediciones continuadas para verificar que, en todo momento, los niveles de contaminante se mantienen por debajo de los límites aceptables.
- En todo caso, en este tipo de emplazamientos es preciso evitar la formación de arcos eléctricos o chispas que puedan actuar como fuentes de ignición. Estas chispas o arcos eléctricos pueden generarse de diversas formas:
  - En la apertura y cierre de contactos eléctricos de aparatos que no dispongan de algún modo de protección.
  - En herramientas eléctricas portátiles (pulsador y sistema colector/escobillas del motor).
  - Al conectar una clavija a su base de enchufe.
  - Al establecer contacto con elementos en tensión mediante las puntas de las sondas de aparatos de medida.
  - En conexiones flojas.
  - En puntos de la instalación que pueden alcanzar temperaturas elevadas.
  - El filamento incandescente de una lámpara que se rompe.
  - Fusibles sin protección.
  - La chispa originada entre lámpara y portalámparas durante los recambios.
  - Inducción de tensiones en elementos conductores, causada por ondas electromagnéticas de radiofrecuencia (por ejemplo: emisores de radio, generadores de radiofrecuencia de uso médico o industrial para calentamiento, secado, soldeo, etc., situados en las inmediaciones).
  - Chispas originadas por descargas electrostáticas.

Otros comentarios relativos al anexo VI.A

La desconexión de una instalación o parte de ella, cuando se pueda ver afectada por un incendio, está condicionada a la necesidad de su funcionamiento para combatir el propio incendio. Este podría ser el caso de las bombas de agua del sistema de extinción de incendios alimentadas por el circuito en cuestión.

Tampoco se debería dejar sin tensión en el caso de que dependa de dicho circuito el sistema de alarma y evacuación o si alimenta procesos críticos, salvo que se pueda garantizar la operatividad de otras fuentes de alimentación suplementarias.

Todos los trabajos en instalaciones eléctricas existentes en emplazamientos con **riesgo de incendio** deben ser realizados por **trabajadores autorizados**. En el caso de que exista **riesgo de explosión**, es necesario, antes de iniciar el trabajo, la **elaboración de un procedimiento** que garantice la seguridad de los operarios implicados. Dicho procedimiento debería hacerse por escrito. Además, el trabajo deberá ser efectuado por **trabajadores cualificados** siguiendo el citado procedimiento.

B. Electricidad estática.

1. En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:

   a) Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.
   b) Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.

2. Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:

   a) Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
   b) Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersión o caída libre.
   c) Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).
   d) Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.
   e) Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
   f) Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

La electricidad estática[23] se origina por intercambios de carga eléctrica que tienen lugar cuando se produce una fricción entre dos sustancias de distinta naturaleza. En la mayoría de los casos, la energía de la electricidad estática producida de forma espontánea es insuficiente para producir directamente efectos nocivos en el cuerpo humano. Sin embargo, las chispas constituyen un foco de ignición que puede dar lugar a incendios o explosiones. Entre los procesos que pueden originar descargas de electricidad estática se pueden distinguir dos clases:

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

Procedimientos para evitar la electricidad estática

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

- Mantener la humedad relativa del aire por encima del 50% (de acuerdo con las disposiciones del Real Decreto 486/1997).
- Conectar a tierra las partes metálicas que puedan acumular electricidad estática.
- Aplicar productos antiestáticos en las superficies susceptibles de electrizarse.
- Emplear ionizadores de aire en las cercanías o junto a la zona donde se produce electricidad estática.
- Reducir la velocidad relativa de superficies en rozamiento, por ejemplo, de las cintas transportadoras.
- Reducir la velocidad de los líquidos trasvasados o usar conductos de mayor diámetro para reducir la velocidad.
- Utilizar tubos sumergidos en las operaciones de llenado de recipientes (o realizar el llenado desde el fondo) para evitar la caída a chorro.
- Usar suelos o pavimentos de materiales disipadores (hormigón, cerámica, madera sin recubrimiento aislante, etc.).
- Utilizar equipos de protección individual disipativos de la carga, debiendo presentar el calzado del trabajador y el suelo, una resistencia de valor inferior a 10^8 Ω.

En casos concretos se pueden utilizar uno o más de los siguientes procedimientos:

[23] Véase el *Documento divulgativo: Riesgos debidos a la electricidad estática*, elaborado por el INSST.

