

# Crterios preventivos para trabajos con **riesgo eléctrico** en obras de construcción



con la financiación de



FUNDACIÓN  
PARA LA  
PREVENCIÓN  
DE RIESGOS  
LABORALES



FUNDACION  
LABORAL  
DE LA CONSTRUCCION



# Crterios preventivos para trabajos con **riesgo eléctrico** en obras de construcción



con la financiación de



FUNDACIÓN  
PARA LA  
PREVENCIÓN  
DE RIESGOS  
LABORALES



FUNDACION  
LABORAL  
DE LA CONSTRUCCION

Depósito legal: M-52895-2010







01	INTRODUCCIÓN	2.1. ACOMETIDA 2.1.1. Conexión a la red eléctrica 2.1.2. Suministro con generadores
02	COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN	2.2. PUESTA A TIERRA 2.2.1. Tierra 2.2.2. Toma de tierra 2.2.3. Bornes de puesta a tierra 2.2.4. Conductores de protección 2.3. CUADRO PROVISIONAL DE OBRA 2.3.1. Cuadro general 2.3.2. Cuadro secundario 2.4. CONDUCTORES Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN 2.4.1. Denominación de un cable 2.4.2. Cuidados y medidas preventivas 2.5. BASES Y CONEXIONES 2.5.1. Tipos de conexiones 2.5.2. Marcas e indicaciones 2.6. LOS CÓDIGOS IP E IK 2.6.1. Código IP 2.6.2. Grado IK
03	TRABAJOS EN CONDICIONES ESPECIALES	3.1. EN PROXIMIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS 3.2. EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS 3.3. EN AMBIENTES HÚMEDOS Y MOJADOS 3.4. SUBACUÁTICOS 3.5. CON CAMPOS MAGNÉTICOS 3.6. EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS 3.7. TRABAJOS FERROVIARIOS
04	EQUIPOS DE TRABAJO	4.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS 4.1.1. Maquinaria de transporte de tierras 4.1.2. Maquinaria de movimiento de tierras 4.2. EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CARGAS 4.3. APANTALLADORAS Y PILOTADORAS POR TALADRO ROTATORIO
05	GLOSARIO	4.4. HERRAMIENTAS MANUALES EN TRABAJOS DE DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTOS DE TIERRA 4.5. EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA 4.6. HORMIGONERA ELÉCTRICA, SIERRA CIRCULAR Y TRONZADORA DE MATERIAL CERÁMICO 4.7. MÁQUINAS PORTÁTILES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA
06	BIBLIOGRAFÍA	4.8. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN PORTÁTILES





The background is a solid green color with several large, overlapping, organic shapes in a lighter shade of green. These shapes are positioned in the lower-left and lower-right areas, creating a sense of depth and movement. The text is centered in the upper-left quadrant.

# AGRADECIMIENTOS Y PRÓLOGO

# AGRADECIMIENTOS Y PRÓLOGO

Los contenidos de esta Guía han sido desarrollados en el marco del Proyecto Nº: IS-0036/2009 “Desarrollo de criterios preventivos para trabajos con riesgo eléctrico en obras de construcción”, con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales. (Convocatoria de asignación de recursos del ejercicio 2009).

## **Fundación Laboral de la Construcción**

### *Sede Social (dirección y coordinación del proyecto)*

Luis Rosel Ajamil, Luis Manuel Barrios Espadas, Olga Fernández Ambient, Yolanda Gómez López, Alfredo Martín Moreno, Esther Rodríguez Arévalo, Antonio Santander Íñigo, David de Teresa Escolar.

Consejo Territorial de Cantabria  
Luis Salgado Cabrero

Consejo Territorial de Castilla la Mancha  
Mario Segura García  
José Miguel Silgado Herranz

Consejo Territorial de Castilla y León  
Javier Buitrón Hernandez

Consejo Territorial de Galicia  
Antonio García López

**Personal externo**

Roger Gallego Delfa  
Joan Gallego Fernández

Agradecemos la inestimable y desinteresada colaboración para el desarrollo del proyecto a las empresas que se indican a continuación, sin cuya ayuda hubiera sido imposible la realización de la presente Guía:

COMSA-EMTE  
ROMÀ, Catalana d'arids, S.L.

La Fundación Laboral de la Construcción es una entidad sin ánimo de lucro constituida por las entidades más representativas del sector –Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Federación Estatal de Construcción, Madera y Afines de Comisiones Obreras (FECOMA-CC.OO) y Metal, Construcción y Afines de la Unión General de Trabajadores (MCA-UGT). Su finalidad primordial es crear un marco de relaciones laborales estables y justas y prestar servicios a empresas y trabajadores.

Tal y como constan en sus Estatutos, sus principales objetivos son el fomento de la formación profesional, la investigación, el desarrollo y la promoción de actuaciones tendentes a la mejora de la salud laboral y la seguridad en el trabajo, así como la promoción de actuaciones dirigidas a la mejora del empleo.

La necesidad de seguir incrementando la formación e información en materia de prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción, impulsa a la Fundación Laboral de la Construcción a crear nuevas herramientas que faciliten, al conjunto de empresas y trabajadores, mejorar la puesta en práctica de aquellos métodos y sistemas que permitan optimizar las condiciones de trabajo en dicho sector.

Entre esas herramientas se ha creado el manual “Criterios preventivos para trabajos con riesgo eléctrico en obras de construcción”, con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, entidad que ha colaborado desde hace varios años en el desarrollo de proyectos con la Fundación Laboral de la Construcción.

El fin fundamental de este proyecto es proporcionar información sobre aspectos técnicos relativos a las instalaciones eléctricas y a los trabajos en proximidad de líneas eléctricas en el sector de la construcción.

Asimismo, con el presente manual se pretende clarificar determinados puntos clave, tanto en trabajos con riesgos especiales, como en trabajos con equipos de trabajo.

Las razones que justifican la necesidad de realizar esta acción preventiva son, entre otras, las siguientes:

- La importancia de los riesgos relacionados con los trabajos eléctricos y en proximidades de líneas eléctricas.
- La falta de información técnica sobre instalaciones provisionales de obra.
- Las dudas existentes en el sector relativas a los trabajos en proximidades de líneas en tensión.
- El alto índice de siniestralidad registrado en el sector de la construcción y concretamente, en los accidentes relacionados con la energía eléctrica.



01

02

03

04

05

06

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años, los trabajos en las obras de construcción se han tecnificado. Esto ha provocado el paso del uso de la fuerza humana a la utilización de infinidad de equipos de trabajo que tienen a la energía eléctrica como fuente de energía y que permiten disminuir el esfuerzo físico de los trabajadores del sector de la construcción.

Este aumento de puesta en obra de estos equipos de trabajo que utilizan este tipo de energía ha provocado que las instalaciones eléctricas tomen una importancia muy alta en los procesos productivos del sector.

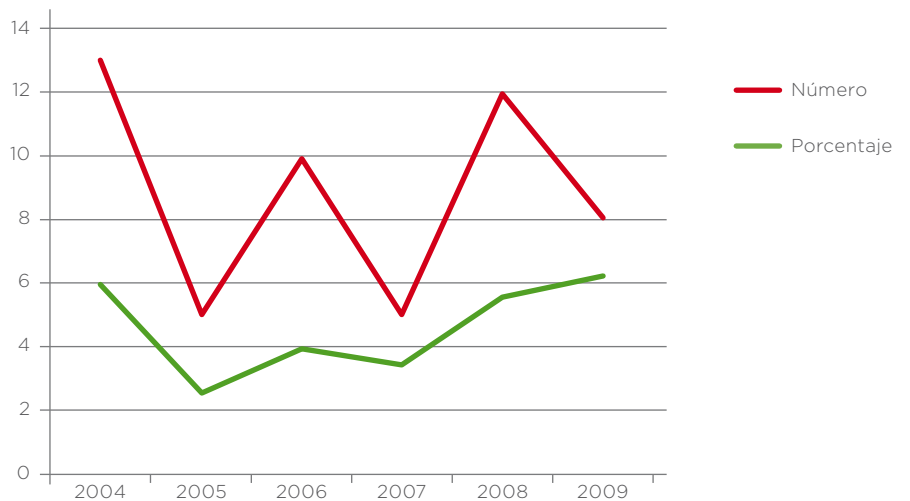
Es evidente, y por todos conocido, que, desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, los aspectos relacionados con los riesgos eléctricos son de suma importancia ya que, independientemente de la probabilidad de que ocurran accidentes de este tipo en los trabajos diarios, sus consecuencias en los trabajadores suelen tener una carácter grave, muy grave y, en algunos casos, mortal.



Si observamos las estadísticas de accidentes de trabajo durante el año 2009 en el sector de la construcción podemos observar que, durante la jornada de trabajo, el 6% de los accidentes mortales ocurrieron por contacto directo con la electricidad. Este porcentaje es excesivamente alto, suponiendo el escaso tiempo que debería estar sometido el trabajador al riesgo de contacto eléctrico si las instalaciones fueran las correctas.

Además, es relevante que, tanto los accidentes mortales, como su porcentaje en el total de accidentes no tiene una tendencia a la baja como ocurre con el computo total de accidentes, produciéndose, durante el 2009, el mayor valor desde que se registran los datos de accidentes de trabajo por vía electrónica.

Accidentes mortales por contacto directo con la electricidad.



En el año 2001, se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. En este real decreto se incluyen directrices para el trabajo en y próximo a líneas eléctricas con el fin de disponer las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Asimismo, en el año 2002 se publicó el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión. En el citado real decreto y en su correspondiente reglamento, se establecen las características técnicas de las instalaciones eléctricas en general, y de las instalaciones provisionales y temporales de obras en particular.

La complejidad de las medidas dispuestas en este reglamento hace complicado una fácil interpretación por parte de empresarios y trabajadores y, por tanto, su aplicación correcta en el desarrollo de los trabajos en las obras de construcción. Esta complejidad provoca, en ocasiones, situaciones de riesgo que pueden llegar incluso al accidente, inducidas por el desconocimiento en los aspectos relacionados con las instalaciones eléctricas.

Pero lo establecido en el reglamento electrotécnico de baja tensión regula, principalmente, los aspectos relativos a los trabajos con instalaciones eléctricas de baja tensión. Además, en relación al riesgo eléctrico, no hay que olvidar los trabajos que, sin tener ninguna relación directa con la electricidad, se realizan en condiciones en las que el riesgo de contacto eléctrico es elevado.

Alguno de estos trabajos son aquellos que se realizan en las proximidades de líneas eléctricas aéreas o soterradas, cuyos aspectos técnicos vienen regulados por el Real Decreto 614/2001. Otros trabajos, donde el riesgo de contacto eléctrico por parte de los trabajadores es elevado pueden ser aquellos en los que las condiciones del entorno potencien este tipo de riesgos.

Algunos ejemplos de estos últimos pueden ser trabajos en contacto o en proximidad de fuentes de agua que, por su elevada conductividad, aumenta el riesgo de que un trabajador sufra un contacto eléctrico.

El propósito de este manual es describir los aspectos más importantes, sin entrar en profundidad en los aspectos excesivamente técnicos (más propios de instaladores eléctricos) y poner a disposición del sector, especialmente empresarios y trabajadores, una herramienta de consulta que ayude, en la medida de lo posible, a aclarar las dudas surgidas, relacionadas con la electricidad, en el trabajo diario.



01

02

03

04

05

06

## COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN



## COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN

En las instalaciones provisionales de obra es necesario realizar una instalación eléctrica para dar servicio durante la fase de ejecución.

En dichas instalaciones pueden distinguirse, de forma general, dos partes:

- ⊗ **La instalación desde su conexión a la red**, la cual se realiza a través de una estación transformadora ya existente o una de nueva construcción para dicha obra y, por otra parte, la acometida hasta el cuadro general provisional de obra pasando por la unidad de contadores y de mando y protección.
- ⊗ **La instalación necesaria de fuerza**, (400 V) **y alumbrado**, (230 V) de la obra la cual parte del cuadro general de protección.

De forma previa a la propia instalación eléctrica dentro de la obra de construcción, es necesario tener en cuenta el abastecimiento de energía que queda sujeto a las prescripciones particulares de la compañía eléctrica suministradora. Su ejecución

debe realizarse siguiendo los criterios recogidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

Las características que deben reunir las instalaciones provisionales y temporales de obra, están definidas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-33, (Instalaciones provisionales y temporales de obra).



Las características que deben reunir las instalaciones provisionales y temporales de obra, están definidas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-33, (Instalaciones provisionales y temporales de obra).

Según esta ITC sus prescripciones se aplicarán a:

- Construcción de nuevos edificios.
- Trabajos de reparación, modificación, extensión o demolición de edificios existentes.
- Trabajos públicos.
- Trabajos de excavación y similares.

En los locales de servicio de las obras (oficinas, vestuarios, salas de reunión, locales sanitarios, etc.) se aplicará lo establecido en la ITC-BT-24 (protección contra los contactos eléctricos directos e indirectos).

Siguiendo las instrucciones técnicas complementarias citadas, se describen las características de las distintas partes de una instalación eléctrica, que son las siguientes:

- Acometida.
- Puesta a tierra.
- Cuadro principal.
- Cuadro secundario.
- Conductores y líneas de distribución.
- Aparamenta.

## 2.1. ACOMETIDA

La acometida eléctrica es la conexión de una instalación, en este caso una instalación provisional de obra, a la fuente de suministro eléctrico, bien sea a la red general de suministro de energía eléctrica, o a una fuente portátil (generador o grupo electrógeno), generalmente en corriente alterna. Puede darse en alta tensión (en voltaje superior a 1000 V), o en baja tensión (voltaje inferior a 1000 V). Dentro de baja tensión, el consumo de energía eléctrica puede ser en corriente monofásica, a 220-230 V, o en corriente trifásica, a 380-400 V. La frecuencia suele ser de 50 Hz.

En corriente continua, el suministro en alta tensión se produciría en un voltaje superior a 1500 V.

A su vez, el suministro es posible efectuarlo mediante conexión a la red eléctrica o a través de generadores.

Una misma obra puede estar alimentada por varias fuentes de alimentación, ya sean fijas o móviles. En este caso, las distintas alimentaciones tienen que ser conectadas mediante dispositivos que impidan la interconexión de ellas.

En toda instalación (cuadro eléctrico) deberá ser identificada la fuente que lo alimenta y sólo debe incluir elementos alimentados por ella.



En corriente alterna, el suministro en alta tensión se produciría en un voltaje superior a 1000 V, en corriente continua se produce en un voltaje superior a 1500 V.



### 2.1.1 CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

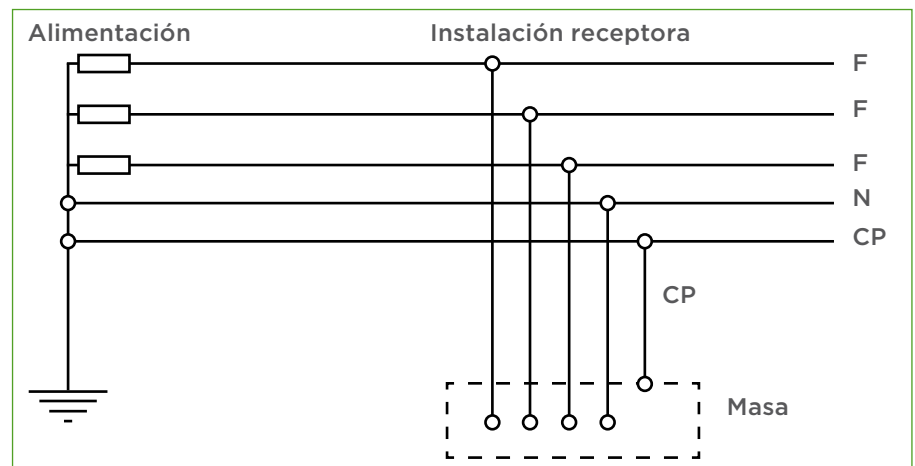
La alimentación más habitual se realiza a través del suministro de la red eléctrica de una compañía. En este caso, es fundamental conocer las condiciones de suministro, ya que varían las formas en que las empresas suministradoras pueden proporcionar la corriente eléctrica, en función del esquema de distribución:

#### Esquemas TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- **Esquema TN-S:** En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (figura 2).