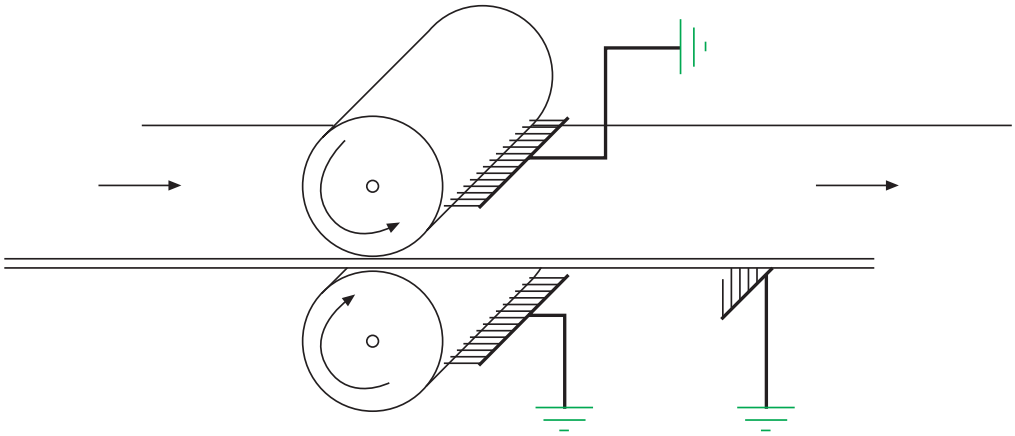


Figura 34. Eliminación de la electricidad estática acumulada entre los rodillos y la banda continua de papel.

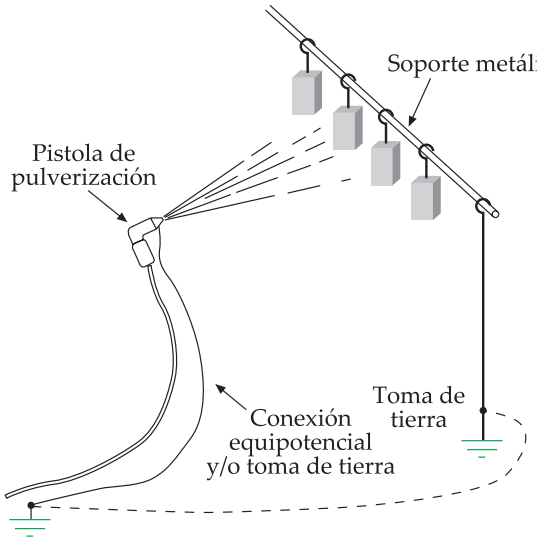


Figura 35. Conexión equipotencial en proceso de pintura a pistola.

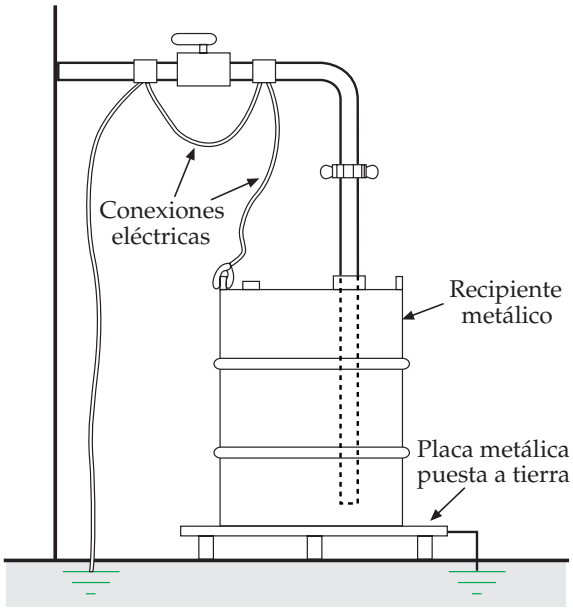


Figura 36. Conexión equipotencial en proceso de trasvase de líquidos inflamables.

- Colocación de "peines metálicos", conectados a tierra, cerca de la totalidad de las poleas, cintas o correas que puedan originar carga estática (véase la Figura 34).
- Conexión equipotencial y a tierra entre la pistola de pulverización y los objetos metálicos que se pintan (véase la Figura 35).
- Conexión equipotencial y a tierra de los depósitos de almacenamiento entre los que se trasvasan los productos (véase la Figura 36).
- Utilización, por parte de los trabajadores (debidamente puestos a tierra, en su caso), de equipos de protección individual antiestáticos (se recomienda la lectura de las indicaciones correspondientes al apartado 3 del anexo III del real decreto) o con características disipativas equivalentes[24] (véase la Figura 37).

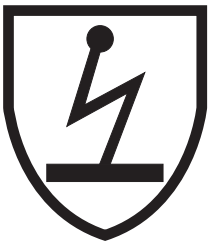


Figura 37. Pictograma relativo a equipos de protección individual antiestático que debe figurar en el marcado del equipo.

Por otro lado, para prevenir los riesgos de la electricidad estática en determinados procesos donde se tratan productos químicos se pueden seguir las recomendaciones dadas en las siguientes normas técnicas:

[24] Se puede encontrar información adicional respecto a la selección, uso cuidado y mantenimiento de EPI disipativos en el documento CEN/CLC/TR 16832 Selection, use, care and maintenance of personal protective equipment for preventing electrostatic risks in hazardous areas (explosion risks).

- UNE 109100:1990 IN. Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Procedimientos prácticos de operación. Carga y descarga de vehículos-cisterna, contenedores cisterna y vagones-cisterna.
- UNE 109101-1:1995 IN. Control de la electricidad estática en llenado y vaciado de recipientes. Parte 1: Recipientes móviles para líquidos inflamables.
- UNE 109101-2:1995 IN. Control de la electricidad estática en llenado y vaciado de recipientes. Parte 2: Carga de productos sólidos a granel en recipientes que contienen líquidos inflamables.
- UNE 109104:1990 IN. Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Tratamiento de superficies metálicas mediante chorro abrasivo. Procedimientos prácticos de operaciones.
- UNE 109108-1. Almacenamiento de los productos químicos. Control de electricidad estática. Parte 1: pinza de puesta a tierra.
- UNE 109108-2. Almacenamiento de los productos químicos. Control de electricidad estática. Parte 2: borna de puesta a tierra.
- UNE 109110. Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Definiciones.
- Por último, para prevenir los riesgos de la electricidad estática en los procesos donde interviene alguna máquina, se puede encontrar más información en el documento publicado por CENELEC REPORT R044-001:1999. “Safety of machinery. Guidance and recommendations for the avoidance of hazards due to static electricity”.

III. FUENTES DE INFORMACIÓN

A) Documentos citados en la guía

Normativa legal relacionada

La legislación referida a lo largo de esta guía puede consultarse a través de internet en el sitio web del INSST - http://www.insst.es - donde, además, se puede acceder a diversa documentación elaborada por el propio INSST así como a enlaces de instituciones y organismos europeos e internacionales.

La normativa citada en la presente Guía técnica es la existente en el momento de publicación de la misma. No obstante, hasta una nueva revisión puede ser publicada otra normativa que deberá ser tenida en cuenta.

La normativa se encuentra enlazada directamente al apartado "legislación consolidada" del BOE. No obstante, en las disposiciones para las que el BOE no disponga de su texto consolidado, se recomienda consultar el apartado de "análisis jurídico".

- Ley 14/1994, de 1 de junio, por la que se regulan las empresas de trabajo temporal.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.
- Resolución de 11 de diciembre de 2019, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el III Convenio colectivo estatal de la industria, la tecnología y los servicios del sector del metal (CEM).
- Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (refundición)
- Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.

Normas técnicas

Las Normas Técnicas UNE, EN, ISO, etc., que se citan en esta Guía, debe considerarse la última edición, salvo en los casos en que se especifique la fecha de publicación.