Figura 2  
Esquema TN-S.



- **Esquema TN-C:** En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (figura 3).

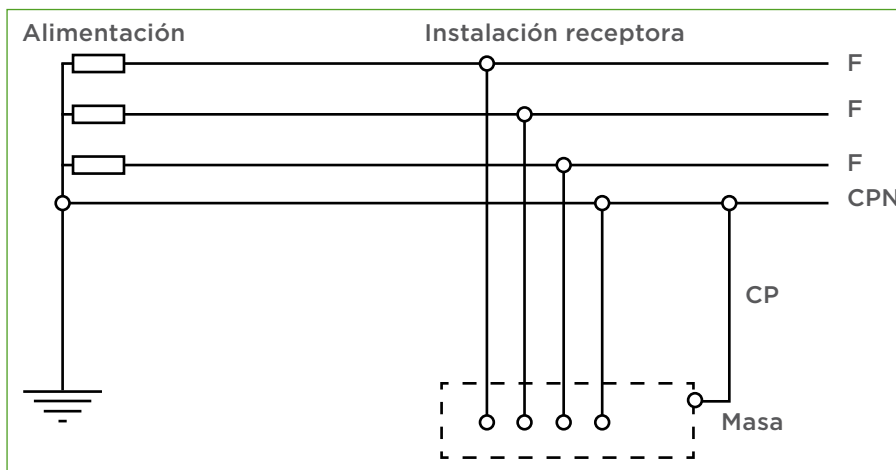


Figura 3  
Esquema TN-C.

- **Esquema TN-C-S:** En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (figura 4).

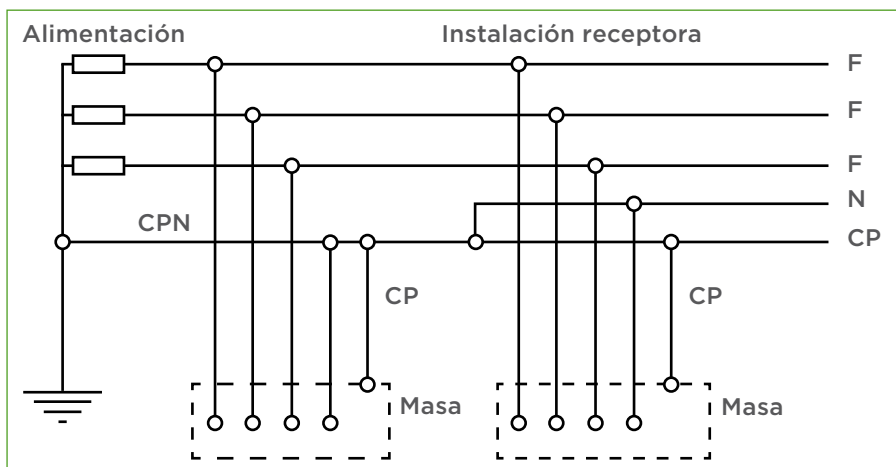
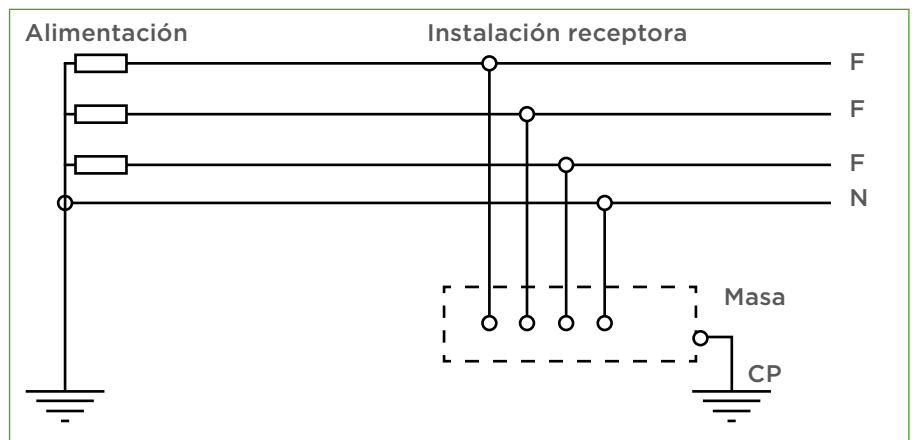


Figura 4  
Esquema TN-C-S.

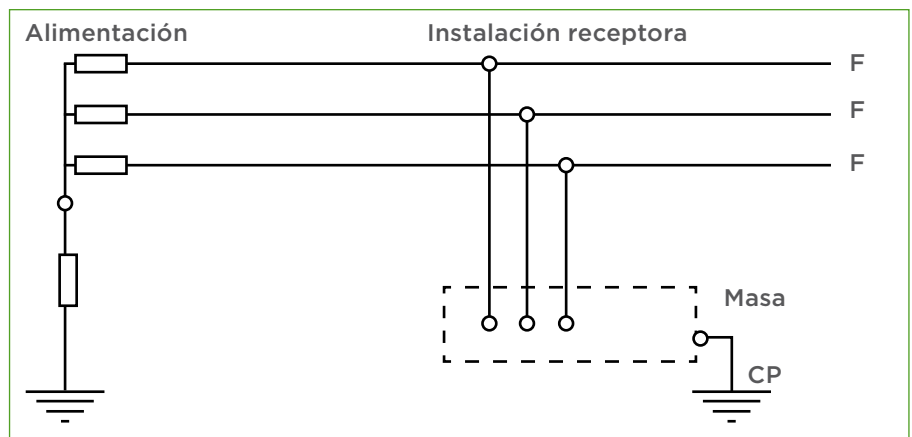
- **Esquema TT:** En este esquema el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente, y sin elemento de protección alguno, a tomas de tierra separadas (figura 5).

Figura 5  
Esquema TT.



- **Esquema IT:** En él, el Neutro del transformador está aislado de tierra (o conectado a través de una impedancia de un elevado valor) y las masas metálicas conectadas a una toma de tierra exclusiva (figura 6).

Figura 6  
Esquema IT.



Este es el esquema que ofrece una mayor continuidad de servicio, ya que corta el suministro al segundo defecto, a diferencia de los otros que lo hacen al primero. Ello se debe a que en un primer defecto la corriente se encuentra con una resistencia muy grande para retornar al transformador y se puede considerar un circuito abierto. Un segundo contacto provocará una circulación de corriente y actuarán los dispositivos de protección.

En caso de un primer defecto, un **medidor de aislamiento** monitoriza constantemente la instalación, provocando una alarma en caso de fallo del aislamiento.

El Esquema IT requiere una “puesta a tierra” totalmente independiente de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente podría regresar al transformador y provocar que el primer defecto sea más peligroso que inicialmente. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes.

Deberá tenerse en cuenta el esquema de distribución para obtener las distintas tensiones de servicio y, sobre todo, para poner a tierra la instalación provisional de obra.



Deberá tenerse en cuenta el esquema de distribución para obtener las distintas tensiones de servicio y, sobre todo, para poner a tierra la instalación provisional de obra.

### 2.1.2 SUMINISTRO CON GENERADORES

El caso de producción de energía eléctrica mediante generadores implica la adopción de medidas de seguridad similares a las obligadas en caso de suministro de red. Tales medidas son la disposición de una adecuada toma de tierra

y los dispositivos de protección contra contactos eléctricos indirectos de tipo diferencial.



Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna. Se utiliza habitualmente en lugares donde no hay suministro a través de la red eléctrica, por inexistencia de infraestructuras, cuando hay déficit en la generación de dicha energía o cuando hay corte en el suministro eléctrico y es necesario mantener la actividad.

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes fundamentales:

- **Motor.** El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Los motores pueden ser de gasolina y de gasoil (diésel), éstos últimos generalmente más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.
- **Regulación del motor.** El regulador del motor es un dispositivo mecánico previsto para mantener un régimen de funcionamiento constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.
- **Alternador.** La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.



Figura 7

Generador de obra

- **Sistema eléctrico del motor.** Este sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una o varias baterías libres de mantenimiento (acumuladores de plomo), si bien se pueden instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manómetro que indica la presión del aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.
- **Sistema de control.** Puede tener distintas configuraciones, y sirve para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el grupo electrógeno.
- **Interruptor automático de salida.** Para proteger al alternador, el generador cuenta con un interruptor automático de salida, adecuado para el modelo y régimen de salida del grupo electrógeno, con control manual. En el caso de grupos electrógenos con control automático, la protección se efectúa mediante contactores adecuados al modelo y al régimen de salida.

Como elementos componentes del generador eléctrico tenemos además los siguientes conjuntos:

- **Sistema de refrigeración.** El sistema de refrigeración del motor evita su sobrecalentamiento, y puede actuar por medio de aire, agua o aceite. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua o aceite consta de un radiador y un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.
- **Depósito de combustible y bancada.** El motor y el alternador irán acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. A la bancada irá acoplado el depósito de combustible, que deberá tener una capacidad mínima que permita 8 horas de funcionamiento a pleno rendimiento.
- **Sistema de aislamiento de la vibración.** El grupo electrógeno está dotado de tacos especialmente diseñados para absorber y reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador. Estos aisladores deben estar colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.
- **Silenciador y sistema de escape.** El silenciador y el sistema de escape tienen por misión reducir la emisión de ruidos producidos por el motor, y evacuar correctamente los gases procedentes de la combustión interna del motor. Es necesario cuidar la evacuación de gases procedentes del motor para evitar acumulaciones de  $\text{CO}_2$ , o incluso  $\text{CO}$ .

- **Otros accesorios instalables en un grupo electrógeno.** Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Estos dispositivos, constituidos a base de tarjetas electrónicas y mecanismos magnéticos, controlan la entrada de combustible al motor y regulan el régimen de revoluciones del mismo para mantener un suministro eléctrico uniforme.

## 2.2. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra es la conexión eléctrica directa, sin fusibles ni elementos de corte alguno, de un circuito eléctrico, (por ejemplo todas las partes metálicas de un edificio) mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Las puestas a tierra se establecen para limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas y asegurar la intervención de los dispositivos de protección.

Las masas metálicas se conectan a tierra mediante un conductor de mínima resistencia, con el fin de reducir al máximo la posible tensión que pueda tener una masa metálica y facilitar así el paso de la corriente de fuga.



Las masas metálicas se conectan a tierra mediante un conductor de mínima resistencia, con el fin de reducir al máximo la posible tensión que pueda tener una masa metálica y facilitar así el paso de la corriente de fuga.



Para que una toma de tierra sea eficaz debe ser capaz de transmitir la posible derivación eléctrica a tierra antes de que llegue al usuario o, si llega, que la intensidad no sea dañina. Para ello es necesario medir la resistencia eléctrica de la tierra y garantizar las condiciones de la puesta a tierra. La resistencia máxima de la tierra deberá ser inferior a 2 ohmios, que deberá ser garantizada mediante las oportunas mediciones por un técnico autorizado. Este valor está definido en la ITC-BT-18.

Las partes metálicas de una instalación que no están normalmente en tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, son:

- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos, de los transformadores, motores y máquinas.
- Las puertas metálicas y de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas
- Las casetas metálicas de obra que dispongan de instalación eléctrica
- Las columnas, soportes, pórticos,
- Las tuberías y conductos metálicos
- Toda máquina eléctrica que trabaje a tensiones superiores a 24 V

Los elementos de una puesta a tierra son: tierra, toma de tierra, borne de puesta a tierra y conductores de protección.

## 2.2.1 TIERRA

Es el elemento al que se llevará la electricidad en caso de derivación eléctrica. Necesitamos un terreno con unas adecuadas características, ya que deberá ser capaz de disipar las derivaciones de energía eléctrica que pueda recibir, es decir deberá presentar una buena conductividad (facilidad al paso de la electricidad a su través). La característica inversa a la conductividad es la resistividad. Ambas dependen de la composición del suelo, de la humedad, de la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas, la temperatura o la presión. Como referencia, un suelo a base de terreno cultivable tiene una resistividad de 50 ohmios-metro, y un suelo de oca granítica, una resistividad de 14.000 ohmios-metro.

## 2.2.2 TOMA DE TIERRA

Se trata de unos electrodos formados por:

- **Barras o tubos:** las barras deberán tener un buen contacto con la tierra. Según el REBT, las barras o **picas** deberán tener una longitud de 2 metros y un diámetro de 16 milímetros.



Figura 8  
Pica de tierra



Figura 9  
Pletina de tierra

**- Pletinas o conductores desnudos**

**- Placas.** Las placas deberán ser de cobre, con unas dimensiones de 50x50x2,5 (centímetros)

**- Anillos o mallas metálicas** constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones

**- Armaduras de hormigón enterradas,** con excepción de las armaduras pretensadas

**- Otras estructuras enterradas** que se demuestre que son apropiadas

### 2.2.3 BORNES DE PUESTA A TIERRA

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al que deberán unirse los conductores siguientes:

**- Conductores de tierra**

**- Conductores de protección**

**- Conductores de unión equipotencial principal**

**- Conductores de puesta a tierra funcional,** si fueran necesarios

#### 2.2.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.



Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos.

### 2.3. CUADRO PROVISIONAL DE OBRA

#### 2.3.1 CUADRO GENERAL

Es el primer elemento que permite la distribución de la energía eléctrica ya dentro de la obra. Está sujeto a la instalación por personal cualificado y deberá cumplir las especificaciones de la reglamentación vigente.



Figura 10  
Cuadro de obra



El cuadro general es el primer elemento que permite la distribución de la energía eléctrica ya dentro de la obra. Está sujeto a la instalación por personal cualificado y deberá cumplir las especificaciones de la reglamentación vigente.

El cuadro eléctrico principal de obra es un armario en cuyo interior se disponen diferentes elementos de la instalación eléctrica como son diferenciales, magnetotérmicos, tomas de corriente, etc. Como todo elemento de la instalación, deberá disponer de un índice de protección, como mínimo, IP45. Además, los cuadros de obra contarán con una protección contra impactos mínima de 6 julios (resistencia mecánica).

En su interior debe existir una placa de características que informe, como mínimo de los siguientes aspectos:

- Nombre del fabricante.
- Designación del tipo o número de identificación.

Figura 11  
Detalle de índice de protección




- Indicación de la Norma IEC 60439-4.
- Naturaleza y valor de la intensidad (frecuencia en caso corriente alterna)
- Tensiones asignadas de empleo.
- Grado de protección.
- Peso (si es superior a 50 kg).
- Declaración de conformidad.

La aparamenta interior debe estar protegida mediante una puerta con llave con el fin de que los dispositivos instalados en el interior sólo sean accesibles al instalador o persona competente responsable. De esta manera se evita la manipulación y desconexión de las protecciones de la instalación eléctrica.

En la puerta del cuadro se colocará una señal indicativa de riesgo eléctrico.

Los cuadros eléctricos principales deberán disponer de un dispositivo que asegure el seccionamiento y el corte omnipolar en carga y que sea fácilmente accesible desde el exterior. El dispositivo de corte más utilizado es la denominada "seta de emergencia" o pulsador de seguridad.



En la puerta del cuadro se colocará una señal indicativa de riesgo eléctrico.

Figura 12  
Seta de emergencia



Las envolventes de los cuadros eléctricos provisionales de obra deben estar conectados eléctricamente a tierra, así como las máquinas y equipos eléctricos que lo requieran. Además, se recomienda la colocación de un extintor de CO<sub>2</sub> en las proximidades del cuadro.

Figura 13  
Extintor de CO<sub>2</sub>



Dado que es el elemento que permite la distribución de la energía eléctrica desde la acometida a los distintos puntos de consumo, deberá contar con los siguientes componentes:

#### Tomas de corriente

Deberán tener unos índices de protección mínimos IP45 e IK08 que permiten su uso en intemperie.

No se deben permitir las conexiones a la base de enchufe con terminales desnudos, debiendo utilizarse para ello las clavijas correspondientes

Las clavijas de conexión del cuadro deben conectarse y desconectarse sin tensión. Para ello, una posibilidad es instalar las denominadas “mariposas de corte” que impiden la conexión y desconexión mientras exista tensión debido al enclavamiento de la clavija. Mediante un simple giro elimina la tensión y desbloquea la toma de corriente.



Deberán tener unos índices de protección mínimos IP45 e IK08 que permiten su uso en intemperie.



Figura 14 (izqda.)  
Conexión incorrecta

Figura 15 (dcha.)  
Conexiones correctas





Figura 16  
Protector magnetotérmico

### Protectores magnetotérmicos

La función del magnetotérmico, es la de limitar la intensidad máxima que circulará por un circuito o cable. Este dispositivo está preparado para interrumpir la corriente en caso de que la intensidad supere el máximo permitido por el propio dispositivo o el cable unido a él. El cable debe soportar una intensidad mayor al valor del magnetotérmico. Ello es debido a que este dispositivo de seguridad debe provocar el corte de la corriente eléctrica antes de que el cable se caliente y se queme.

Además, ante un cortocircuito, saltará el magnetotérmico al superarse la intensidad máxima que soporta el mismo.

### Protectores diferenciales

Este dispositivo de seguridad está diseñado para cortar la corriente eléctrica cuando detecte una derivación, es decir, cuando se produzca una pérdida de electricidad que pueda causar un contacto eléctrico a cualquier trabajador.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente debe estar protegida por dispositivos diferenciales de corriente residual asignada igual, como máximo, a 30 mA. Además estarán protegidas contra sobre intensidades por interruptores automáticos de corte omnipolar y tendrán conexión a tierra.

Figura 17 (izqda.)  
Sensibilidad del protector diferencial (30 mA) correcta

Figura 18 (dcha.)  
Sensibilidad del protector diferencial (300 mA) incorrecta



### 2.3.2 CUADRO SECUNDARIO

Es el siguiente punto de distribución de la electricidad en una obra, y consta de los mismos elementos que un cuadro principal. Deberá contar con la protección adecuada para su uso en intemperie (según el REBT, mínimo IP45).



Cada base o grupo de bases de toma de corriente debe estar protegida por dispositivos diferenciales de corriente residual asignada igual, como máximo, a 30 mA.

## 2.4. CONDUCTORES Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

Son los elementos que permiten llevar la energía eléctrica desde las tomas de corriente hasta los puntos de consumo, o bien desde la acometida al cuadro principal, o desde éste a los secundarios. Deben cumplir las especificaciones recogidas en el REBT.

Los cables eléctricos son los encargados de transportar la energía eléctrica. Según la ITC BT 1 están constituido por:

- Uno o varios conductores aislados.
- Su eventual revestimiento individual.
- La eventual protección del conjunto, coloquialmente conocido como manguera.
- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados

El número de conductores variara en función del tipo de corriente que tengamos.

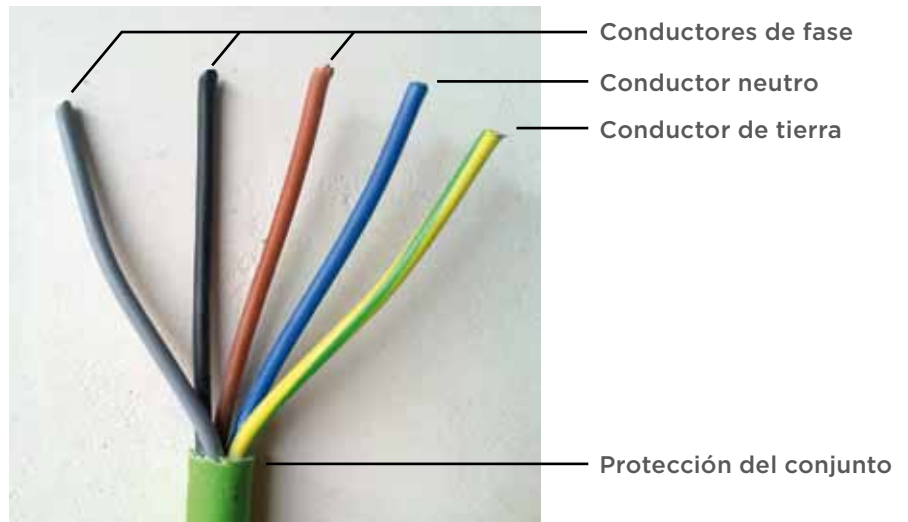
Así, podemos distinguir:

- **Monofásicos:** Compuesto por fase y neutro
- **Trifásicos:** Compuesto por 3 fases, con posibilidad de neutro.

En ambos casos pueden tener conductor de tierra.

**Figura 19**

Diferenciación de los conductores por los colores



El revestimiento de los conductores, así como la de protección de conjunto, tiene una doble función. Por un lado es aislante y por otro los conductores son fácilmente identificables, especialmente en lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección (tierra), por medio de los colores que presentan dichos aislamientos.

- Cuando exista conductor neutro identificará con el color azul claro.
- Al conductor de protección (tierra) se le identificará con el color verde-amarillo.
- Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro
- Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris,

El color del revestimiento del conjunto nos indicará si es libre de halógenos (color verde) o no (color negro).

#### 2.4.1 DENOMINACIÓN DE UN CABLE

Según requisitos de la ITC-BT-24 los cables a emplear en obras en instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 ó UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.

Por ello se hace necesario interpretar la denominación de un cable. Los sistemas de designación de los cables para las obras de construcción vienen definidos en la norma UNE 20434. Así, podemos encontrarlos, por ejemplo, cables con la siguiente denominación y significado:



El revestimiento de los conductores, así como la de protección de conjunto, tiene una doble función. Por un lado es aislante y por otro los conductores son fácilmente identificables.

### H07 RN-F 3G 4

**H:** Cable armonizado.

**07:** Tensión nominal 450/750 V.

**R:** Aislamiento de caucho natural.

**N:** Cubierta de policloropreno .

—: No es plano.

**(Por omisión):** de cobre.

**F:** Flexible

**3:** Tres conductores.

**G:** Conductor de tierra (verde/amarillo).

**4:** Sección de 4 mm<sup>2</sup>

### 2.4.2 CUIDADOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Los cables eléctricos están expuestos a agresiones mecánicas en las obras. Por tanto, debemos fijar nuestra atención en su estado de conservación.

En caso de deterioro no deben de repararse con cinta aislante, debido a que dicho producto se degrada con el tiempo y las condiciones climatológicas, no asegurándose, por tanto, su estanqueidad.

**Figura 20**  
Defecto de aislamiento



Las reparaciones solo las realizará personal autorizado y con sistemas que garanticen una protección eficaz.

Para evitar estas agresiones a los diferentes cables, se pueden tomar medidas como el soterramiento de los mismos y, en la medida de lo posible, realizar instalaciones aéreas, las cuales deberán estar a una altura mínima de 2 m, elevándose a 6 m si hay paso de vehículos.

También es posible que dichos cables sufran deterioros debidos a una sobreintensidad. Esto es debido a que se hace circular por ellos una intensidad superior a la que están diseñados para soportar. A modo indicativo podemos facilitar la siguiente tabla sobre secciones mínimas para distintas intensidades:

Intensidad	Sección del conductor
10	1,5 mm <sup>2</sup>
16	2,5 mm <sup>2</sup>
20	4 mm <sup>2</sup>
25	6 mm <sup>2</sup>

Los principales problemas que vamos a encontrar en el uso de estos elementos son:

**- Cable de sección no adecuada.** Una sección pequeña del cable para la potencia de los receptores producirá dos problemas, por un lado tendremos una fuerte caída de tensión que puede producir averías y funcionamientos incorrectos en los equipos de trabajo y, por otro, existe la posibilidad de que se caliente demasiado destruyendo el aislamiento del mismo.



En caso de deterioro de los cables no deben de repararse con cinta aislante, debido a que dicho producto se degrada con el tiempo y las condiciones climatológicas.

- **Cable de material no adecuado.** Un material inadecuado puede producir fallos en el aislamiento del conductor.
- **Cable dañado.** Se retiraran todos los cables dañados o se realizaran conexiones correctas entre ellos.

### IMPORTANTE

Un cable con el aislamiento deteriorado puede producir contactos eléctricos.

## 2.5. BASES Y CONEXIONES

Aparecidas en el siglo XIX, las tomas de corriente surgen de la necesidad esencial de conectar temporalmente aparatos móviles.


Una conexión está compuesta por una hembra, que es la portadora de tensión, y por un macho que es el que está conectado al equipo móvil.

Es obvio que las dimensiones y formas de las clavijas han de estar normalizadas para poder intercambiar machos y hembras de diferentes fabricantes. Estas dimensiones varían en función del amperaje que soportan y del número de conductores.

Los accesorios deben de estar diseñados y contruidos de forma que en uso normal su funcionamiento sea seguro y sin peligro para el usuario o entorno.

Asimismo, han de garantizar la estanqueidad del circuito, evitar la entrada de objetos y la rigidez dieléctrica del circuito.

Para definir la clavija necesaria, se han de conocer dos características fundamentales, voltaje a la que se va a conectar y corriente que va a circular por ella.



Para definir la clavija necesaria, se han de conocer dos características fundamentales, voltaje a la que se va a conectar y corriente que va a circular por ella.

#### Tensión de funcionamiento

Se establecen los siguientes rangos de tensiones de funcionamiento preferentes:

Tensiones de funcionamiento		
20 -25	40-50	100-130
200-250	277	380-415
440-460	480-500	600-690



Intensidad de funcionamiento

La norma de referencia hace mención a dos series diferentes de amperajes:

Serie I A	Serie II A
16	20
32	30
63	60
125	100
250	200

Como norma general se usará la serie I.

2.5.1 TIPOS DE CONEXIONES

Se pueden clasificar los distintos elementos en función de diversas variables:

- Según el propósito:

- Clavijas.
- Bases de toma de corriente.
- Tomas móviles.
- Bases de conectores.

- Según el grado de protección: (norma CEI 60529)

- Protegidos contra proyecciones de agua.
- Protegidos contra inmersión.

- Según la presencia de contactos de puesta a tierra.
  - Con contacto de puesta a tierra.



Figura 21

Clavija monofásica con contacto de puesta a tierra



Figura 22

Clavijas trifásicas con contacto de puesta a tierra  
(Sin neutro y con neutro)

- Sin contacto de puesta a tierra.

En caso de no tener conductor de protección de tierra, deberá disponer de doble aislamiento.

**Figura 23**

Clavija monofásica sin contacto de puesta a tierra



**Figura 24**

Detalle de doble aislamiento en clavija monofásica sin contacto de puesta a tierra



- Según el modo de conexión del cable.
  - Desmontables.
  - No desmontables.
  
- Según la presencia o no de enclavamiento.
  - Sin enclavamiento.
  - Con enclavamiento mecánico.
  - Con enclavamiento eléctrico.

## 2.5.2 MARCAS E INDICACIONES

Los accesorios deben de llevar las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada en amperios.
- La tensión asignada de funcionamiento o el rango en voltios.
- El símbolo para la naturaleza de la alimentación,
- Si el accesorio no está destinado a la vez para corriente alterna y corriente continua, o si el accesorio está destinado para corriente alterna a frecuencias distintas de 50 o 60 Hz, o si las características nominales son diferentes para la corriente alterna y la corriente continua.
- La frecuencia asignada cuando ésta es superior a 60 Hz.
- El nombre o la marca de fábrica del fabricante o del vendedor responsable.
- La referencia de tipo que puede ser un número de catálogo.
- El símbolo del grado de protección, si es aplicable.
- El símbolo que indica la posición del contacto de tierra o los medios utilizados para asegurar la intercambialidad, si existen.

- A \_\_\_\_\_ amperios
- V \_\_\_\_\_ voltios
- Hz \_\_\_\_\_ hertzios
- ~ \_\_\_\_\_ corriente alterna
- == \_\_\_\_\_ corriente continua
- ⊕ (preferente) o ⊥ \_\_\_\_\_ tierra
- ⚠ una gota en un triángulo \_\_\_\_\_ construcción protegida contra las proyecciones de agua
- 💧 (dos gotas) \_\_\_\_\_ construcción estanca a la inmersión
- IPXX (cifras correspondientes) \_\_\_\_\_ grados de protección según la Norma CEI 60529

El color de la clavija de conexión nos indicará el voltaje que soporta.

Tensión asignada de funcionamiento (V)	Color
20 a 25	Violeta
40 a 50	Blanco
100 a 130	Amarillo
200 a 250	Azul
380 a 480	Rojo
500 a 690	Negro

Para las frecuencias de 60 a 500 Hz, el color verde puede utilizarse, si es necesario, en combinación con el color que indica la tensión asignada de funcionamiento. En los países donde se emplean los accesorios de corriente asignada de la serie II, en corriente alterna, el color naranja está reservado a los accesorios para 125/250 V y el color gris a los accesorios para 277 V.

## 2.6. LOS CÓDIGOS IP E IK

En el presente manual se ha venido indicando la necesidad de que determinados dispositivos o elementos dispusieran de unos índices de protección. Estos índices denominados IP e IK describen, respectivamente los grados de protección contra los sólidos y líquidos (grado de protección IP) y contra los impactos mecánicos (grado de protección IK).

Estos valores hacen referencia a la protección de los materiales y equipos que haya en el interior de las envolventes (también puede darse para envolventes vacías).

En las siguientes tablas se indican los distintos valores con su correspondiente significado.



Los valores IP e IK hacen referencia a la protección de los materiales y equipos que haya en el interior de las envolventes.

### 2.6.1 CÓDIGO IP

Este grado de protección contra sólidos y líquidos está recogido en la norma UNE 20324. Viene indicado por dos dígitos (el primero para sólidos y el segundo para líquidos) y, adicionalmente, de forma opcional, se añade una letra con objeto de proporcionar información suplementaria.


Cifra	1ª cifra del código IP
	Descripción abreviada
0	No protegida
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12 mm
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm
5	Protegida contra la penetración de polvo
6	Totalmente estanco de polvo

Cifra	2ª cifra del código IP
	Descripción abreviada
0	No protegida
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)
4	Protegida las proyecciones de agua
5	Protegida contra los chorros de agua
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa
7	Protegida contra los efectos de la inmersión
8	Protegida contra la inmersión prolongada

Letra	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano tal como la mano (pero no permite una penetración deliberada). Prueba con: esfera de 50 mm
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80 mm. Prueba con: dedo de 12 mm d diámetro y 80 mm de longitud.
C	Herramientas, alambres, etc., con diámetro o espesor superior a 2,5 mm. Prueba con: varilla de 2,5 mm de diámetro y 100 mm de longitud.
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm. Prueba con: varilla de 1 mm de diámetro y 100 mm de longitud.



En algunos casos, las cifras características pueden sustituirse por símbolos, tal y como se indica en la siguiente tabla:

Primera cifra	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
Segunda cifra	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros
NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tiene símbolo para su representación			

## 2.6.2 GRADO IK

Este sistema de codificación indica el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los impactos mecánicos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior. Este grado de protección está recogido en la norma UNE-EN 50102.

Grado IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05
Energía (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7
Masa y altura de la pieza de golpeo	--	0,2 Kg 70 mm	0,2 Kg 100 mm	0,2 Kg 175 mm	0,2 Kg 250 mm	0,2 Kg 350 mm
Grado IK	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10	
Energía (J)	1	2	5	10	20	
Masa y altura de la pieza de golpeo	0,5 Kg 200 mm	0,5 Kg 400 mm	1,7 Kg 295 mm	5 Kg 200 mm	5 Kg 400 mm	





01

02

03

04

05

06

# TRABAJOS EN CONDICIONES ESPECIALES



## TRABAJOS EN CONDICIONES ESPECIALES

### 3.1. TRABAJOS EN PROXIMIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

Una de las situaciones más importantes que hay que resolver con carácter previo a la ejecución de los trabajos en las obras de construcción es la de determinar las posibles interferencias con líneas eléctricas aéreas.

La primera acción que se ha de considerar ante dicha circunstancia es determinar, mediante el acuerdo con el titular del servicio afectado (en general, la compañía suministradora), la solución que se debe adoptar frente a dichas interferencias.

Dentro de estas posibles soluciones la opción más conveniente es el corte o desvío del suministro



Con objeto de evitar los riesgos asociados a la presencia de instalaciones para el suministro de electricidad en el área de actuación de la obra, se deben adoptar las medidas más adecuadas desde el punto de vista de la seguridad y la salud de los trabajadores. A tal fin, el corte del suministro o el desvío de las instalaciones son las soluciones adecuadas.

Cuando no sea posible la anulación del suministro, se considerarán las alternativas encaminadas a la protección de los trabajadores frente a las situaciones de riesgo que se puedan derivar.

La realización de trabajos en la proximidad de instalaciones en tensión y el consiguiente riesgo de contacto con elementos bajo tensión accesibles conlleva un alto grado de peligrosidad que, unido a unas condiciones atmosféricas desfavorables, potencia la probabilidad de que se produzcan accidentes laborales.

El riesgo es particularmente grave si, además de no percibirse con la suficiente antelación, no se adoptan a tiempo las medidas preventivas pertinentes.

Por ello, ante la presencia de líneas eléctricas aéreas se recomienda realizar un estudio detallado de la situación, analizando los movimientos de máquinas, equipos y materiales que pudieran entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro.

Si los resultados obtenidos lo hacen necesario, se deben prever las actuaciones oportunas para delimitar o restringir los movimientos y desplazamientos de las máquinas, de manera que éstas trabajen dentro de unas zonas seguras, sin invadir las zonas de peligro en las situaciones más desfavorables (máximas elevaciones o desplazamientos de las partes móviles), teniendo en cuenta también las mayores oscilaciones de los cables y de las cargas suspendidas.

Para la delimitación de las zonas de trabajo seguras se fijan unas distancias de seguridad que se recomienda no sobrepasar durante la realización de aquellas tareas en las que las máquinas, los equipos o los materiales sustentados en ellas tengan una longitud suficiente para entrar en contacto con elementos en tensión o generar un arco eléctrico entre ellos.

Estas distancias tienen un valor diferente en función de que los trabajos se lleven o no a cabo con la supervisión de un trabajador autorizado.

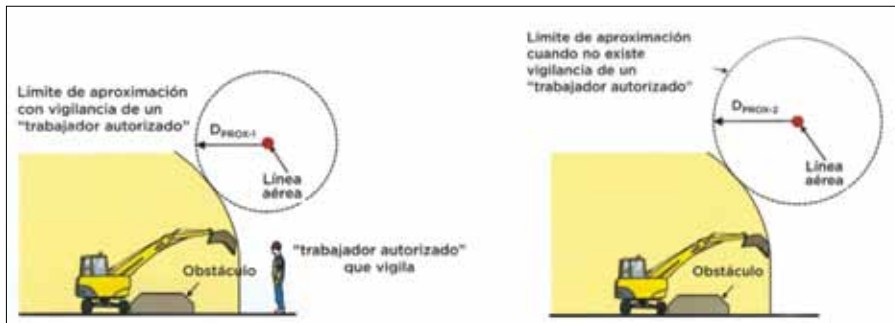


Figura 25  
Límites de aproximación  
( $D_{PROX-1}$  y  $D_{PROX-2}$ ) a una línea  
eléctrica aérea

En el caso de que no exista vigilancia por parte de un trabajador autorizado, la distancia ( $D_{PROX-2}$ ) hasta el límite exterior de la zona de proximidad (espacio de seguridad establecido alrededor de cualquier elemento en tensión) de una línea eléctrica aérea en tensión que no debe ser rebasada por ningún trabajador, sea con su cuerpo o con las herramientas, equipos de trabajo (por ejemplo, aparatos elevadores), dispositivos o materiales que manipula, no será inferior a:

- **3 m**, si la tensión nominal de la instalación es menor o igual a 66.000 voltios.
- **5 m**, si la tensión nominal de la instalación es superior a 66.000 voltios e inferior o igual a 220.000 voltios.

En el caso de una instalación de baja tensión (inferior a 1.000 voltios en corriente alterna), esta distancia límite de proximidad entre los elementos en tensión y los equipos o máquinas manejados por personas será, como mínimo, de 3 m.



### Zonas de proximidad según el Real Decreto 614/2001

La zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente ésta última.

Los trabajos en proximidad son los que puede realizar el trabajador en la zona definida como de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo con las herramientas, equipos o dispositivos que manipula.

Las distancias mínimas de seguridad que se deben mantener donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo de arco eléctrico o contacto directo con el elemento en tensión vienen dadas por la intensidad y se representan en la siguiente tabla:

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

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

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

El trabajador debe permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

Antes de iniciar los trabajos en proximidad es necesario que se determine su viabilidad:

- En baja tensión ésta se debe determinar por un trabajador autorizado.
- En alta tensión debe ser determinada por un trabajador cualificado.

Si el trabajo puede realizarse en condiciones adecuadas de seguridad, se deben reducir al máximo el número de elementos que permanezcan en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, utilizando para ello: pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes.

Asimismo, pueden adoptarse medidas preventivas encaminadas a restringir los movimientos de las partes móviles de las máquinas con la finalidad de lograr el control del riesgo eléctrico generado en aquellas situaciones en las que los equipos pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra.



La zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

El trabajador debe permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

Se proponen, a modo de ejemplo, tanto la colocación de barreras de eficacia protectora garantizada entre las líneas eléctricas y las máquinas (Figura.....), como la instalación de dispositivos en los propios equipos que limiten la amplitud del movimiento de sus partes móviles.

Sin embargo, en ambos casos es esencial considerar la presencia de un trabajador autorizado que vigile las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Por otro lado, en el caso de que algunos de los equipos utilizados en la obra tuvieran que circular bajo el tendido eléctrico aéreo en tensión, se recomienda tanto señalar tal circunstancia durante el tiempo que dure esta situación, como instalar, por ejemplo, pórticos de seguridad, que impidan el acceso de aquellos equipos cuya altura sea susceptible de generar accidentes por contacto con la línea eléctrica o por la generación de un arco eléctrico.



**Figura 26**

Movimiento de máquinas en presencia de línea eléctrica aérea de A.T.

Protección física con redes instaladas delimitando la zona de seguridad de la línea de A.T.



**Figura 27**

Pórtico limitador de altura.

**Figura 28**

Pórtico y señalización de altura en presencia de línea eléctrica aérea.



Otra opción es colocar unos sensores que detectan si los camiones o las cargas que transportan superan la altura permitida, y por tanto, la distancia de seguridad no se respeta. En función de la altura del vehículo, unos semáforos permiten o no, el paso de los mismos. Complementando los semáforos se puede conectar

un aviso acústico para avisar al operador de la maquinaria o conectarse una barrera automática.



Figura 29

Modelos de semáforos para regular el paso de la maquinaria.

Respecto al trabajo con una grúa torre y a su correcto emplazamiento en una obra es necesario cumplir las exigencias establecidas en la reglamentación de aplicación: la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones, aprobado por el Real Decreto 836/2003.

Con objeto de que durante la ejecución de la obra se eviten incompatibilidades derivadas de un emplazamiento inadecuado de la grúa torre (interferencias con líneas aéreas, con otras grúas, etc.), es necesario que, en la fase previa de organización de dicha obra, se identifiquen las necesidades productivas de ésta en referencia al número de grúas que deberán disponerse para el movimiento y transporte de los materiales.

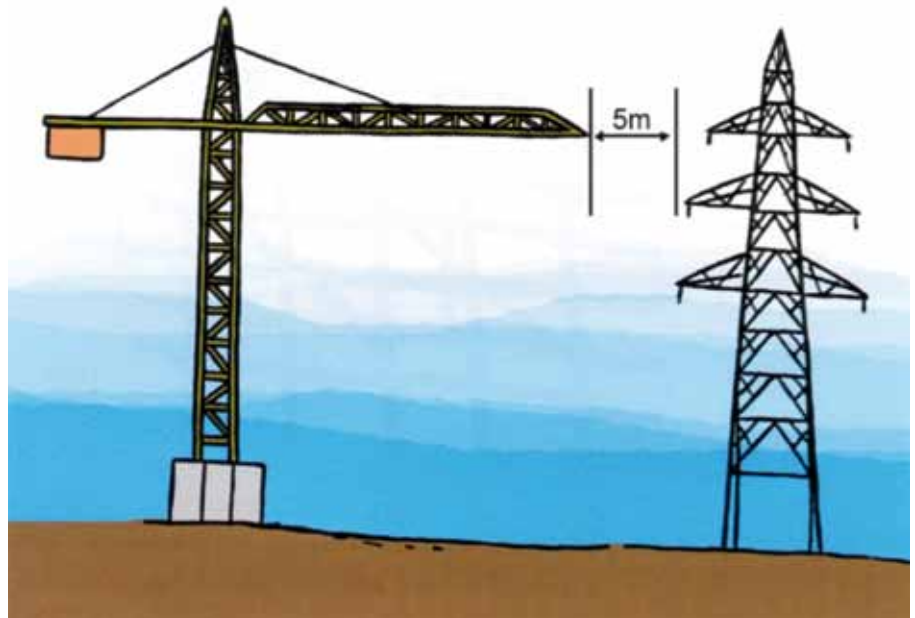
Para satisfacer estas necesidades productivas e integrar los criterios preventivos exigibles para el control de los riesgos asociados a la utilización de este tipo de equipos, es preciso establecer una coordinación previa con la empresa instaladora de la grúa.

En particular, para el correcto emplazamiento de la grúa, se deben tener en cuenta, entre otros requisitos recogidos en la legislación anteriormente citada, el de que "en ningún momento cualquier parte de la grúa así como las cargas suspendidas de la misma pueden entrar en contacto con líneas eléctricas.

Si estas líneas eléctricas son de alta tensión, tiene que existir, entre estas líneas y cualquiera de estos elementos, un espacio de seguridad de 5 m, como mínimo, medidos en su proyección horizontal" (Figura...).

**Figura 30**

Distancia de seguridad de la grúa torre a las líneas eléctricas aéreas.  
Fuente: Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico del Real Decreto 614/2001.



El operador de aparatos elevadores, alertará de cualquier anomalía en las protecciones previstas al responsable de la obra.

Qué hacer ante un contacto eléctrico directo en el trabajo con máquinas.

- Si la máquina entra en contacto con una línea de alta tensión, el operador debe **PERMANECER DENTRO DE LA MISMA.**
- **MANTENER LA CALMA.** No debería existir riesgo mientras se permanezca a un voltaje constante dentro de la cabina.
- Hay que mantener a cualquier persona del entorno, alejada de la máquina, carga o cualquier otra parte que esté en contacto con la misma, como por ejemplo los cables de elevación en máquinas dedicadas a ese trabajo.
- Hay que intentar retirar la máquina del contacto con la línea y moverla a una distancia apropiada de la misma.
- Si no se puede retirar, el operador debe permanecer en la máquina, hasta que se desconecte la línea eléctrica.

Evacuación de emergencia.

- Si es necesario abandonar la cabina de la grúa antes de quitar la corriente de las líneas (como por ejemplo, en caso de incendio), hay que **SALTAR.**
- Evitar tener contacto con el suelo y la máquina al mismo tiempo, pues hacerlo podría ser mortal.
- No correr ni andar a grandes pasos. La corriente eléctrica va a tierra en forma de gradientes, y la diferencia de potencial entre gradientes puede matar.



- Andar lentamente o a pequeños saltos, manteniendo los pies juntos.
- Buscar ayuda médica mientras se despeja la zona de la máquina.

## BUENAS PRÁCTICAS PREVENTIVAS

Buena práctica preventiva en caso de contacto eléctrico de una máquina con una línea eléctrica aérea:

- Si la máquina entra en contacto con una línea de alta tensión, el operador debe permanecer dentro de la máquina.
- Mantener la calma. No debería existir riesgo mientras se permanezca a un voltaje constante dentro de la cabina.
- Hay que mantener a cualquier persona del entorno, alejada de la máquina, carga o cualquier otra parte que esté en contacto con la misma, como por ejemplo los cables de elevación en máquinas dedicadas a ese trabajo.
- Hay que intentar retirar la máquina del contacto con la línea y moverla a una distancia apropiada de la misma.
- Si no se puede retirar, el operador debe permanecer en la máquina, hasta que se desconecte la línea eléctrica.

#### Procedimiento seguro a realizar posteriormente al contacto eléctrico.

Hay que informar del accidente a los responsables de la obra, así como al propietario de las líneas de alta tensión, puesto que pudieran necesitar ser reparadas.

Asimismo, hay que verificar concienzudamente el estado de la máquina para asegurarse de que no existen daños derivados del contacto eléctrico. Si existen dudas, hay que contactar con el fabricante.

Por ejemplo, en el caso de maquinaria de elevación de cargas como pueden ser grúas torre y auto propulsadas, el cable de elevación podría tener que ser reemplazado.



Al comenzar los trabajos y, sobre todo, si se utiliza maquinaria móvil que pueda alcanzar grandes alturas, conviene determinar siempre, con la suficiente antelación, si existen riesgos derivados de la proximidad de líneas eléctricas aéreas.

## 3.2. TRABAJOS EN PROXIMIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS

En diferentes fases de la ejecución de una obra existe el riesgo de afectar una línea eléctrica subterránea, con el consiguiente riesgo para la salud del trabajador que ejecuta dicha actividad, o los trabajadores que están en proximidad.

### Actividades asociadas al riesgo eléctrico

En la actividad de obra podemos encontrar diferentes trabajos que pueden verse afectados por líneas eléctricas subterráneas. Entre ellas, las más significativas son los siguientes trabajos:

- Movimiento de tierras con maquinaria pesada como: retroexcavadoras, excavadoras giratorias y mini-excavadoras.
- Demoliciones y movimientos de tierras manuales, donde el operario emplea equipos de trabajo manuales como martillo neumático rompedor, pico manual, pala, rastrillo, etc.
- Cimentaciones, perforaciones y sondeos. En este tipo de trabajos se emplean diferentes máquinas que pueden entrar en contacto con líneas eléctricas soterradas. Ejemplos de estos trabajos son: pantallas de hormigón, pilotes, micro pilotes, sondeos e inyecciones.
- Perforación de túneles, pozos y galerías.



En diferentes fases de la ejecución de una obra existe el riesgo de afectar una línea eléctrica subterránea, con el consiguiente riesgo para la salud del trabajador que ejecuta dicha actividad, o los trabajadores que están en proximidad.

La actividad de obra donde podemos encontrar la afectación a una línea subterránea, es principalmente el movimiento de tierras y las demoliciones.

### Normas preventivas para evitar o minimizar el riesgo.

Al realizar trabajos en los que exista riesgo de contacto con líneas eléctricas soterradas podemos establecer, entre otras, como medidas preventivas las siguientes:

- Gestionar la forma de desviar o anular los servicios eléctricos afectados por la ejecución de la obra.
- Si no es posible desviar ni anular el servicio se debe evaluar el riesgo, en función de los trabajos a ejecutar (maquinaria, medios auxiliares, tiempo de exposición, trabajadores afectados).
- Utilizar localizadores de servicios subterráneos con el fin de localizar el punto exacto de las distintas líneas.
- Evitar útiles metálicos en localización de servicios.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

En el proyecto de la obra en uno de sus anejos se debe detallar todos los servicios afectados por la obra con el fin que todos los trabajadores conozcan la información necesaria que les permita disponer de un correcto conocimiento sobre la posible existencia y ubicación de posibles servicios subterráneos en el solar o recinto.

Además, el contratista podrá solicitar planos a las diferentes compañías de suministro, susceptibles de tener canalizaciones en el recinto de afectación de las obras; en caso de que existan servicios, se tendrá que gestionar su posible traslado o suspensión, antes del inicio de los trabajos.

Una vez conocida la localización de las diferentes conducciones eléctricas es obligatorio señalar adecuadamente su situación. Esta obligación viene recogida en el Real Decreto 1627/1997, en su anexo IV parte C, punto 10 B que señala que “Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente”

Figura 31

Ejecución de zanjas sin ningún tipo de señalización



Figura 32

Ejecución de zanjas, con señalización



Asimismo, se solicitará autorización a las distintas compañías suministradoras o autoridad competente en su caso, para poner fuera de servicio o anular aquellas instalaciones que puedan causar interferencias con los trabajos a realizar.

Cualquier tipo de manipulación que tenga que realizarse en estas conducciones, líneas o elementos accesorios, se llevará a cabo por personal de la propia Compañía Suministradora, o por compañías autorizadas.

En caso de no ser posible la descarga, o existen dudas del corte de tensión, se habrán de considerar los siguientes procedimientos:

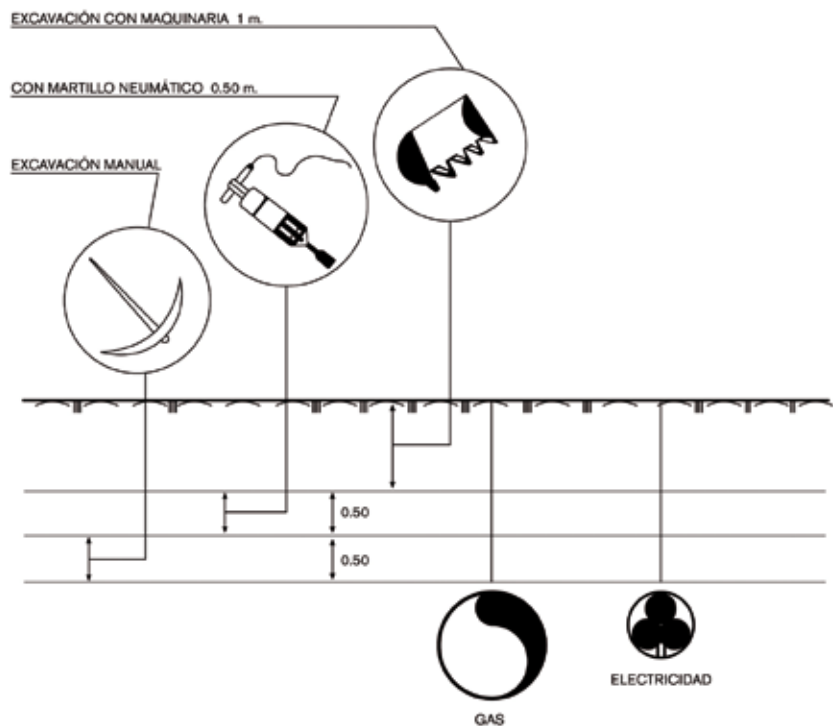
### 1. Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado, sistema de protección, etc.):

- Antes de empezar se tiene que hablar con la compañía para intentar dejar los cables sin tensión.
- Se podrá excavar con maquinaria de obras públicas hasta una distancia de un metro de la conducción.
- A partir de esta cota, y hasta 0,5 metros se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc.
- A partir de esta cota y hasta acceder a la protección de reja de plástico de color vivo, tocho, tubo, arena, etc. se pedirá autorización a la compañía, haciéndose servir pala manual.
- Los trabajos de excavaciones, apuntalamiento, cambios de emplazamiento y posterior protección, se efectuarán con el consentimiento de la compañía suministradora.

- Los trabajos citados anteriormente han de estar supervisados “in situ” por un responsable por parte de la Empresa Contratista
- Se utilizarán las protecciones individuales correspondientes: botas dieléctricas, casco dieléctrico, protección ocular, y calzado de seguridad aislante.
- En cualquiera caso es preceptivo el uso de detectores de campo, la realización de calas, al menos a dos puntos del trazado, por poder confirmar la posición de la línea. Una vez localizada, se dejará constancia de su existencia mediante hitos o señales apropiadas. Esta señalización se aprovechará para indicar su voltaje y el área de seguridad.

**Figura 33**

Detalle de las diferentes cotas a las que se puede trabajar con máquina de excavación, martillo neumático y excavación manual



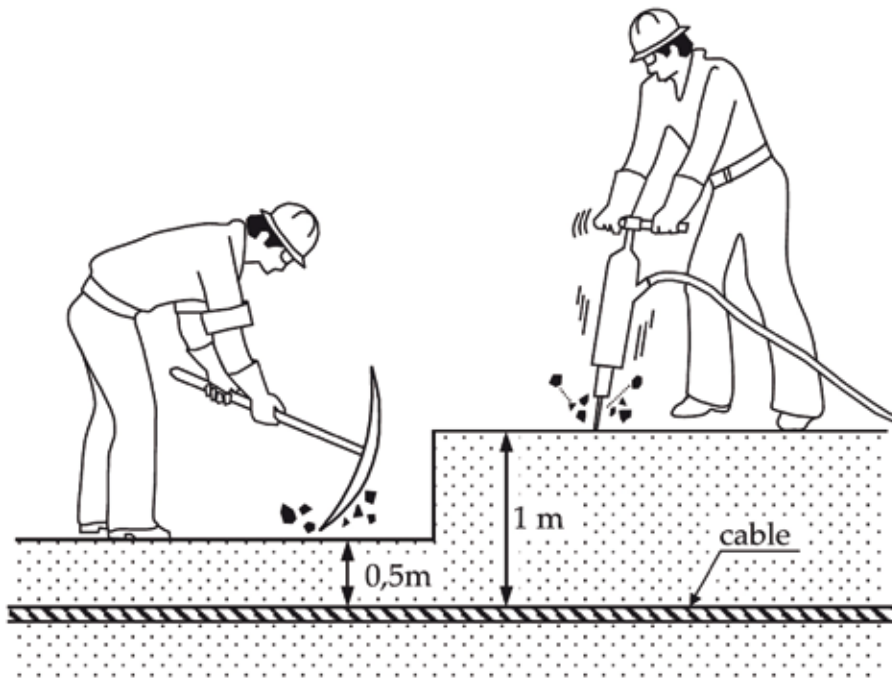


Figura 34

Detalle de las diferentes cotas a las que se puede trabajar con máquina de excavación, martillo neumático y excavación manual.

2. Conocida la existencia de la línea, pero no su trazado, profundidad y sistema de protección:

- Se tiene que solicitar a la compañía la información de la ubicación y tensión de la línea, así como de las medidas preventivas a tener en cuenta, en relación a los trabajos que se tienen que realizar.
- Si no nos ofrecen las garantías sobre la ubicación, se ha de operar de acuerdo con el punto anterior (conociendo el emplazamiento de la línea), pero solicitando la supervisión de una persona responsable cualificada de la compañía suministradora.
- De estas medidas el Jefe de Obra, o el Responsable de Seguridad, informará a todos los trabajadores afectados.





En cualquier caso donde haya líneas eléctricas soterradas, deben usarse detectores de campo, la realización de calas, al menos a dos puntos del trazado, por poder confirmar la posición de la línea. Una vez localizada, se dejará constancia de su existencia mediante hitos o señales apropiadas. Esta señalización se aprovechará para indicar su voltaje y el área de seguridad.

### 3. Desconociendo de la existencia de líneas.

Cuando se deben realizar trabajo como zanjas, por ejemplo para sustituir canalizaciones de agua, y con el fin de detectar los posibles cables eléctricos enterrados, antes de empezar estos trabajos (ya sea que estos se realicen de forma manual o con maquinaria), puede utilizarse un radio detector de campos eléctricos, como método de detección y evitar, con ello, el riesgo de contacto eléctrico.

Los trabajos de apertura de zanjas, se planificarán teniendo en cuenta la información obtenida con el radio receptor, preparando los planos y cartografías necesarias.

Figura 35

Sistemas de identificación de cables y fases para cables en tensión.



Se ha que informar a los trabajadores que en caso de afectación compañía re-alimenta automáticamente en unos minutos; si los trabajadores se encuentran cerca del cable afectado pueden sufrir daños graves como quemaduras.

## BUENAS PRÁCTICAS PREVENTIVAS

Para evitar o minimizar el riesgo en los trabajos en proximidad a líneas sote-radas en tensión, se deberán contemplar las siguientes normas:

- Conocer y consultar los planos del proyecto de la obra, pues deben detallar todos los servicios afectados por la obra.
- El contratista tras ser adjudicatario de la obra, debe recabar la información necesaria que le permita tener un correcto conocimiento sobre la existencia y ubicación de posibles servicios subterráneos en el solar o recinto.
- Cualquier tipo de manipulación que tenga que realizarse en estas conduc-ciones, líneas o elementos accesorios, se llevará a cabo por personal de la propia Compañía Suministradora, o por compañías autorizadas.
- La principal medida preventiva a tomar frente a las interferencias previstas, es efectuar las descargas de las líneas eléctricas
- Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado, sistema de protección, etc.) Se podrá excavar con maquinaria de obras públicas hasta una distancia de un metro de la conducción.

- A partir de esta cota, y hasta 0,5 metros se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc.

- A partir de esta cota y hasta acceder a la protección de reja de plástico de color vivo, tocho, tubo, arena, etc. se pedirá autorización a la compañía, haciéndose servir pala manual.

-Los trabajos de excavaciones, apuntalamiento, cambios de emplazamiento y posterior protección, se efectuarán con el consentimiento de la compañía suministradora.

-Los trabajos citados anteriormente han de estar supervisados “in situ” por un responsable por parte de la Empresa Contratista

-Se utilizarán las protecciones individuales correspondientes: botas dieléctricas, casco dieléctrico, protección ocular, y calzado de seguridad aislante.

-En cualquier caso es preceptivo el uso de detectores de campo, la realización de calas, al menos a dos puntos del trazado, por poder confirmar la posición de la línea. Una vez localizada, se dejará constancia de su existencia mediante hitos o señales apropiadas. Esta señalización se aprovechará para indicar su voltaje y el área de seguridad.

### 3.3. TRABAJOS EN AMBIENTES HÚMEDOS Y MOJADOS

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

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

Las finas capas conductoras líquidas que se forman sobre las superficies metálicas y aislantes en ambientes húmedos o mojados crean caminos nuevos, irregulares y peligrosos para la corriente. La infiltración de agua reduce la eficacia del aislamiento y, si el agua llega a penetrar en el aislamiento, puede provocar fugas de corriente y cortocircuitos.

Se trata de efectos que multiplican los riesgos para las personas. Así, este peligro justifica la necesidad de normas especiales para trabajar en ambientes duros, como emplazamientos a la intemperie.

Las obras de construcción en la medida que diversas fases se realizan a la intemperie, deben considerarse, en relación a las instalaciones, como húmedas y/o mojadas.



Las medidas de prevención a adoptar van dirigidas a evitar el riesgo eléctrico para los trabajadores en los ambientes húmedos y mojados dados la peligrosidad que implica la humedad y el agua frente a los contactos eléctricos directos e indirectos.

Además, se han de considerar actividades como las que se ejecutan en locales húmedos y mojados. Un ejemplo de ellas son las que se realizan en algunos espacios confinados donde las filtraciones de agua puedan producirse habitualmente. Como por ejemplo:

- Trabajos en alcantarillado y cloacas,
- Trabajos de instalación y reparación del saneamiento de aguas, etc.

Las medidas de prevención a adoptar van dirigidas a evitar el riesgo eléctrico para los trabajadores en estos ambientes, dado la peligrosidad que implica la humedad y el agua frente a los contactos eléctricos directos e indirectos.

**Figura 36**

Espacio confinado con presencia de agua. Local mojado



Una de las estas medidas, cuando estamos trabajando en ambientes húmedos o mojados es la de no manipular elementos eléctricos con las manos mojadas, para evitar accidentes por contacto eléctrico directo.

No hay que olvidar la necesidad del uso de calzado aislante por parte de los trabajadores. La Norma UNE-EN 50321:2000 es aplicable al calzado aislante de la electricidad utilizado para trabajos en o en proximidad de partes en tensión en instalaciones cuya tensión sea igual o inferior a 1000 V en corriente alterna.

Este calzado tiene por finalidad evitar el paso de una corriente peligrosa para las personas a través de los pies y se utiliza junto con otros equipos de protección aislantes tales como guantes o alfombrillas. Se caracteriza porque, en presencia de una descarga eléctrica de baja tensión, se polariza y se opone a la misma actuando de barrera para el usuario.

En los siguientes cuadros se especifican las características que deben tener las canalizaciones, conductores, aparamenta etc. para es tipos de instalaciones, para evitar el riesgo de electrocución a los trabajadores.

LOCALES HÚMEDOS	LOCALES MOJADOS
Si no se utiliza MTBS cumplirá lo siguiente:	Además de locales húmedos, lo siguiente:
CANALIZACIONES ELECTRICAS	
Grado de Protección IP-X1	Grado de Protección IP-X4
CONDUCTORES Y CABLES AISLADOS EN TUBOS	
Tensión 450/750 V en tubos: - Empotrados - De superficie (resit. Corrosión 3) UNE-EN 50086-1(int.Media-ext. Elev).	Tensión 450/750 V en tubos: - Empotrados - De superficie (resit. Corrosión 4) UNE-EN 50086-1 ( int. y ext. Elevada)
CABLES CON CUBIERTA EN CANALES AISLANTES	
- Canales instalados en superficie - Conexiones, empalmes y derivaciones en interior de cajas.	- Conductores tensión 450/750 V - Canales instaladas en superficie - Conexiones, empalmes y derivaciones en interior cajas
CABLES AISLADOS Y ARMADOS SIN TUBO PROTECTOR	
- Tensión 0,6/ 1 kV y discurrirán por: - Interior huecos de construcción - Fijados en superficie con dispositivos hidrófugos y aislantes.	- Tensión 0,6/ 1 kV y discurrirán por: - Interior huecos de construcción - Fijados en superficie con dispositivos hidrófugos y aislantes.

LOCALES HÚMEDOS	LOCALES MOJADOS
<b>APARAMENTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de protección IP-X1</li> <li>- Cubiertas y partes accesibles no metálica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se instalarán fuera del local</li> <li>- Si no es posible, IP-X4</li> </ul>
<b>RECEPTORES DE ALUMBRADO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de protección IP-X1</li> <li>- No serán de clase 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de protección IP-X 4</li> <li>- No serán de clase 0</li> </ul>
<b>APARATOS PORTÁTILES</b>	
Los de alumbrado serán Clase II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PROHIBIDO aparatos móviles y portátiles excepto:</li> <li>- Protegidos por separación de circuitos</li> <li>- Alimentados a MBTS</li> </ul>
<b>DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN</b>	
	Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que penetre en el local



GUIA BT – 30	
Locales húmedos	Locales mojados
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de p.a.t. tensión de contacto &lt; 24 V.</li> <li>- Evitar condensación o acumulación de agua en canalizaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones de p.a.t. tensión de contacto &lt; 24 V.</li> <li>- Evitar condensación o acumulación de agua en canalizaciones</li> </ul>
CANALIZACIONES ELECTRICAS (otros sistemas)	
BANDEJAS PORTACABLES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cables de tensión 0,6/ 1kV</li> <li>- Empalmes en interior de cajas que podrán estar soportadas por las bandejas</li> <li>- Resistencia a la corrosión CLASE 5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cables de tensión 0,6/ 1kV</li> <li>- Empalmes en interior de cajas IP-X4 que podrán estar soportadas por las bandejas</li> <li>- Cajas de empalme en intemperie IP-44</li> <li>- Resistencia a la corrosión CLASE 5</li> </ul>
CANALES METÁLICAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la corrosión como bandejas y tubos</li> <li>- Instalación en superficie</li> <li>- Conexiones en interior de cajas</li> <li>- Cable 0,6/ 1kV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la corrosión como bandejas y tubos</li> <li>- Instalación en superficie</li> <li>- Conexiones en interior de cajas</li> <li>- Cable 0,6/ 1kV</li> </ul>
INSTALACIONES A LA INTEMPERIE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ver ITC específica</li> <li>- Bandejas limitadas a recintos acceso restringido</li> <li>- a más de 2,5 m</li> <li>- Si hay paso de vehículos, 4 m ó altura de gálibo</li> </ul>	

En ningún caso se llevarán a cabo trabajos eléctricos sin estar capacitado y autorizado para ello. La instalación, modificación y reparación de las instalaciones y equipos eléctricos, así como el acceso a los mismos, es competencia exclusiva del personal de mantenimiento, que los llevará a cabo en todo caso haciendo uso de los elementos de protección precisos.

### Trabajos en colectores

Previo al trabajo se debería canalizar el agua con el fin de conseguir zonas secas de trabajo para minimizar el riesgo eléctrico

La instalación eléctrica debe ser de 24V y, preferentemente, debe discurrir por los hastiales, fuera del alcance de las aguas que transporta el colector.

Otra opción es la de utilizar un separador de circuitos, dejando fuera del colector las fuentes de energía e utilizar dispositivos de disparo contra contactos indirectos de alta sensibilidad.

En cualquier caso, es primordial conseguir zonas secas de trabajo desde el acceso al colector hasta la zona de trabajo.



En los colectores, por la presencia de agua, la instalación eléctrica debe ser de 24V y preferentemente debe discurrir por los hastiales fuera del alcance de las aguas que transporta el colector.

También puede utilizarse un separador de circuitos, dejando fuera del colector las fuentes de energía e utilizar dispositivos de disparo contra contactos indirectos de alta sensibilidad.



Figura 37

Detalle de entrada a un colector

### 3.4. TRABAJOS SUBACUÁTICOS

Cabe señalar que estos trabajos son de alta especialidad y que están incluidos en la lista no exhaustiva de trabajos especiales, dentro del RD 1627/1997.

Además, este tipo de trabajos están regulados por la Orden de 14 de Octubre de 1997, por la que se aprueba las Normas de Seguridad para el Ejercicio de Actividades Subacuáticas.

#### Actividades asociadas al riesgo eléctrico

Dentro de las obras de construcción podemos encontrar trabajos auxiliares que requieran la inmersión de trabajadores en ambiente subacuático; básicamente lo podemos englobar en las obras marítimas (puertos, diques, dragados, etc.) y en las actividades de soldadura bajo el agua o empleo de equipos eléctricos.

#### Medidas preventivas

Dentro de los trabajos subacuáticos, los relacionados con los riesgos eléctricos son, generalmente, trabajos de soldadura submarina. Ante este tipo de trabajos se deben considerar las siguientes medidas preventivas:

- Sólo se usarán máquinas y accesorios expresamente indicados para su utilización submarina.
- Deberá considerarse el peligro de explosiones e incendios en la zona de trabajo y en los compartimentos contiguos, tanto por el material que se encuentre en dicho compartimento, como por la acumulación de gases que producen el corte o la soldadura.

- Cuando se efectúen trabajos de corte o soldadura debajo del agua con equipos eléctricos, los buceadores deberán ir provistos de trajes secos.
- Deberá existir un interruptor de corte, operado por el personal ayudante.
- Nunca se empleará corriente alterna en equipos de corte o soldadura eléctricos submarinos.
- Deberá asegurarse de que el grupo electrógeno y chasis tienen buena toma a tierra.
- No se dirigirá el porta-electrodos de manera que apunte hacia uno mismo u otras personas.
- Todas las partes del cable sumergido deberán estar perfectamente aisladas.



Dentro de las obras de construcción podemos encontrar trabajos auxiliares que requieran la inmersión de trabajadores en ambiente subacuático; básicamente lo podemos englobar en las obras marítimas (puertos, diques, dragados, etc.) y en las actividades de soldadura bajo el agua.



En trabajos submarinos, sólo se usarán equipos de trabajo y accesorios expresamente indicados para su utilización submarina. Los equipos eléctricos bajo el agua, deben ser expresamente indicados para su uso submarino, estar perfectamente aislados y con las protecciones en perfecto estado.



**Figura 38**

Trabajos de corte y soldadura subacuáticos.

### 3.5. TRABAJOS BAJO CAMPOS MAGNÉTICOS

Una corriente eléctrica alterna se define como el movimiento de electrones en una misma dirección, usualmente a través de un alambre. Esta corriente produce dos tipos de campos: un campo eléctrico y un campo magnético.

Ambos forman lo que se llama un campo electromagnético.

Los campos eléctricos de la corriente alterna resultan de la intensidad de la carga y los campos magnéticos resultan del movimiento de las cargas.

La gente puede sentir el campo eléctrico de más de 20 kV/m como una sensación de hormigueo sobre su piel. Estos niveles se pueden encontrar bajo las líneas de alto voltaje. Por otro lado, la mayoría de gente no puede sentir la presencia de campos magnéticos, excepto bajo altas cargas de electricidad.

**Figura 39**  
Creación de campos magnéticos por corriente alterna



A pesar de no sentirlos, estamos expuestos a campos magnéticos estáticos como consecuencia de la actividad humana, porque los circuitos eléctricos de AT y BT, los transformadores, los motores, las instalaciones de telecomunicaciones, etc., producen campos magnéticos estáticos.

Asimismo, los circuitos eléctricos así como la maquinaria cuyo funcionamiento tiene su base en la utilización y aprovechamiento de la energía eléctrica, generan campos electromagnéticos. Estos campos, a diferencia del campo geomagnético natural, pueden tener consecuencias dañinas sobre el organismo.

### Influencia del campo magnético en el cuerpo humano

Los mecanismos de interacción entre los campos electromagnéticos (CEM) y las estructuras biológicas se evidencian de forma natural en el cuerpo humano con las corrientes eléctricas.

Se ha demostrado que los campos eléctricos estáticos interactúan con el cuerpo induciendo una carga eléctrica superficial. El principal mecanismo de interacción ocurre cuando una persona entra en contacto con un objeto conductor cargado, o cuando existe una diferencia de potencial suficientemente alta para ionizar el aire de tal manera que permita la conducción eléctrica entre un objeto cargado y una persona con buen contacto a tierra.

Los efectos que podrían provocar los campos magnéticos en el ser humano son:

- Generando campos eléctricos y corrientes alrededor del corazón, así como dificultar ligeramente la circulación de la sangre.
- Tener efectos sobre implantes metálicos, y eventualmente sobre moléculas biológicas y estructuras celulares del cuerpo.

Sin embargo, la validez de dichos resultados apenas ha sido comprobada por los investigadores, por lo que de momento, no resulta posible establecer conclusiones definitivas.

Por lo que se refiere a las investigaciones que han estudiado los posibles efectos a largo plazo de la “exposición” y especialmente al cáncer, no se pueden extraer conclusiones sobre tales efectos.

### Campos electromagnéticos de frecuencias mayores a 100Khz

La exposición a campos electromagnéticos, generalmente, produce una mínima absorción de energía, provocando un incremento no medible de temperatura, sin embargo por encima de los 100Khz puede presentarse una absorción de energía e incrementos de temperatura significativos.

Un ejemplo del aumento de temperatura lo encontramos en los trabajadores que manipulan los accesorios de las grúas torre. En el movimiento cerca de estos campos magnéticos, las corrientes inducidas hacen que, en determinadas ocasiones, el gancho de elevación, el aparejo y cables se calienten, pudiendo alcanzar temperaturas que producirían quemaduras a los trabajadores que manipularan las partes citadas si dicha manipulación se hiciera sin ningún elemento de protección.

### Factores que afectan la exposición

Muchos factores afectan la influencia que la exposición a CEM tiene en la materia viva tanto en ambientes ocupacionales como para el público en general, entre los cuales están:

- La potencia de salida, la frecuencia y el tipo de fuente.
- La distancia de la persona con respecto a la fuente.
- La ubicación de la persona con respecto a la fuente.
- El tipo de antena y la dirección de la onda emitida.
- La presencia de objetos que puedan reflejar los campos o esconder a las personas de ellos.
- El tiempo de exposición.

En todo caso y con carácter general, se deberían establecer medidas preventivas para restringir la exposición de los trabajadores mediante normas y procedimientos de trabajo, además de aislando los campos.

De esta forma, las personas que realizan trabajos en instalaciones de alto voltaje y de altas frecuencias que están expuestas a un nivel de carga electromagnética significativa, requieren una delimitación clara como zona de exposición ocupacional a campos electromagnéticos conforme a su nivel y tiempo de exposición lo que implica tener y tomar medidas de seguridad y salud en el trabajo que permitan hacer compatibles el desarrollo técnico en este campo con el cuerpo humano.

En el caso de la utilización de la grúa torre en proximidades de campos electromagnéticos, la medida de protección más usada y más efectiva, es utilizar una braga adicional textil de un metro, equipada por un extremo con un gancho de elevación y por el otro se acopla en el gancho que originariamente incorpora la grúa.

Esta eslinga, al ser textil, es aislante tanto eléctrica como térmicamente, por lo que protege al trabajador de los efectos anteriormente comentados.

Otro tema a tener en cuenta es que el gancho que incorpora la eslinga generalmente pesa menos y es más manejable que el que incorpora de fábrica la grúa torre.



Figura 40  
Detalles de la eslinga textil aislante



Figura 41

Detalle de un cubilote suspendido de una eslinga textil aislante



### 3.6. TRABAJOS EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Entendemos por atmósfera explosiva toda mezcla, en condiciones atmosféricas, de aire y sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos en la que, tras la ignición, se propaga la combustión hacia la mezcla no quemada.

Figura 42

Señalización atmósfera explosiva



Según establece el RD 681/2003, de transposición de las condiciones de salud y seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas potencialmente explosivas en el lugar de trabajo, podemos clasificar, las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas, en función de la frecuencia con que se produzcan dichas atmósferas y su duración.

En el ámbito del sector de la construcción podemos citar la ejecución de una obra dentro de una empresa industrial donde hubiera ambiente con riesgo de incendio y explosión.

También se han de considerar las actividades de mantenimiento y reparación de silos, buques, depósitos de combustible, trabajos en alcantarillados, saneamiento de aguas, almacenamiento de productos químicos etc., donde puedan acumularse gases.

#### Medidas preventivas

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 de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva.

Si se formase esta atmósfera, queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúen en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

**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.**



Entendemos por atmósfera explosiva toda mezcla, en condiciones atmosféricas, de aire y sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos en la que, tras la ignición, se propaga la combustión hacia la mezcla no quemada.

Es importante tener en consideración una serie de medidas preventivas entre las que podemos destacar:

- 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:
  - Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
  - Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersión o caída libre.
  - 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).
  - 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.
  - Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
  - Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.
  
- Se deberán tener en cuenta las descargas electrostáticas producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga.
  - Se deberá proveer a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada hecha de materiales que no den lugar a descargas electrostáticas que puedan causar la ignición de atmósferas explosivas.
  
- Instalaciones, aparatos, sistemas de protección, etc. sólo se pondrán en funcionamiento si el documento de protección contra explosiones indica que pueden usarse con seguridad.

- Se adoptarán todas las medidas necesarias para asegurarse de que los lugares de trabajo, los equipos de trabajo y los correspondientes dispositivos de conexión han sido diseñados, contruidos, ensamblados e instalados de tal forma que reducen al máximo los riesgos de explosión.

#### Clasificación de las zonas de atmósferas explosivas (ATEX)

Según el RD 681/2003; el empleo de aparatos en atmósferas explosivas se debe realizar, siempre que resulten adecuados a las zonas donde se vayan a utilizar. Estas zonas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **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.
- **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.

#### Criterios para la elección de los aparatos y sistemas de protección

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 el Real decreto 400/1996, de 1 de marzo por el que se dictan las disposiciones relativas a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

- En la zona 0 o en la zona 20, los aparatos de la categoría 1.
- En la zona 1 o en la zona 21, los aparatos de las categorías 1 ó 2.
- En la zona 2 o en la zona 22, los aparatos de las categorías 1, 2 ó 3.

**La categoría 1.** Los aparatos de esta categoría están previstos para utilizarse 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.

Los aparatos de esta categoría deben asegurar el nivel de protección requerido, aun en caso de avería infrecuente del aparato, y se caracterizan por tener medios de protección tales que:

O bien en caso de fallo de uno de los medios de protección, al menos un segundo medio independiente asegure el nivel de protección requerido, o bien en caso de que se produzcan fallos independientes el uno del otro, esté asegurado el nivel de protección requerido.

**La categoría 2.** Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, vapores, nieblas o polvo en suspensión.

Los medios de protección relativos a los aparatos de esta categoría asegurarán el nivel de protección requerido, aun en caso de avería frecuente o de fallos de funcionamiento de los aparatos que deban tenerse habitualmente en cuenta.

**La categoría 3.** 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 arreglo a toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración.

Los aparatos de esta categoría asegurarán el nivel de protección requerido durante su funcionamiento normal.

La utilización de la categoría de aparatos indicada en cada una de las zonas para las que son apropiados, garantiza que dichos equipos no provocarán atmósfera explosiva, ni serán fuente de ignición efectiva.

### Características de los equipos de trabajo

#### **Adecuados a la clasificación de la zona.**

Las herramientas manuales y equipos de trabajo deben ser anti-chispa, con puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

Además, dispondrán de envolventes ATEX.

#### **Marcado normativo de equipos eléctricos.**

Es preciso distinguir entre material eléctrico para atmósferas explosivas debidas a gases y vapores inflamables y material eléctrico para uso en presencia de polvo inflamable.

A este respecto, cabe señalar que existen una serie de marcas comunes a ambos tipos de equipos y otras específicas, conforme se indica a continuación:

EEx o Ex: es una redundancia heredada de las antiguas directivas (76/117/CEE y 82/130/CEE) que indica equipos destinados a atmósferas potencialmente explosivas.

Cada aparato y sistema de protección deberá presentar, como mínimo, de forma indeleble y legible, las siguientes indicaciones:

- a. El nombre y la dirección del fabricante.
- b. El marcado «CE»
- c. La designación de la serie o del tipo.
- d. El número de serie, si es que existe.
- e. El año de fabricación.
- f. El marcado específico de protección contra las explosiones <x>, seguido del símbolo del grupo de aparatos y de la categoría.

- g. Para el grupo de aparatos II, 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.

Por otra parte, y siempre que se considere necesario, deberán asimismo presentar cualquier indicación que resulte indispensable para una segura utilización del aparato.

#### **Instrucciones.**

Cada aparato y sistema de protección deberá ir acompañado de instrucciones que contengan, como mínimo, las siguientes indicaciones:

- a. En su caso, la indicación de las zonas peligrosas situadas frente a los dispositivos de descarga de presión.
- b. En su caso, las instrucciones de formación.
- c. Las indicaciones necesarias para determinar con conocimiento de causa si un aparato de una categoría indicada o un sistema de protección puede utilizarse sin peligro en el lugar y en las condiciones que se hayan previsto.
- d. Los parámetros eléctricos y de presión, las temperaturas máximas de superficie u otros valores límite.
- e. En su caso, las condiciones especiales de utilización, comprendidas las indicaciones respecto a un posible mal uso del aparato que sea previsible según muestre la experiencia.

Cada aparato o sistema de protección deberá ir acompañado, en el momento de su puesta en servicio, del manual original y de su traducción al idioma o a los idiomas del país de utilización.



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 o del sistema de protección, así como todas aquellas instrucciones que resulten útiles, especialmente en materia de seguridad. Toda documentación de presentación del aparato o del sistema de protección deberá coincidir con las instrucciones en lo que se refiere a los aspectos de seguridad.

### 3.7. TRABAJOS FERROVIARIOS

Los trabajos ferroviarios están expuestos a numerosos riesgos; unos comunes a otros trabajos del sector de la construcción y otros específicos como pueden ser los riesgos de atropello o el de contacto eléctrico. Este último tipo de riesgo es uno de los más importantes en los trabajos relacionados con las infraestructuras ferroviarias.

Las instalaciones que originan dicho riesgo son las siguientes:

- Líneas de transporte y alimentación a subestaciones.

Figura 43

Detalle de una línea de transporte en A.T.



- Subestaciones y centros de transformación y sus feeders.
- Líneas aéreas de contacto (catenaria) y sus feeders
- Líneas aéreas de señalización
- Líneas subterráneas.



Figura 44 (izqda.)  
Detalle de una estación transformadora



Figura 45 (dcha.)  
Detalle de una línea aérea de contacto y sus feeders.

El riesgo eléctrico en los trabajos ferroviarios se puede diferenciar en:

1. Trabajos de renovación de vía en proximidad de la catenaria. Trabajos de electrificación (montaje y realización de pruebas) tanto de la propia catenaria, feeders y cuadros eléctricos de alimentación de la instalación.
2. Trabajos de renovación de vía. Este tipo de trabajos se pueden realizar con tensión en la catenaria o sin ella.
3. Trabajos de electrificación
4. Trabajos en instalaciones con condensadores
5. Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.
6. Trabajos en la estructura ferroviaria:

### Medidas preventivas

Siempre que sea posible, los trabajos en infraestructuras ferroviarias se realizará sin tensión.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar "trabajo sin tensión", y la reposición al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados.

En el caso de instalaciones de alta tensión, serán trabajadores cualificados.

Identificada la zona y los elementos donde se va a trabajar se seguirán las siguientes cinco etapas (**5 reglas de oro**):

1. **Abrir** todas las fuentes de tensión.
2. Una vez realizado el corte de tensión, estableciendo las zonas neutras correspondientes, **se bloquearán los aparatos de corte** a fin de asegurar la imposibilidad de su cierre intempestivo.
3. **Comprobación de la ausencia de tensión** en cada uno de los conductores donde se va a trabajar, teniendo siempre presente que se debe considerar dicho conductor en tensión.
4. **Poner a tierra y en cortocircuito** todas las posibles fuentes de tensión, conectando primero el cable a la tierra y después a la línea de contacto.
5. Se colocarán las **señales de seguridad** adecuadas, delimitando la zona de trabajo

No podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión sin haber completado las cinco etapas, considerándose en tensión la parte de la instalación afectada por los trabajos.

La señalización de seguridad (5ª etapa) podrá establecerse, si se han cumplido las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Para el bloqueo de los aparatos de corte se utilizarán sistemas de enclavamiento que garanticen la reposición de la tensión de forma intempestiva.

Además, se utilizarán señales que garanticen que todos los trabajadores dispongan de la información adecuada.

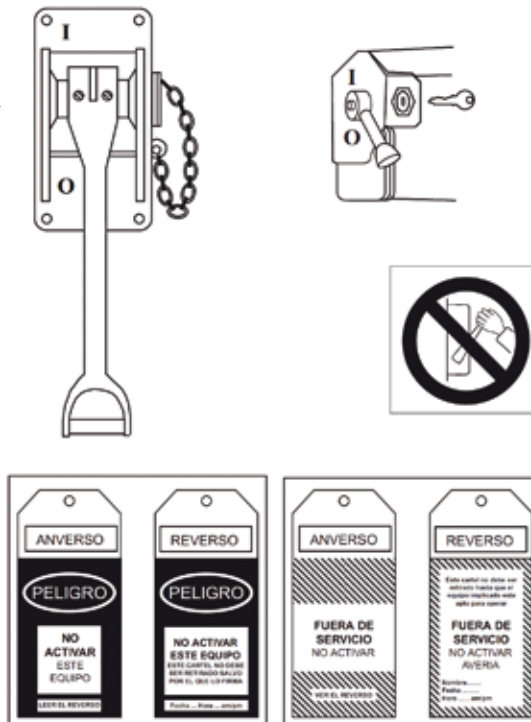


Figura 47

Ejemplos de sistemas de enclavamiento y señal de prohibición de maniobras.

Figura 48

Ejemplos de señalización para colocar en dispositivos de maniobra para prohibir su accionamiento

### Reposición de la tensión.

Solo comenzará una vez finalizado el trabajo, retirados los trabajadores (no indispensables) y recogidas las herramientas y equipos.

El proceso será el siguiente:

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

### Trabajos con tensión

Figura 49

Detalle de trabajos eléctricos con tensión en el entorno de la vía



Si no es posible eliminar la tensión en los distintos trabajos ferroviarios se deben tener en cuenta una serie de medidas preventivas, entre las que destacan:

- Si se trabaja con aparatos elevadores de cargas, se vigilará el correcto estado de funcionamiento de los limitadores de altura de brazos de la vaiacar u otros aparatos elevadores, que se utilicen. Los limitadores de altura podrán ser bien mecánicos o eléctricos.



Figura 50

Detalle de una vaiacar en trabajos de elevación de cargas

- Señalizar o proteger las líneas eléctricas en zona acopios, zona de paso de máquinas, etc.

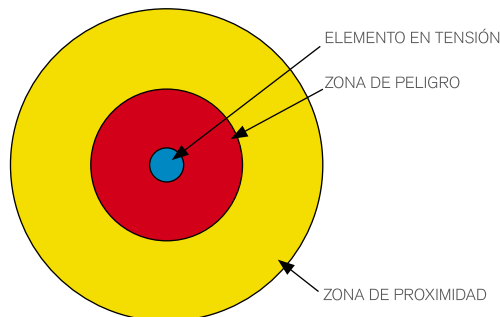


Figura 51

Pórtico limitador de altura

- Respetar las distancias de seguridad en función de la tensión de la catenaria, de acuerdo con el contenido del RD 614/2001

- Respetar las distancias de seguridad en función de la tensión de la catenaria, de acuerdo con el contenido del RD 614/2001



### Instalación eléctrica auxiliar

Para la instalación eléctrica auxiliar a los trabajos, se respetarán los siguientes aspectos:

- Los grupos electrógenos dispondrán de **piqueta de puesta a tierra**, se clavará y se regará el terreno con periodicidad.
- Los grupos electrógenos y cuadros eléctricos deben señalizarse con la advertencia de **riesgo eléctrico**.
- Dispondrá de dispositivos de corte **diferencial residual**.
- Se utilizarán enchufes y **clavijas** homologadas
- Se vigilará el **tendido de cables** de distribución; por ejemplo en hastiales de túneles.
- Se controlará mensualmente **la resistencia del circuito de tierra**.
- Se protegerán y señalizarán las **líneas eléctricas aéreas** que puedan interferir los trabajos con grúas o el paso de maquinaria y vehículos
- Las empresas que realicen los trabajos de electrificación, autorizarán y formarán especialmente a sus trabajadores, y elaborarán un plan de seguridad





01

02

03

04

05

06

# EQUIPOS DE TRABAJO



## EQUIPOS DE TRABAJO

En capítulos precedentes se han analizado diferentes problemas asociados al manejo de determinados equipos de trabajo. En este capítulo se analizarán los problemas desde otro punto de vista, analizando el equipo y asociar los riesgos, desde el punto de vista asociado al riesgo eléctrico, que puedan surgir durante su manejo.

Los equipos de trabajo que se van a estudiar son los siguientes:

- Maquinaria de movimiento de tierras.
- Equipos de elevación y distribución de cargas.
- Apantalladora y pilotadora por taladro rotatorio.
- Herramientas manuales en trabajos de demolición y movimientos de tierra.
- Equipos de soldadura eléctrica.

- Hormigonera eléctrica, sierra circular y tronzadora de material cerámico.
- Máquinas portátiles de alimentación eléctrica.
- Equipos de iluminación portátiles.

## 4.1 MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

La maquinaria de movimiento de tierras se puede clasificar de dos formas.

En primer lugar las podemos clasificar en función de si realizan su trabajo necesariamente en movimiento (buldózer, mototraílla, riper, etc.) o pueden realizar los trabajos en estado de estacionamiento (como cargadoras, excavadoras, retroexcavadora, etc.).

Asimismo, las podemos clasificar en maquinaria de transporte de tierras y maquinaria de movimiento de tierras.

### 4.1.1 MAQUINARIA DE TRANSPORTE DE TIERRAS

Es el caso del camión de caja basculante que también llamamos “camión volquete”.

Se emplea para los movimientos de tierras y transporte de materiales diversos. Equipa una caja basculante que permite el volteo de la carga.

### Medidas preventivas

Para evitar los contactos eléctricos que podrían producirse en las maniobras de descarga debido al movimiento (elevación) de la caja basculante y contacto con cables aéreos bajo tensión, se deben tomar las siguientes medidas preventivas:

Se ha de solicitar a la compañía suministradora la descarga de la línea. Además, se han de poner todos los conductores en cortocircuito y a tierra, y adoptar la señalización correspondiente.

Si no es posible la mencionada descarga se realizarán los siguientes pasos:

- Antes de iniciar los trabajos se han de identificar todas las líneas y planificar las actuaciones para no invadir las zonas de peligro.
- En caso de duda o dificultades, hay que requerir la presencia de empleados de la compañía suministradora.
- En todo caso, se han de mantener las distancias de seguridad que exige el RD 614/2001.

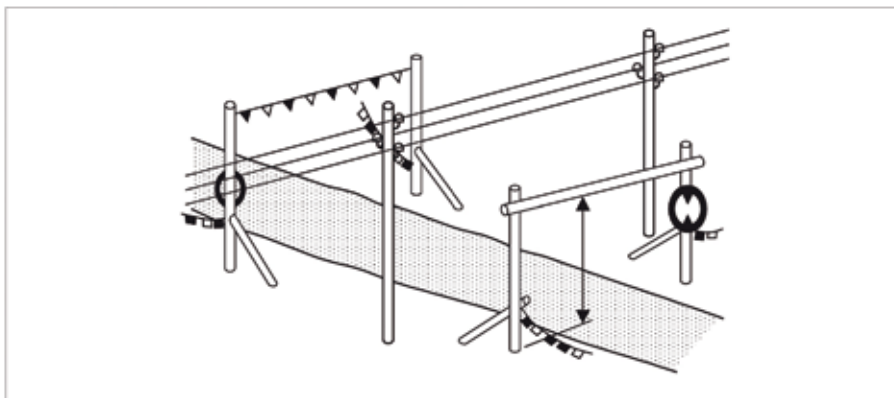


Figura 52

Esquema de pórtico de seguridad

Figura 53

Dúmpster bajo pórtico de seguridad



- Se deben suspender los trabajos cuando las condiciones meteorológicas pongan en peligro las condiciones de seguridad.
- Como protección colectiva, colocaremos pórticos de seguridad, medios para delimitar o restringir los movimientos de la máquina, máximas elevaciones barreras, etc.
- Deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones.

#### 4.1.2 MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Aunque el número de modelos de máquinas de movimiento de tierras es elevado, en este apartado se van a estudiar aquellas que, por el movimiento de alguna de sus partes, puedan provocar riesgos de contacto eléctrico. Este tipo de máquinas tienen unos riesgos especiales distintos a los de transporte de tierras.

Concretamente, especificaremos aquellos que disponen de brazos articulados y elevables como son: excavadoras, retroexcavadoras y miniexcavadoras.

Este tipo de máquinas se usan en excavaciones de vaciados y de zanjas, en trabajos de demolición, en la carga de vehículos, en la extracción de materiales bajo el nivel del suelo y en la construcción de taludes.

Además, existe la posibilidad de sustituir el cazo de carga por un martillo hidráulico rompedor. De esta forma, se pueden realizar los mismos trabajos en terrenos duros, rocas, etc.

Hay que tener presente que, cuando se trabaja con estas máquinas, tenemos diversas posibilidades de contacto eléctrico:

1. El que se puede producir con líneas eléctricas aéreas al contactar con ellas el conjunto pluma-balancín-cucharón o cazo.
2. Por el que se podría producir cuando se están haciendo vaciados y/o zanjas por contacto con eléctricas líneas subterráneas.
3. Por contacto del operador con la instalación eléctrica de la propia máquina.

### Medidas preventivas

En la utilización de este tipo de maquinaria se deben seguir las siguientes medidas preventivas:

- Por lo que se refiere a los contactos con líneas eléctricas aéreas, se han de cumplir las normas ya expuestas en el apartado anterior, al hablar de movimiento de tierras por medio de vehículos de transporte de tierras.
- Para evitar los contactos eléctricos con líneas subterráneas se deben cumplir las medidas preventivas desarrolladas en el apartado: "3.2 Trabajos en proximidad a líneas soterradas en tensión" desarrollado anteriormente.

- Si existen líneas soterradas y no es posible la anulación o desvío de la instalación, deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones
- Por último, por lo que se refiere a posibles contactos eléctricos del operador con la instalación eléctrica de la propia máquina, se deberá asegurar que dichas partes bajo tensión estén adecuadamente protegidas.

## 4.2 EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

En este caso, estaríamos hablando básicamente de los siguientes equipos de trabajo: Grúa torre, grúa móvil autopropulsada, y grúa hidráulica sobre camión.

Se emplean para elevación y distribución de cargas (no para transportarlas) por los distintos puntos de la obra.

Los contactos eléctricos se pueden producir por líneas aéreas eléctricas tanto en el movimiento de elevación como en el de giro.

En el caso de la grúa torre, las partes que pueden incidir con líneas eléctricas en tensión son el carro de distribución en su desplazamiento y la propia pluma en el giro.

La grúa móvil autopropulsada y la grúa hidráulica sobre camión pueden incidir igualmente con líneas eléctricas en tensión, ya sea cuando se realiza el extendido de la pluma y/o plumines o cuando efectúa movimientos de giro.

### Medidas preventivas

En la utilización de este tipo de maquinaria de elevación se deben seguir las siguientes medidas preventivas:

- En los trabajos a realizar en zonas donde no se pueda mantener las distancias de seguridad citadas, se ha de solicitar la descarga de la línea por parte de la compañía. Además, se han de poner todos los conductores en cortocircuito y a tierra, y adoptar la señalización correspondiente.
- Antes de iniciar los trabajos se han de identificar todas las líneas y planificar las actuaciones para no invadir las zonas de peligro.
- En caso de duda o dificultades, hay que requerir la presencia de empleados de la compañía suministradora.
- Si se han de realizar trabajos de carga y descarga cerca de líneas eléctricas, se han de mantener las distancias de seguridad que exige el RD 614/2001.
- Se deben suspender los trabajos cuando las condiciones meteorológicas pongan en peligro las condiciones de seguridad.



- Como protección colectiva, colocaremos pórticos de seguridad, medios para delimitar o restringir los movimientos de la máquina, máximas elevaciones barreras, etc.
- En el caso de la grúa torre, se puede limitar la zona de alcance de la carga, instalando un dispositivo de limitación del recorrido del carro de distribución. Asimismo, se puede equipar con un dispositivo que limite el ángulo de giro de la pluma.
- 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 éste 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.
- Deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones.
- Prohibir que se toque la grúa o sus cargas hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

## 4.3 APANTALLADORAS Y PILOTADORAS POR TALADRO ROTATORIO

La apantalladora es un equipo de trabajo destinado a la excavación de muros pantalla. Estos trabajos comportan riesgo eléctrico ya sea por trabajar en las cercanías con elementos viarios, líneas eléctricas o similares o por el riesgo de contacto eléctrico con cables enterrados cuando se trabaja en zonas con servicios afectados.

La pilotadora es un equipo de trabajo que se utiliza para la construcción de pilotes por medio de un taladro rotatorio.

Estos trabajos comportan riesgo eléctrico por lo que habrá que verificar que la altura máxima de la pilotadora es la adecuada para evitar interferencias con líneas eléctricas, y si se trabaja en zonas de servicios afectados y no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, se requerirá la presencia de un señalista.



**Figura 54**

Ejecución de pilotes con taladro rotatorio

### Medidas preventivas

En la utilización de este tipo de maquinaria se deben seguir las siguientes medidas preventivas:

- Por lo que se refiere a los contactos con líneas eléctricas aéreas, se han de cumplir las normas ya expuestas en el apartado anterior, al hablar de movimiento de tierras por medio de vehículos de transporte de tierras.
- Para evitar los contactos eléctricos con líneas subterráneas se deben cumplir las medidas preventivas desarrolladas en el apartado: “3.2 Trabajos en proximidad a líneas soterradas en tensión” desarrollado anteriormente.
- Si existen líneas soterradas y no es posible la anulación o desvío de la instalación, deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones
- Por último, por lo que se refiere a posibles contactos eléctricos del operador con la instalación eléctrica de la propia máquina, se deberá asegurar que dichas partes bajo tensión estén adecuadamente protegidas.

## 4.4 HERRAMIENTAS MANUALES EN TRABAJOS DE DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

Son trabajos donde el operario emplea equipos de trabajo manuales como martillo neumático rompedor, pico manual, pala, rastrillo, etc.

En estos trabajos existe riesgo eléctrico debido a que pueden encontrarse líneas eléctricas subterráneas

Para evitar los contactos eléctricos con líneas subterráneas se deben cumplir las medidas preventivas desarrolladas en el apartado: "3.2. Trabajos en proximidad a líneas soterradas en tensión" desarrollado anteriormente.

## 4.5 EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Es un equipo de trabajo que consiste en un sistema de soldadura caracterizado porque el arco eléctrico generado salta entre la pieza que hay que soldar, conectada a uno de los polos de la fuente de energía, y un electrodo que se encuentra conectado al otro polo.

El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50V).

El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

### Medidas preventivas

El riesgo de electrocución en el manejo de este equipo de trabajo es muy importante por lo que se deben tener presentes una serie de medidas preventivas entre las que destacan:

- Equipo de soldar. La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando está en vacío y otro electrónico que se basa en limitar la tensión en el secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una tensión de vacío de 24 V, considerada tensión de seguridad.
  - Pinza portaelectrodos. La pinza debe ser adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.
  - Circuito de acometida. Los cables de alimentación deben de ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000V. Los bornes de conexión de la máquina y la clavija deben de estar aislados.
- Circuito de soldadura. Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.
- Carcasa. La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

- Se deberá vigilar periódicamente el estado de los cables.
- En trabajos en zona húmeda o mojada la tensión nominal de trabajo no podrá exceder de 50 V en corriente altera o 75 V en corriente continua.
- Si se trabaja con este equipo en zonas con riesgo especial de incendio, hay que prever la instalación de extintores.
- No se realizarán trabajos de soldadura en locales donde se almacenen materiales combustibles y/o inflamables, así como en el interior de contenedores depósitos o barriles mientas no hayan estado limpiados correctamente y desgasificados.
- No se debe trabajar en condiciones climatológicas adversas.
- Se deben hacer revisiones de mantenimiento a estos equipos.
- Se deben utilizar equipos de protección individual adecuados (pantallas, guantes, mandiles, etc.).

## 4.6 HORMIGONERA ELÉCTRICA, SIERRA CIRCULAR Y TRONZADORA DE MATERIAL CERÁMICO

La hormigonera es un equipo de trabajo que consiste en un depósito rotatorio donde se mezclan los ingredientes del hormigón: áridos de diferente granulometría, cemento y agua.

La sierra circular se utiliza en el sector de la construcción para la fabricación de piezas, generalmente de madera, para su utilización en el proceso constructivo. Se trata de un equipo de trabajo muy utilizado por los encofradores y que, normalmente, se encuentra a la intemperie.

La tronzadora de material cerámico es un equipo de trabajo utilizado para cortar las diferentes piezas cerámicas que posteriormente se utilizarán en los cerramientos, y chapados de diferentes estructuras.

El riesgo eléctrico de estos equipos de trabajo deriva de que su alimentación es, generalmente, eléctrica y que en la realización durante su manejo están expuestos, directa o indirectamente, al contacto con el agua.

### Medidas preventivas

Como medidas preventivas, relacionadas con los riesgos eléctricos, podemos citar las siguientes:

- Se evitarán la presencia de cables por el suelo con el fin de evitar su deterioro y un posterior contacto eléctrico directo por parte de los trabajadores.
- La conexión de la alimentación eléctrica debe hacerse con cable antihumedad.
- Se recomienda paralizar los trabajos en caso de lluvia y cubrir la máquina con material impermeable. Una vez finalizado el trabajo, colocarla en un lugar abrigado
- Se verificará, periódicamente, el correcto estado de la toma de tierra.
- Se conectarán todas las masas a tierra o se establecerá otra medida de protección adecuada para evitar los contactos eléctricos indirectos.

## 4.7 MÁQUINAS PORTÁTILES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado podríamos englobar, entre otras, las máquinas siguientes:

- Amoladora angular.
- Martillo electro neumático.
- Motosierra de cinta o de cadena.
- Plegadora mecánica de ferralla,



- Pulidora.
- Cortadora de disco manual.
- Cortadora de pavimento eléctrica.
- Y en general cualquier otra máquina de alimentación eléctrica.

#### Medidas preventivas

El objetivo es evitar que se puedan producir contactos con partes activas, es decir, con partes que normalmente están en tensión (contacto directo) o con partes que se han puesto en tensión accidentalmente, en general debido a un fallo de aislamiento (contacto indirecto).

Entre las medidas preventivas enfocadas a evitar los contactos eléctricos con estos equipos de trabajo podemos destacar:

- Las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.
- Todo equipo de trabajo deberá ser diseñado o adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.
- En todas las partes en tensión debe existir protección contra contactos directos, mediante alejamiento, interposición de obstáculos y aislamiento.
- La protección contra contactos indirectos debe estar garantizada conforme a los sistemas de protección establecidos en la ITC 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Los sistemas previstos para hacer que los contactos no sean peligrosos o para impedir los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa (sistemas de la Clase A), son:
  - Separación de circuitos, Empleo de pequeñas tensiones de seguridad, separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
  - Se deberá tener especial atención al buen estado de funcionamiento de estas máquinas, por lo que deberán someterse a un correcto proceso de mantenimiento, realizándose de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
  - En el caso de trabajar con determinadas máquinas en espacios confinados húmedos o mojados, dichas maquinas serán de Clase II o sea de doble aislamiento.
  - Deberá impartirse la necesaria y obligatoria información y formación a los trabajadores.

### 4.8 EQUIPOS DE ILUMINACIÓN PORTÁTILES

Los equipos de iluminación portátiles se utilizan, preferentemente, en los locales considerados húmedos o mojados.

### Medidas preventivas

Para evitar el riesgo eléctrico para los trabajadores deberán cumplir las siguientes condiciones:

- En locales húmedos
  - Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-X1 y nunca serán de Clase 0.
  - Los aparatos portátiles de alumbrado serán de Clase II, o sea de doble aislamiento.
  - Dispositivos de protección. Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que penetre en el local
- En locales mojados
  - Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-X4 y nunca serán de Clase 0.
  - Aparatos portátiles de alumbrado. Están prohibidos, excepto que estén protegidos o bien por separación de circuitos o alimentados a muy baja tensión de seguridad (MBTS).
  - Dispositivos de protección. Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que penetre en el local.



01

02

03

04

05

06

# GLOSARIO



## GLOSARIO

### A

#### Aislante

Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.

#### Aislamiento de un cable

Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.

#### Aislamiento principal

Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.

#### Aislamiento funcional

Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.

### Aislamiento reforzado

Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

### Alta sensibilidad

Se consideran los interruptores diferenciales de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 mA.

### Amovible

Calificativo que se aplica a todo material instalado de manera que, fácilmente, se pueda quitar

### Aparamenta

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.

### Aparato fijo

Es el que está instalado en forma inamovible.

---

## B

### Base móvil

Base prevista para conectarse a, o a integrarse con, cables flexibles y que puede desplazarse fácilmente cuando está conectada al circuito de alimentación.

### Borne o barra principal de tierra

Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.

## C

### Cable

Conjunto constituido por:

- Uno o varios conductores aislados.
- Su eventual revestimiento individual.
- La eventual protección del conjunto.
- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan.

Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.

### Cable blindado con aislamiento mineral

Cable aislado por una materia mineral y que tiene una cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.

### Cable con cubierta estanca

Son aquellos cables que disponen de una cubierta interna o externa que proporcionan una protección eficaz contra la penetración de agua.

### Cable flexible

Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.

### Cable multiconductor

Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales puede no estar aislado.



### Cable unipolar

Cable que tiene un solo conductor aislado.

### Canalización eléctrica.

Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.

### Canalización fija

Canalización instalada en forma inamovible.

### Canalización movable

Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

### Cebado

Establecimiento de un arco como consecuencia de una perforación de aislamiento.

### Choque eléctrico

Efecto fisiopatológico resultante del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

### Circuito

Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparatos, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentadas por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobrecargas por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.

### Conducto

Envoltente cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.

### Conductor de un cable

Parte de un cable que tiene la función específica de conducir corriente.

### Conductor aislado

Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.

### Conductor equipotencial

Conductor de protección que asegura una conexión equipotencial.

### Conductor flexible

Conductor constituido por alambres suficientemente finos y reunidos de forma que puedan utilizarse como un cable flexible.

### Conductor de protección (CP o PE)

Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta alguna de las siguientes partes:

- Masas.
- Elementos conductores.
- Borne principal de tierra.
- Toma de tierra.
- Punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.

### Conductor neutro

Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.

### Conductores activos

Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica.

### Conector

Conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable a un aparato eléctrico.

### Conexión equipotencial

Conexión eléctrica que pone al mismo potencial, o a potenciales prácticamente iguales, a las partes conductoras accesibles y elementos conductores.

### Contactador con apertura automática

Contactador electromagnético provisto de relés que producen su apertura en condiciones predeterminadas.

### Contacto directo

Contacto de personas con partes activas de los materiales y equipos.

### Contacto indirecto

Contacto de personas con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.

### Corriente de contacto

Corriente que pasa a través de cuerpo humano cuando está sometido a una tensión eléctrica.

### Corriente admisible permanente (de un conductor)

Valor máximo de la corriente que circula permanentemente por un conductor, en condiciones específicas, sin que su temperatura de régimen permanente supere un valor especificado.

#### Corriente de choque

Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.

#### Corriente de defecto o de falta

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

#### Corriente de fuga en una instalación

Corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.

#### Corriente de puesta a tierra

Corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

Nota: la corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.

#### Corriente de sobrecarga de un circuito

Sobreintensidad que se reproduce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.

#### Corriente diferencial residual

Suma algebraica de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores activos de un circuito, en un punto de una instalación eléctrica.

#### Corriente diferencial residual de funcionamiento

Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.

### Corte omnipolar

Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

- Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.
- No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.

### Cubierta de un cable

Revestimiento tubular continuo uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.

---

## D

### Dedo de prueba o sonda portátil de ensayo

Dispositivo de forma similar a un dedo, incluso en sus articulaciones, internacionalmente normalizado, que se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o materias son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados a diferentes, aparatos, según su clase, tensión, etc.

### Defecto franco

Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.

### Defecto monofásico a tierra

Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

### Doble aislamiento

Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario.

## E

### Elementos conductores

Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado, canalizaciones metálicas, y los aparatos no eléctricos conectados a ellas.

### Elemento conductor ajeno a la instalación eléctrica

Elemento que no forma parte de la instalación eléctrica y que es susceptible de introducir un potencial, generalmente el de tierra.

### Envolvente

Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos.

---

## F

### Factor de diversidad

Inverso del factor de simultaneidad.

### Factor de simultaneidad

Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.

### Fuente de energía

Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

## I

### Impedancia

Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales.

### Impedancia del circuito de defecto

Impedancia total ofrecida al paso de una corriente de defecto.

### Instalación eléctrica

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: reducción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

### Instalación de puesta a tierra

Conjunto de conexiones y a tierra, individual o colectivamente, dispositivos necesarios para poner un aparato o una instalación.

### Instalaciones provisionales

Son aquellas que tienen una duración limitada a las circunstancias que las motiven.

### Intensidad de defecto

Valor que alcanza una corriente de defecto.

### Interruptor automático

Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

### Interruptor de control de potencia y magnetotérmico

Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:

- Mando.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.

### Interruptor diferencial

Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

---

## J

### Jefe de trabajo

Persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

---

## L

### Línea general de distribución

Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

### Luminaria

Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.



## M

### Masa

Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Nota: Una parte conductora que sólo puede ser puesta bajo tensión en caso de fallo a través de una masa, no puede considerarse como una masa.

### Material de clase 0

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico, se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno.

### Material de clase I

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad complementaria en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del cableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.

### Material de clase II

Material en el cual la protección contra el eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento choque principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación. Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado.

### Material de clase III

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa en la alimentación a muy baja tensión y en el cual no se producen tensiones superiores a 50 V en c.a. ó a 75V en c.c.

### Material eléctrico

Cualquier material utilizado en la producción, transformación, transporte, distribución o utilización de la energía eléctrica, como máquinas, transformadores, aparamenta, instrumentos de medida, dispositivos de protección, material para canalizaciones, receptores, etc.

### Material móvil

Material que se desplaza durante su funcionamiento, o que puede ser fácilmente desplazado, permaneciendo conectado al circuito de alimentación.

### Material portátil (de mano)

Material móvil previsto para ser tenido en la mano en uso normal, incluido el motor si este forma parte del material.

### MBTS

Muy baja tensión de seguridad.

---

## N

### Nivel de aislamiento

Para un aparato determinado, característica definida por una o más tensiones especificadas de su aislamiento.

### Nivel de protección

Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.

---

## P

### Partes accesibles simultáneamente

Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o, en su caso, por animales domésticos o ganado.

Nota: Las partes simultáneamente accesibles pueden ser: partes activas, masas, elementos conductores, conductores de protección, tomas de tierra).

### Partes activas

Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra contactos indirectos.

### Perforación (ruptura eléctrica).

Fallo dieléctrico de un aislamiento por defecto de un campo eléctrico elevado o por la degradación físico-química del material aislante.

### Persona adiestrada

Persona suficientemente informada o controlada por personas cualificadas que puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

### Persona cualificada

Persona que teniendo conocimientos técnicos o experiencia suficiente puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

### Poder de cierre

El poder de cierre de un dispositivo, se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.

### Poder de corte

El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

### Potencia prevista o instalada

Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.

### Potencia nominal de un motor

Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

### Protección contra choques eléctricos en servicio normal

Prevención de contactos peligrosos, de personas o animales, con las partes activas.

### Protección contra choques eléctricos en caso de defecto

Prevención de contactos peligros de personas o de animales con:

- Masas.
- Elementos conductores susceptibles de ser puestos bajo tensión en caso de defecto.

### Punto a potencial cero

Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

### Punto mediano

Es el punto de un sistema de corriente continua o de alterna monofásica, que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema. A veces se conoce también como punto neutro, por semejanza con los sistemas trifásicos. El conductor que tiene su origen en este punto mediano, se denomina conductor mediano, neutro o, en corriente continua, compensador.

### Punto neutro

Es el punto de un sistema polifásico que, en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

---

## R

### Reactancia

Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la, que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.

### Receptor

Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.

### Red de distribución

El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

### Redes de distribución privadas

Son las destinadas, por un único usuario, a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión, a locales o emplazamiento de su propiedad o a otros especialmente autorizados por el órgano Competente de la Administración.

### Redes de distribución pública

Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados por los Reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica.

### Resistencia limitadora

Resistencia que se intercala en un circuito para limitar la corriente circulante.

### Resistencia de puesta a tierra

Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

### Resistencia global o total de tierra

Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra

---

## S

### Sobreintensidad

Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.

## T

### Tensión de contacto

Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento.

### Tensión de defecto

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.

### Tensión nominal (o asignada)

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.

### Tensión asignada de un cable

Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.

### Tensión de puesta a tierra (tensión a tierra)

Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a cero, cuando por potencial pasa dicha instalación una corriente de defecto.

### Tierra

Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada se toma, convencionalmente, punto igual a cero.

### Toma de tierra

Electrodo, o conjunto de electrodos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo.

#### Tubo blindado

Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, y que ofrece una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.

#### Tubo normal

Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenado, transporte y colocación.

#### Trabajador autorizado

Trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en función de su capacidad para hacerlos de forma correcta.

#### 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.







01

02

03

04

05

06

# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Norma UNE 21.027. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 1: Requisitos generales.
- Norma UNE 21.150. Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.

- Norma UNE 20434. Sistema de designación de los cables.
- Norma UNE EN 50102. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- Sistema estadístico de siniestralidad en la construcción (SESCO). Fundación Laboral de la Construcción.
- Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