- UNE-EN 166: Protección individual de los ojos. Especificaciones.
- UNE-EN 1149-5: Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño.
- UNE-EN 16350: Guantes de protección. Propiedades electrostáticas.
- UNE-EN ISO 20345: Equipo de protección Individual. Calzado de Seguridad
- UNE-EN ISO 20346: Equipo de protección personal. Calzado de protección
- UNE-EN ISO 20347: Equipo de protección personal. Calzado de trabajo.
- UNE-EN 50186-1: Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 kV. Parte 1. Condiciones generales.
- UNE-EN 50286: Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50321: Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50321-1: Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes.
- UNE-EN 50365: Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de baja tensión.
- UNE 58101-2: Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 2: condiciones de instalación y utilización.
- UNE-EN 60079-14: Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalación eléctricas.
- UNE-EN 60204-1: Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales
- UNE-HD 60364-4-41: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41 Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.
- Serie UNE-EN 60454-3: Cintas adhesivas sensibles a la presión para usos eléctricos. Parte 3. Especificaciones para materiales particulares.
- UNE-IEC/TS 60479-1: Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales.
- UNE-EN 60529: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 60674-1: Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos. Parte I. Definiciones y requisitos generales.
- UNE-EN 60743: Trabajos en tensión. Terminología para las herramientas, dispositivos y equipos.
- UNE-EN 60832-1: Trabajos en tensión. Pértigas aislantes y dispositivos adaptables. Parte 1: Pértigas aislantes.
- UNE-EN 60832-2: Trabajos en tensión. Pértigas aislantes y dispositivos adaptables. Parte 2: Dispositivos aislantes.
- UNE-EN 60855: Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en alta tensión.
- UNE-EN 60855-1: Trabajos en tensión. Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas. Parte 1: Tubos y barras macizas de sección circular.
- UNE-EN 60895: Trabajos en tensión. Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna y ± 600 kV en corriente continua.
- UNE-EN 60900: Trabajos en tensión. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60903: Trabajos en tensión. Guantes de material aislante.
- UNE-EN 60984: Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.
- UNE-EN 61057: Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1kV en corriente alterna.
- UNE-EN 61057: Trabajos en tensión. Dispositivos aislantes aéreos para el montaje en un chasis
- UNE-EN 61111: Trabajos en tensión. Alfombras eléctricas aislantes.
- UNE-EN 61112: Trabajos en tensión. Mantas eléctricas aislantes.
- UNE-EN 61140: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.
- UNE-EN 61229: Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de corriente alterna.
- UNE-EN 61230: Trabajos en tensión. Equipos portátiles de puesta a tierra o de puesta a tierra y en cortocircuito.
- UNE-EN 61235: Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61236: Trabajos en tensión. Asientos, abrazaderas de pértigas y sus accesorios.
- UNE-EN 61243-1: Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 1: detectores de tipo capacitivo para utilización con tensiones superiores a 1kV en corriente alterna.
- UNE-EN 61243-2: Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 2: Detectores de tipo resistivo para utilización con tensiones entre 1kV y 36 kV en corriente alterna.
- UNE-EN 61243-3: Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 3: Tipo bipolar para baja tensión
- UNE-EN 61478: Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- UNE-EN 61479: Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.
- UNE-EN 61558-2-4: Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y productos análogos para tensiones de alimentación hasta 1100 V. Parte 2-4: Requisitos particulares y ensayos para transformadores de separación de circuitos y unidades de alimentación que incorporan transformadores de separación de circuitos.
- UNE-EN IEC 61482-1-1: Trabajos en tensión. Ropa de protección contra el riesgo térmico de un arco eléctrico. Parte 1-1: Métodos de ensayo. Método 1:

Determinación de la característica del arco (ELIM, ATPV y/o EBT) de materiales y prendas de vestir y de protección mediante un arco abierto.
- UNE-EN 61482-1-2: Trabajos en tensión. Ropa de protección contra los peligros térmicos de un arco eléctrico. Parte 1-2: Métodos de ensayo. Método 2: Determinación de la clase de protección contra el arco de los materiales y la ropa por medio de un arco dirigido y constreñido (caja de ensayo).
- UNE-EN 62271-102: Aparamenta de alta tensión. Parte 102. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE 109100: Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Procedimientos prácticos de operación. Carga y descarga de vehículos-cisterna, contenedores cisterna y vagones-cisterna.
- UNE 109101-1: Control de la electricidad estática en llenado y vaciado de recipientes. Parte 1: Recipientes móviles para líquidos inflamables.
- UNE 109101-2: Control de la electricidad estática en llenado y vaciado de recipientes. Parte 2: Carga de productos sólidos a granel en recipientes que contienen líquidos inflamables.
- UNE 109104: Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Tratamiento de superficies metálicas mediante chorro abrasivo. Procedimientos prácticos de operaciones.
- UNE 109108-1: Almacenamiento de los productos químicos. Control de electricidad estática. Parte 1: pinza de puesta a tierra.
- UNE 109108-2: Almacenamiento de los productos químicos. Control de electricidad estática. Parte 2: borna de puesta a tierra.
- UNE 109110: Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Definiciones.
- UNE 204001: Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- CENELEC REPORT R044-001:1999. "Safety of machinery. Guidance and recommendations for the avoidance of hazards due to static electricity".
- CEN/CLC/TR 16832: "Selection, use, care and maintenance of personal protective equipment for preventing electrostatic risks in hazardous areas (explosion risks)".
- Recommendations for use sheets (RFUS) 03-024. Protección ocular y facial frente al arco eléctrico. Requisitos adicionales.

Publicaciones del INSST

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riegos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo.
- Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa.
- Guía técnica de simplificación documental.
- Guía técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Guía para la gestión preventiva de las instalaciones de los lugares de trabajo
- NTP 374: Electricidad estática en la carga y descarga de camiones cisterna (1).
- NTP 375: Electricidad estática en la carga y descarga de camiones cisterna (2).
- NTP 567: Protección frente a cargas electrostáticas.
- NTP 887: Calzado y ropa de protección "antiestáticos".
- NTP 904: Arco eléctrico: estimación de la energía calorífica incidente sobre un trabajador.
- NTP 957: Arco eléctrico: caso práctico de estimación de la energía calorífica incidente sobre un trabajador.
- NTP 1138. Equipos de protección individual disipativos en zonas con riesgo de explosión (I): criterios generales de selección
- NTP 1139. Equipos de protección individual disipativos en zonas con riesgo de explosión (II): selección, uso y mantenimiento
- Video divulgativo "Riego eléctrico: las cinco reglas de oro".
- Tríptico: "Con paso firme" (Calzado de protección frente al riesgo eléctrico).
- DD.076: Riesgos debidos a la electricidad estática. Cantalejo, M. (2015).
- Guía para la gestión preventiva de las instalaciones de los lugares de trabajo (2019).

B) Otros documentos no citados en la guía

- Instalaciones Eléctricas. Prescripciones de Seguridad en el Trabajo. AMYS. 1986.
- Instrucción General para Trabajos en Tensión en Baja Tensión. UNESA-AMYS. 1980-2005.
- Instrucción General para Trabajos en Tensión en Alta Tensión. UNESA-AMYS. 1978-2009.
- Técnicas Especiales de Trabajos en Tensión. Desarrollo de las Instrucción General de Trabajos en Tensión en Alta Tensión para los Trabajos con Helicóptero y de Lavado. UNESA-AMYS. 2002.
- Distancias de seguridad para trabajos en tensión en instalaciones eléctricas. UNESA-AMYS.
- *Electric power generation, transmission and distribution*. 1910.269. Occupational Safety and Health Administration (OSHA), U.S. Department of Labor.
- *Preventing electrocutions of crane operators and crewmembers working near overhead power lines*. NIOSH, U.S. Department of Health and Human Services.

- *Preventing electrocutions during work with scaffolds near overhead power lines.* NIOSH, U.S. Department of Health and Human Services.
- *Maintenance of trees around power lines.* Occupational Safety and Health Service, Department of Labour, New Zealand.
- Manual de las instalaciones de distribución de energía eléctrica. Brown Boveri. Edit. URMO, S.A.
- *Protective relays application guide. Measurements.* General Electric Company.
- Los trabajos en tensión en España. AMYS.
- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Vol. II. OIT. MTIN.
- Medidas de prevención para los trabajadores frente al riesgo eléctrico, en las instalaciones de alta y baja tensión. Juan A. Calvo Sáez. 2004.
- Ficha técnica de prevención nº 40: Arcos eléctricos. Un factor de riesgo grave, también en baja tensión. Instituto Navarro de Salud Laboral. 2012.

C) Referencia a la web de organismos de interés

- **http://www.insst.es**
  Sede web del INSST en la que se pueden encontrar las disposiciones normativas así como otros documentos de interés relativos a la prevención del riesgo eléctrico.

- **https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/employment_and_social_policy.html?root_default=SUM_1_CODED%3D17,SUM_2_CODED%3D1708&locale=es**
  Página web donde se puede encontrar una síntesis de la legislación sobre seguridad y salud de la Unión Europea. En el apartado relativo a lugares de trabajo existe un enlace con la Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud.

- **http://www.f2i2.net/LegislacionSeguridadIndustrial/SeguridadIndustrial.aspx**
  Página web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo en donde se dispone de una amplia relación de la normativa sobre seguridad industrial aplicable a productos e instalaciones.

- **http://www.une.org/**
  Sede web de la Asociación Española de Normalización.

Para cualquier observación o sugerencia en relación con esta Guía técnica, puede dirigirse al:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

C/Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid

Tlf. 91 363 41 00

www.insst.es



GT.115.1.20

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo