

**INSTALACIONES EN LOCALES CON
RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN**

CAPITULO XI

INDICE

1.- Campo de Aplicación.....	1
2.- Definiciones.....	1
2.1.- Emplazamientos Peligroso	1
2.2.- Atmósfera Explosiva	1
2.3.- Modos de Protección	1
2.4.- Material - EX.	2
2.5.- Temperatura de Ignición.....	2
2.6.- Temperatura Superficial Máxima.....	2
2.7.- Grupo IIA, IIB, IIC.....	2
2.8.- Grados de Protección.....	2
3.- Clasificación de los Emplazamientos.....	3
3.1.- Emplazamientos Clase I	3
3.1.1.- Zona 0.	3
3.1.2.- Zona 1.	3
3.1.3.- Zona 2.	3
3.2.- Emplazamientos de Clase II.	3
3.2.1.- Zona Z (con nubes de polvo).....	4
3.2.2.- Zona Y (con capas de polvo).....	4
3.3.- Emplazamientos de Clase III.....	4
4.- Modos de Protección.....	4
4.1.- Inmersión en Aceite "o".....	4
4.2.- Sobrepresión Interna "p".....	5
4.3.- Relleno Pulverulento "q".....	5
4.5.- Seguridad Aumentada "e".....	5
4.6.- Seguridad Intrínseca "i".....	5
4.7.- Encapsulado "m".....	6
4.8.- Certificados.....	6
5.-Condiciones de Instalación en las Zonas Peligrosas.....	Pág. 6
5.1.- Disposiciones Generales.....	Pág. 6
5.2.- Selección de Material.....	Pág. 6
5.2.1.-Criterios de Selección.....	Pág. 6
5.3.- Protección contra Chispas Peligrosas.....	Pág. 9
5.3.1.-Protección contra Contactos Directos.....	Pág. 9
5.3.2.-Protección contra Contactos Indirectos.....	Pág. 9
5.3.3.-Red de Unión Equipotencial de Masas.....	Pág. 10
5.3.4.Protecciones contra otros Riesgos de Explosión.....	Pág. 11
5.4.- Protección Eléctrica.....	Pág. 12
5.5.-Seccionamiento y Parada de Emergencia.....	Pág. 12
5.6.- Canalizaciones Eléctricas.....	Pág. 12
5.6.1.-Generalidades.....	Pág. 12
5.6.2.-Cables.....	Pág. 14
5.6.3.-Canalizaciones Eléctricas en Conducto.....	Pág. 15
6.-Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en Zona 0.....	Pág. 17

6.1.-Generalidades.	Pág. 17
6.2.-Material Eléctrico para Zona 0.....	Pág. 17
6.3.-Canalizaciones Eléctricas en Zona 0.....	Pág. 17
7.- Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en Zona 1.	Pág. 18
7.1.-Equipos Eléctricos con modo de Protección Exp.	Pág. 18
7.2.-Sistemas Eléctricos de Seguridad Intrínseca.....	Pág. 18
7.3.- Máquinas Eléctricas Rotativas.	Pág. 20
7.3.1.-Reglas Generales.	Pág. 20
7.3.2.- Prescripciones particulares para los Motores de Seguridad aumentada Exe:	Pág. 21
7.4.-Transformadores y Condensadores.....	Pág. 22
7.5.-Luminarias.	Pág. 22
7.6.-Equipos Móviles y Portátiles.....	Pág. 22
8.-Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en emplazamientos de Clase II.....	Pág. 23
8.1.- Materiales Eléctricos admisibles en Zona 2.	Pág. 23
9.-Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en emplazamientos de la clase II.....	Pág. 23
9.1.- Empleo de los modos de Protección Normalizados.....	Pág. 24
10.-Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en emplazamientos de la Clase III.....	Pág. 25
Anexo I.-	Pág. 26
Anexo II.-.....	Pág. 27
Anexo III.-	Pág. 28
Anexo IV.-	Pág. 29

1.- Campo de Aplicación.

A efectos de la aplicación de las presentes prescripciones, se consideran emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, todos aquéllos en que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias susceptibles de inflamarse o hacer explosión, ya sean éstas sólidas, líquidas o gaseosas.

Solo se considerará el riesgo de incendio o explosión debido a la posibilidad de coexistencia de una atmósfera explosiva y una fuente de ignición originada en la instalación eléctrica.

2.- Definiciones.

En el marco de la presente reglamentación se aplican las definiciones siguientes:

2.1.- Emplazamientos Peligrosos.

Es un emplazamiento en el cual existe, o podría existir, una atmósfera explosiva, en cantidad suficiente como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y utilización del material eléctrico.

2.2.- Atmósfera Explosiva.

Es una mezcla con el aire en las condiciones atmosféricas de sustancias inflamables, ya sea bajo la forma de gases, vapores, nieblas, polvos o fibras inflamables, en la cual después de la ignición en algún punto, la combustión es automantenida y se propaga a toda la mezcla no consumida.

2.3.- Modos de Protección.

Disposiciones específicas aplicadas en el diseño y construcción del material eléctrico a efectos de evitar que éste provoque la ignición de la atmósfera potencialmente explosiva del ambiente en que se encuentra instalado.

2.4.- Material - EX.

Es la denominación genérica aplicada a todo material eléctrico provisto de algún modo de protección (Ver Norma IEC 79).

2.5.- Temperatura de Ignición.

Es la menor temperatura a la cual se produce la ignición de una sustancia inflamable en contacto con el aire cuando se aplica el método de ensayo normalizado.

2.6.- Temperatura Superficial Máxima.

Es la temperatura más elevada a la que puede llegar en servicio, en las condiciones más desfavorables (pero dentro de las tolerancias) cualquier parte o superficie del material eléctrico que pueda provocar la ignición de la atmósfera del ambiente en que se encuentra instalado.

Las condiciones más desfavorables comprenden las sobrecargas, así como las condiciones de defecto reconocidas en la norma específica relativa a los modos de protección.

2.7.- Grupo IIA, IIB, IIC.

El material eléctrico para emplazamientos peligrosos a que se refiere este capítulo incluye los grupos IIA, IIB, IIC, de material eléctrico destinado a emplazamientos peligrosos, excepto minas grisuosas (Según Norma IEC 79-0 ver Anexo I).

2.8.- Grados de Protección.

Se refiere a las medidas aplicadas a las envolventes del material eléctrico para protección de las personas así como la protección de dicho material contra la entrada de cuerpos sólidos o líquidos.

También se refiere a la protección del material contra los golpes (Ver Publicación IEC 529).

3.- Clasificación de los Emplazamientos.

A efectos de establecer las características del material eléctrico a emplear en emplazamientos peligrosos, estos se clasifican en tres clases.

3.1.- Emplazamientos Clase I.

Son aquellos emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en concentraciones suficientes para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Estos emplazamientos a su vez se clasifican en tres zonas de acuerdo a la probabilidad de aparición de una atmósfera explosiva.

3.1.1.- Zona 0.

Aquellas áreas en las cuales las atmósferas explosivas están presentes en forma continua o por largos períodos.

3.1.2.- Zona 1.

Aquellas áreas en las cuales las atmósferas explosivas pueden estar presentes en forma periódica u ocasional.

3.1.3.- Zona 2.

Aquellas áreas en las cuales las atmósferas explosivas se presentan muy raramente y solo por un período breve.

3.2.- Emplazamientos de Clase II.

Son aquellos emplazamientos en los que el riesgo se debe a la presencia de polvo combustible excluyendo los explosivos propiamente dichos. Dentro de esta clase se distinguen dos zonas a saber.

3.2.1.- Zona Z (con nubes de polvo).

Aquellas áreas en las que hay o puede haber polvo combustible en cantidad suficiente para producir una atmósfera explosiva.

3.2.2.- Zona Y (con capas de polvo).

Aquellas áreas que no corresponden a zona Z, pero en las cuales pueden aparecer acumulaciones o capas de polvo combustible que puedan dar origen a atmósferas explosivas.

3.3.- Emplazamientos de Clase III.

Son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de fibras o materias volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o materias volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente como para producir atmósferas explosivas.

4.- Modos de Protección.

Podrán aplicarse los siguientes modos de protección, contra el riesgo de incendio o explosión, debido a una fuente de ignición originado en el material eléctrico, en los emplazamientos definidos anteriormente.

4.1.- Inmersión en Aceite "o".

Se denomina protección por inmersión en aceite aquella en la que la protección del material eléctrico se realizan en forma que no puedan inflamarse los gases o vapores inflamables que se hallen por encima del nivel de aceite y en el exterior de la envolvente (Norma IEC 79-6).

4.2.- Sobrepresión Interna "p".

Se denomina protección por sobrepresión interna, aquella en la que las máquinas o materiales eléctricos están provistos de una envolvente o instalados en una sala en la que se impida la entrada de los gases o vapores inflamables, manteniendo en su interior aire u otro gas no inflamable a una presión superior a la de la atmósfera exterior. (Norma IEC 79-2)

4.3.- Relleno Pulverulento "q".

Se denomina protección por relleno de aislante pulverulento aquella en que las partes bajo tensión del material eléctrico estén completamente sumergidas en una masa de aislante pulverulento que cumple con determinadas condiciones (Norma IEC 79-5).

4.4.- Envolvente Antideflagrante "d".

Se denomina protección por envolvente antideflagrante a la envolvente de un aparato eléctrico capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado en su interior, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones a la atmósfera explosiva exterior compuesta por cualquiera de los gases o vapores para los que está prevista. (Norma IEC 79-1).

4.5.- Seguridad Aumentada "e".

Se denomina protección por seguridad aumentada aquella en la que se toman cierto número de precauciones especiales para evitar, con un coeficiente de seguridad elevado, calentamientos inadmisibles o la aparición de arcos. (Norma IEC 79-7).

4.6.- Seguridad Intrínseca "i".

Se denomina protección por seguridad intrínseca de un circuito o una parte de él, aquella en la que cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse normal o accidentalmente, es incapaz de provocar en las condiciones de ensayo prescritas la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo. (Norma IEC 79-11). Se distinguen dos categorías, "ia" para la seguridad intrínseca categoría A e "ib" para la seguridad intrínseca categoría B. (Norma IEC 79-0).

4.7.- Encapsulado "m".

Se denomina protección por encapsulado aquella en que los elementos a proteger estén encerrados o envueltos en una resina, de tal manera que una atmósfera explosiva no pueda ser inflamada ni por la chispa ni por contacto con puntos calientes en el encapsulado. (Norma EUROPEA EN 50028).

4.8.- Certificados.

El material eléctrico a emplear en emplazamiento con atmósfera explosiva dotado con algunas de las protecciones mencionadas deberá contar con un certificado de conformidad por un organismo acreditado, en el que se especifique que dicho material tiene un nivel de seguridad según la norma.

En caso de tratarse de aparatos eléctricos con modos de protección distintos a los normalizados, deberán ser objeto de un certificado de control que garantice que su nivel de seguridad es equivalente al especificado en los dispositivos de protección normalizados.

5.- Condiciones de Instalación en las Zonas Peligrosas.

5.1.- Disposiciones Generales.

Se debe evitar la instalación de material eléctrico en emplazamientos peligrosos. Solo se permitirán aquellos que sean necesarios para la operación de la instalación eléctrica en esa área. En este caso se situará en la zona de menor peligrosidad dentro del emplazamiento.

5.2.- Selección de Material.

5.2.1.- Criterios de Selección.

Los aparatos para atmósferas potencialmente explosivas se seleccionarán teniendo en cuenta los siguientes factores.

- a) Clasificación del emplazamiento y la zona de acuerdo al apartado 3.
- b) Temperatura de ignición de los gases, vapores, polvos o fibras previstos.

- c) La características de los gases o vapores referentes a:
 - 1) Para el material antideflagrante Exd el grupo de explosión (IIA, IIB y IIC) señalado en 2.7 definido por IEMS.
 - 2) Para el material e instalaciones de seguridad intrínseca Exi el grupo de explosión (IIA, IIB, IIC) definido según la relación C.M.I
- d) Las influencias externas y la temperatura ambiente a que se verá sometido el material eléctrico.

Para los materiales con modo de protección de: Seguridad aumentada Exe. sobrepresión interna Exp. inmersión en aceite Exo y aislante pulverulento Exq solo son necesarias la clasificación del emplazamiento (zonas) y la temperatura de ignición.

1.- Selección del material eléctrico en función de la clasificación del emplazamiento:

- a) Material eléctrico para zona 0.

En zona 0 solo se admite el empleo de equipos o instalaciones eléctricas dotados del modo de protección Exia. Alternativamente podrán emplearse materiales o instalaciones eléctricas diseñadas para ser utilizadas en zona 0. siempre y cuando presenten al menos un nivel de seguridad equivalente al modo de protección citado debiendo disponer del correspondiente certificado de control.

- b) Material eléctrico para la zona 1.

En zona 1 deberán emplearse materiales eléctricos dotados con alguno de los modos de protección citados en 4.

- c) Material eléctrico para zona 2.

En zona 2 puede emplearse el siguiente material:

- c1. Material eléctrico para Zona 0 o para zona 1.
- c2. Material eléctrico de sobrepresión interna para Zona 2.
- c3. Material eléctrico especialmente diseñado para

Zona 2.

- c4. Otro material eléctrico que en servicio normal no provoque chispas, arcos o calentamientos superficiales capaces de provocar la ignición de la atmósfera explosiva presente. Este material deberá también ir provisto del certificado de control que acredite su nivel de seguridad.

- 2.- Selección del material eléctrico en relación a la temperatura de ignición.

El material eléctrico será seleccionado de tal modo que se asegure que su temperatura máxima superficial no exceda la temperatura de ignición de los gases, vapores, polvos o fibras que puedan estar presentes.

Los símbolos para las clases de temperatura que se marcaran en los aparatos tendrán el significado indicado en la tabla 1.

TABLA 1.

Relación de la clase de temperatura del material eléctrico o partes de él con su temperatura superficial máxima y la temperatura de ignición de los gases y vapores.

Clase de temperatura del material eléctrico	Temperatura superficial máxima del material eléctrico	Temperatura de ignición del gas o vapor
T1	≤ 450 °C	> 450 °C
T2	≤ 300 °C	> 300 °C
T3	≤ 200 °C	> 200 °C
T4	≤ 135 °C	> 135 °C
T5	≤ 100 °C	> 100 °C
T6	≤ 85 °C	> 85 °C

- 3.- Selección de material eléctrico en función de los grupos IIA, IIB, IIC.

La elección del grupo apropiado de la envolvente antideflagrante y del material e instalaciones de seguridad intrínseca se hará teniendo en cuenta el grupo de gas y vapor indicado en las normas que definen estos modos de protección.

4.- Influencias externas.

Los materiales eléctricos estarán protegidos contra las influencias externas (por ejemplo, químicas, mecánicas y térmicas). Las exigencias de construcción asegurarán la conservación del modo de protección cuando el material se utilice en las condiciones específicas de servicio.

5.- Temperatura ambiente.

El material eléctrico será utilizado en la gama de temperaturas para la que se ha diseñado y que deberá incluirse en su marcado. Si no se da ninguna referencia se considera que el margen de utilización está comprendido entre - 20 °C y 40 °C.

Otras temperaturas deberán indicarse expresamente en el certificado del organismo certificador autorizado.

5.3.- Protección contra Chispas Peligrosas.

5.3.1.- Protección contra Contactos Directos.

Con objeto de evitar la formación de chispas susceptibles de inflamar la atmósfera gaseosa explosiva, debe evitarse cualquier contacto con partes desnudas con tensiones superiores de las de seguridad intrínseca.

5.3.2.- Protección contra Contactos Indirectos.

Para las configuraciones de las redes de baja tensión, se observarán las siguientes prescripciones en el ámbito del presente Reglamento:

- a) Redes con conductor neutro y conductor de protección puestos a tierra en un mismo punto y separados entre sí en el conjunto de la red (redes TN.S).

No deberán conectarse entre sí ambos conductores, excepto en el punto de puesta a tierra de la red, ni combinarse neutro y protección en un solo conductor.

- b) Redes con funciones combinadas de neutro y protección en un solo conductor, en el conjunto de la red (redes TN-C).
- c) Redes con neutro conectado directamente a tierra y masas puestas a tierra en puntos diferentes al anterior (Redes TT). Este tipo de red se admite para Zona 1 siempre que esté protegido por un dispositivo de corriente diferencial residual, incluso si se trata de un circuito de pequeña tensión de seguridad (tensión inferior a 50 V). Este tipo de red no se permite en Zona 0.

Es el sistema empleado por UTE para las instalaciones interiores de Baja Tensión.

- d) Redes con neutro aislado o unido a tierra a través de una impedancia que limita la corriente de defecto (redes IT).

Las instalaciones situadas en zona 0 deberán desconectarse instantáneamente en caso de primer defecto a tierra, bien por el dispositivo de control de aislamiento o bien por un dispositivo de corriente residual, puede ser utilizado por clientes cuyas instalaciones son del particular (medición en M.T. o A.T.).

- e) En las redes de cualquier nivel de tensión, instaladas en zona 0, deberá prestarse especial atención en limitar, en amplitud y duración, las corrientes de cortocircuito.

Deberá instalarse una protección instantánea contra defectos a tierra.

5.3.3.- Red de Unión Equipotencial de Masas.

Con objeto de evitar la formación de chispas peligrosas entre las masas de las estructuras metálicas a distintos potenciales, deberá instalarse una red de unión equipotencial de masas en zonas 0 y 1, siendo recomendable su empleo en zona 2 (véase Capítulo VI). Todas las partes conductoras externas deberán conectarse a dicha red. A la red equipotencial pueden conectarse los conductores de protección, los conductos, las armaduras, pero en ningún caso el conductor neutro.

La sección del conductor de protección será de al menos 10 milímetros cuadrados de cobre, o de otro metal con resistencia eléctrica equivalente.

Las envolventes metálicas de los equipos no necesitarán conectarse a la red de unión equipotencial, siempre y cuando se encuentren vinculadas por soldadura fuerte, a otras partes que si lo estén, en caso contrario se unirán mediante puentes conductores metálicos, previamente conectadas a dicha red equipotencial.

Sin embargo, algunos equipos de seguridad intrínseca no están previstos para conectarse a la red equipotencial de masas.

Las conexiones equipotenciales entre vehículos e instalaciones fijas pueden exigir medidas especiales. Es el caso, por ejemplo, cuando se utilizan juntas de materiales aislantes en las tuberías de carga.

5.3.4.- Protecciones contra otros Riesgos de Explosión.

1.- Electricidad estática.

En la concepción de las instalaciones eléctricas, deberá prestarse especial atención a los posibles riesgos derivados de las descargas electrostáticas, debiéndose realizar un estudio particular, para cada caso, en zonas secas, con corrientes de aire u otros gases, y en aquellas actividades en las que se efectúe movimiento o transporte de sustancias a través de cañerías. Independientemente del estudio necesario será siempre imprescindible una conexión equipotencial y descarga a tierra.

2.- Protecciones contra descargas Atmosféricas.

Del mismo modo, deberá prestarse también atención especial a los riesgos derivados de las descargas atmosféricas. (Capítulo XXIII).

3.- Piezas metálicas con protección catódica.

Las piezas metálicas con protección catódica, situadas en emplazamientos peligrosos, son elementos conductores activos, potencialmente peligrosos por su potencial eléctrico negativo bajo (especialmente si están dotados de un sistema de corriente catódica propia).

4.- Radiación electromagnética.

También deben considerarse los posibles riesgos originados por radiaciones electromagnéticas importantes. En estos casos se deberá dimensionar los blindajes magnéticos adecuados y aterrados correctamente.

5.4.- Protección Eléctrica.

Los circuitos y aparatos eléctricos en zonas peligrosas, exceptuado los de seguridad intrínseca, deberán ir equipados con dispositivos de protección para asegurar su desconexión automática de la red en el tiempo más corto posible. En los casos de sobrecarga y cortocircuito, el dispositivo de protección desconectará la parte de la instalación averiada, sin posibilidad de rearme automático. En zona 2, los dispositivos de protección contra sobrecargas podrán ir dotados de rearme por cualquiera de los fallos citados. Deberá asegurarse que el dispositivo de protección no ha quedado averiado.

Deberá preverse también un dispositivo que asegure la protección contra los riesgos provocados por las sobrecorrientes, en los motores trifásicos, en marcha monofásica.

En las instalaciones en que la desconexión automática de determinados equipos eléctricos suponga un peligro superior al riesgo de inflamación, será suficiente una señal de alarma producida por el equipo de protección.

5.5.- Seccionamiento y Parada de Emergencia.

Toda alimentación a un área peligrosa deberá tener un interruptor de corte general fuera del área de peligro, ubicado en lugar de fácil acceso y debidamente señalado, en caso necesario se deberá disponer mas de un punto de accionamiento de corte a dicho interruptor.

Se deberá poner especial atención en disponer de una alimentación independiente para aquellos equipos que no sea conveniente interrumpir su alimentación, en primera instancia, en casos de emergencia.

5.6.- Canalizaciones Eléctricas.

5.6.1.- Generalidades.

En el diseño de las canalizaciones eléctricas deberán considerarse las condiciones ambientales del emplazamiento peligroso, incluyendo los factores mecánicos, químicos y térmicos. Las canalizaciones eléctricas deberán cumplir con las prescripciones contenidas en los Capítulos II, III y con las que a continuación se indican.

Todas las canalizaciones de las instalaciones eléctricas de seguridad intrínseca se realizarán de acuerdo con el apartado 6.3, no teniendo que cumplir necesariamente las prescripciones de 5.6.1.1, 5.6.2.1 y 5.6.3.

- 1.- Los cables aislados sin cubierta exterior no deberán utilizarse como conductores activos, salvo en el conexionado interior de aparatos eléctricos o en canalizaciones eléctricas dentro de conductos.
- 2.- Las cubiertas exteriores de los cables que no estén colocados bajo el suelo o en zanjás rellenas de arena serán no propagadoras de la llama según UNIT 763; esto no es aplicable a las canalizaciones eléctricas de tipo a) o b) de 5.6.2.1.

Si se instalan mazos de cables en zanjás sin relleno o en conductos estrechos, estos cables deberán ser no propagadores de llama según Norma UNIT.

La corriente admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.

Todas las canalizaciones eléctricas de longitud superior a 5 metros deberán disponer en su comienzo de una protección contra cortocircuitos y contra sobrecargas, si éstas son previsibles, estableciendo estas últimas en base a lo fijado en el párrafo anterior.

- 3.- Las entradas de los cables a los aparatos eléctricos, se realizará de acuerdo con el modo de protección previsto.
- 4.- Los orificios del material eléctrico, para entradas de cable o conducto, no utilizados deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vaya dotado dicho material.
- 5.- En caso necesario, los cables y conductos estarán sellados para evitar el paso de gases o líquidos.
- 6.- En el punto de transición de una canalización eléctrica, de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables, de un emplazamiento a otro. También se evitará la acumulación de gases, vapores o líquidos inflamables en zanjás. Esto puede precisar del sellado de zanjás, conductos, bandejas, etc., una ventilación adecuada o el relleno de zanjás con arena.

5.6.2.- Cables.

1.- Canalizaciones eléctricas fijas.

Las canalizaciones eléctricas de energía en zonas 1 y 2 podrán realizarse con las condicionantes establecidos mediante:

- a) Cables o conductores aislados en conducto metálico, rígido o flexible, según lo prescrito en 5.6.3.
- b) Cables constituidos de tal modo que dispongan de una protección mecánica. Se consideran como tales:

Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica.

Cables armados con funda de plomo.

Cables armados con cubierta exterior no metálica, estos cables deberán disponer de una cubierta interior de estanqueidad bajo armadura.

Las armaduras serán de acero galvanizado y preferentemente estarán realizadas a base de alambre, si se trata de cables rígidos, o mallas, si son flexibles.

2.- Canalizaciones eléctricas de equipos portátiles ó móviles.

Para las canalizaciones eléctricas de alimentación a equipos, móviles o portátiles, en zonas 1 ó en zonas 2, se utilizarán cables flexibles, con o sin armadura flexible y cubierta de policloropreno, o similar. Si se utiliza conductor de protección debe aislarse como los otros conductores y situarse bajo la cubierta, salvo si está dispuesto en forma de pantalla. Puede utilizarse como conductor de protección la armadura si se tiene la conductividad suficiente. La utilización de los cables flexibles sin armadura, se restringirá a lo estrictamente necesario, recomendándose que su longitud sea lo más reducida posible.

La sección mínima de los conductores será de $1,5 \text{ mm}^2$.

Este tipo de canalizaciones tiene su tensión nominal limitada a 450/700 V.

5.6.3.- Canalizaciones Eléctricas en Conducto.

1.- Generalidades.

Las canalizaciones eléctricas en conducto no deberán emplearse donde puedan sufrir vibraciones capaces de romperlas o aflojar sus uniones roscadas, donde como consecuencia de su rigidez pueden originarse esfuerzos excesivos, o donde pueda producirse una condensación interna de humedad excesiva.

2.- Conductos.

Los conductos rígidos para instalaciones con aparatos Exd deberán ser de acero sin costura, galvanizados interior y exteriormente y resistir una presión interna de 3 MPa. El roscado de los mismos deberá cumplir con las exigencias dimensionales de la protección antideflagrante.

Los conductos flexibles serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos. Estarán protegidos exteriormente con una malla de acero inoxidable o galvanizado o plastificada. Deberán estar provistos de accesorios que cumplan las condiciones de la construcción antideflagrante.

Para las instalaciones con aparatos dotados de otros modos de protección, los conductos serán metálicos, debiendo presentar una resistencia mecánica lo suficientemente elevada.

3.- Cortafuegos.

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas por el interior de los conductos:

- a) En todos los conductos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas.
- b) En los conductos de entrada a envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones, cuando el diámetro de los conductos sea igual o superior a 50 mm.

Si en un determinado conjunto, el equipo que puede producir arcos, chispas o temperaturas elevadas, está situado en un compartimiento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensaestopas antideflagrante, la entrada al compartimiento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.

En los casos en que se precisen cortafuegos, estos se montarán lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 mm de ellas.

Cuando dos ó más envolventes que, de acuerdo con los párrafos anteriores, precisen cortafuegos de entrada, estén conectadas entre sí por medio de un conducto de 900 mm o menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuegos entre ellas a 450 mm, o menos, de la más alejada.

En los conductos que salen de una zona peligrosa a otra de menor nivel de peligrosidad, el cortafuegos se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se instalará de manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de conductos en la zona de mayor nivel de peligrosidad no puedan pasar a la zona menos peligrosa. Entre el cortafuegos y la línea límite no deben colocarse acoplamientos, cajas de derivación o accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

La pasta de sellado deberá ser resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudiera haber presentes, y tener un punto de fusión por encima de los 90°C.

El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del conducto y en ningún caso, inferior a 16 milímetros.

Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.

Las instalaciones en conducto deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones, o permitan una purga periódica.

Podrán utilizarse cables de uno o más conductores aislados en conducto. Cuando un conducto contenga tres o más cables, la sección ocupada por los mismos, comprendido su aislamiento, relleno y cubierta exterior, no será superior al 40 % del área útil del conducto.

6.- Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en Zona 0.

6.1.- Generalidades.

Cuando se utilicen instalaciones eléctricas en zona 0 deberá preverse un alto nivel de seguridad, teniendo en cuenta las condiciones ambientales específicas como las sollicitaciones térmicas, mecánicas, químicas, eléctricas, los fenómenos electrostáticos y los efectos de corrosión.

6.2.- Material Eléctrico para Zona 0.

Sólo podrán utilizarse los siguientes materiales eléctricos, instalados según las reglas establecidas en sus certificados de conformidad y marcados en consecuencia:

- 1.- Materiales eléctricos de seguridad intrínseca "ia".
- 2.- Otros materiales eléctricos especialmente concebidos para su utilización en zona 0.

6.3.- Canalizaciones Eléctricas en Zona 0.

Los circuitos de seguridad intrínseca deben ser instalados siguiendo las reglas establecidas para la zona 1, pudiendo aplicarse, además, otras reglas complementarias específicas para la zona 0.

Las instalaciones eléctricas que no sean de seguridad intrínseca deben responder a las siguientes reglas:

En zona 0 no se utilizarán cables sin protección adicional. Dicha protección puede ser mecánica, eléctrica o contra los efectos ambientales, de conformidad con las condiciones de utilización. Deberá prestarse atención especial a los

efectos de las descargas atmosféricas y a las diferencias entre los potenciales de tierra.

En zona 0 es aconsejable emplear canalizaciones eléctricas en conducto.

7.- Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en Zona 1.

7.1.- Equipos Eléctricos con modo de Protección Exp.

En la instalación de equipos eléctricos dotados del modo de protección Exp. deberán observarse las siguientes prescripciones, además de las reglas contenidas en las normas de este modo de protección (ver punto 4):

- a) Antes de la puesta en servicio de los equipos debe verificarse que su instalación cumple con lo exigido en dichas normas.
- b) Las entradas de cable o las conexiones de los conductos de las canalizaciones eléctricas a las envolventes Exp deben ser lo suficientemente estancas como para impedir fugas excesivas del gas de protección y la salida al exterior de chispas o partículas incandescentes producidas por los aparatos eléctricos situados en el interior de la envolvente.
- c) El orificio de entrada del gas de protección al (o los) conducto(s) de alimentación deberá(n) situarse en un emplazamiento no peligroso.
- d) Los tubos o caños de alimentación del gas de protección deberán desembocar en un emplazamiento no peligroso; en caso contrario, deberán instalarse dispositivos que eviten la salida de chispas o partículas incandescentes peligrosas.

7.2.- Sistemas Eléctricos de Seguridad Intrínseca.

Deberán reunir las siguientes condiciones:

Aislados de tierra, o conectados en un punto a la red de unión equipotencial de masas, cuando dicha red exista en todo el tendido de los circuitos de seguridad intrínseca, o conectados a tierra en un punto, cuando sea necesaria dicha conexión, por razones de funcionamiento de los circuitos facilitados por el fabricante.

La puesta a tierra de la instalación en varios puntos se admite siempre y cuando sus circuitos estén separados galvánicamente y cada uno esté conectado a tierra en un solo punto.

Cuando un circuito esté aislado de tierra deberán considerarse los posibles riesgos provenientes de las cargas electrostáticas.

- a) Cuando se empleen barreras de seguridad, la tensión de defecto máxima en el material eléctrico conectado a los bornes de entrada a la barrera no deberá superar el valor de la tensión de defecto asignada a la barrera (por ejemplo, 250 V). Cuando una barrera de seguridad deba ser conectada a tierra, la longitud del conductor de conexión con el borne de tierra de la barrera debe ser tan corta como sea posible. La sección del conductor de conexión deberá determinarse teniendo en cuenta la corriente de cortocircuito estimada y tendrá, como mínimo, un valor de 1,5 mm² en cobre.

En cualquier caso deberá realizarse un estudio detallado para justificar la necesidad de la puesta a tierra del sistema de alimentación conectado a los bornes de entrada de la barrera.

- b) En las instalaciones eléctricas que posean circuitos de seguridad intrínseca (por ejemplo, en los armarios de medida y control), los bornes deben separarse de forma segura de los circuitos que no sean de seguridad intrínseca (por ejemplo, por pantallas de separación o por un distanciamiento en el aire superior a 50 mm). Los bornes de los circuitos de seguridad intrínseca deberán marcarse como tales.

Cuando la separación de bornes se realice mediante distanciamiento en aire, deberán tomarse las debidas precauciones en el cableado, para impedir un contacto accidental entre circuitos, por la separación de un conductor de su borne de fijación.

- c) Si una envolvente contiene circuitos de seguridad intrínseca y circuitos que no son de seguridad intrínseca, los circuitos de seguridad intrínseca deben estar claramente identificados.
- d) El marcado de los circuitos puede realizarse mediante etiquetas o por el empleo del color azul claro en las envolventes, bornes y cables.
- e) Cuando un circuito de seguridad intrínseca pueda verse sometido a perturbaciones originadas por campos magnéticos o eléctricos deberán adoptarse medidas especiales (por ejemplo, apantallado del circuito) con el fin de asegurar que dichos campos no alteren su modo de protección.
- f) Los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca y los conductores de los circuitos que no son de seguridad intrínseca no deberán incluirse en un mismo cable, mazo de cables o conductos. En bandejas, zanjás, etc., los cables de seguridad intrínseca deberán estar separados de los cables que no son de un circuito de seguridad intrínseca, por medio de una barrera mecánica. Dicha barrera no será necesaria cuando los cables posean una cubierta de protección adicional o un forro exterior que asegure una separación física equivalente, o

cuando los cables se fijen sólidamente de manera que se asegure dicha separación.

- g) En la instalación de los circuitos de seguridad intrínseca no deberán sobrepasarse los valores límites característicos de capacidad, inductancia y relación inductancia-resistencia. Dichos valores deben ser extraídos de los certificados o del marcado del material eléctrico o de las instrucciones de instalación.
- h) Cuando varios circuitos de seguridad intrínseca se interconecten para formar un sistema deberá comprobarse, bien mediante cálculo o por medida directa, que los nuevos valores de inductancia y capacidad, no afectan a la seguridad intrínseca del conjunto.

7.3.- Máquinas Eléctricas Rotativas.

7.3.1.- Reglas Generales.

- a) Todas las máquinas eléctricas rotativas deberán protegerse contra los calentamientos peligrosos provocados por las sobrecargas. Podrán utilizarse los dispositivos de protección siguientes:
 - a.1) Dispositivos de protección de máxima corriente, con aparatos de corte omnipolar y temporizados; por ejemplo, los aparatos de corte y protección de motores, que deben regularse para la corriente nominal de la máquina I_n , teniendo en cuenta su factor de utilización, y que actúan en menos de dos horas para valores de la corriente comprendidos entre 1,05 y 1,2 veces la corriente nominal. En el caso de motores conectados en estrella a una red IT, puede ser suficiente instalar un dispositivo de protección sobre dos fases.
 - a.2) Dispositivos de control directo de la temperatura conectados a detectores situados en el interior de la máquina.
 - a.3) Otros dispositivos de protección equivalentes.

Los motores que puedan soportar permanentemente, sin un calentamiento excesivo, su corriente de arranque I_a a la tensión nominal y a la frecuencia nominal, o los generadores que puedan soportar

permanentemente, sin un calentamiento excesivo, su corriente de cortocircuito I_k , no necesitan ningún dispositivo de protección contra sobrecargas.

- b) El poder de corte del aparato utilizado para la protección de un motor deberá ser, como mínimo, igual a su corriente nominal de arranque I_a .

7.3.2.- Prescripciones particulares para los Motores de Seguridad aumentada Exe:

- a) Si la envolvente posee un grado de protección inferior a IP 54, el motor solo podrá instalarse en lugares adecuados, y deberá ser utilizado bajo la vigilancia periódica de personal calificado.
- b) Las características tiempo-corriente de los dispositivos de protección del motor, deberán estar disponibles en el lugar de instalación. Dichas características deben indicar los tiempos de desconexión, partiendo del estado frío, para una temperatura ambiente de 20 °C y para valores de I/I_n entre 3 y 8.

Los valores especificados para los tiempos de desconexión deben estar garantizados con una precisión del $\pm 20 \%$.

Los dispositivos de protección de los motores de jaula de ardilla deben elegirse de forma tal que el tiempo de desconexión en estado frío, tomado de su características tiempo-corriente para el valor I_a/I_n del motor, debe ser inferior al tiempo t_E indicado en su placa de características.

- c) Si un motor va dotado de detectores internos de temperatura para su protección, solo podrá utilizarse con el elemento de control asociado que deberá contar con el correspondiente certificado.
- d) Los motores conectados en triángulo deberán protegerse mediante dispositivos montados en serie con sus devanados de fase, o en los conductores de línea. La elección y regulación de los dispositivos de protección conectados en serie con los devanados de fase, deberá realizarse teniendo en cuenta el valor de la corriente nominal de fase ($0,58 I_n$). Si los dispositivos de protección se montan sobre los conductores de línea, deberán adoptarse medidas adicionales de protección, tales como la protección contra la marcha en monofásico por falta en una fase.

- e) En general, los motores dotados de protección amperimétrica deben funcionar en servicio continuo, con arranques fáciles y poco frecuentes, que no producen un calentamiento importante de la máquina.

Los motores previstos para arranques difíciles, o que deben arrancar frecuentemente, deberán ir dotados de dispositivos de protección especiales, que garanticen la no superación de la temperatura límite.

La temperatura límite nunca debe rebasarse, incluso durante el arranque del motor.

- f) Los motores de rotor bobinado con devanados de seguridad aumentada, deberán protegerse mediante cualquiera de los dispositivos de protección contra sobrecargas citados en 7.3.1.a.

Los dispositivos de protección amperimétricos o relés instantáneos, deberán regularse para un valor de la corriente, ligeramente superior a la corriente máxima de arranque, e inferior a ocho veces la corriente nominal del motor.

7.4.- Transformadores y Condensadores.

Los transformadores y condensadores que contengan líquidos inflamables, se instalarán en emplazamientos situados en zonas no peligrosas.

Los transformadores instalados en zona 1 y previstos para soportar permanentemente sin calentamientos inadmisibles, su corriente nominal de cortocircuito, no necesitan ningún dispositivo de protección contra sobrecargas.

7.5.- Luminarias.

Las luminarias fijas o portátiles deberán incluir en su marcado la tensión nominal, frecuencia nominal, potencia máxima y tipo de lámparas con que pueden ser utilizadas.

7.6.- Equipos Móviles y Portátiles.

No podrán utilizarse equipos móviles o portátiles dotados del modo de protección por inmersión en aceite E.X.O.

Los equipos portátiles deberán llevar su interruptor incorporado.

8.- Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en zona 2.

8.1.- Materiales Eléctricos admisibles en Zona 2.

En zona 2 podrá utilizarse el siguiente material eléctrico:

- a) Material eléctrico para zona 0 o zona 1.
- b) Material eléctrico de ventilación restringida para zona 2.
- c) Material eléctrico diseñado especialmente para zona 2.
- d) Material eléctrico que, en servicio normal, no genere arcos, chispas o temperaturas capaces de provocar una inflamación.

Una superficie caliente se considera susceptible de provocar una inflamación, si su temperatura supera la temperatura de inflamación de la atmósfera explosiva considerada.

9.- Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en emplazamientos de la clase II.

En los emplazamientos clase II se pueden presentar dos circunstancias de presencia de polvos inflamables:

- a) En forma de nube en suspensión.
- b) En forma de capa depositada sobre los aparatos.

Los equipos admisibles deberán cumplir las condiciones siguientes:

- 1.- Protección contra la penetración del polvo:

Grado IP5x. Protegido contra la entrada perjudicial de polvo.

Grado IP6x. Protección total contra la entrada de polvo.

En los emplazamientos con riesgo permanente de explosión de polvo, o con abundancia de polvo inflamable en el ambiente o cuando el polvo inflamable sea además conductor de la electricidad, se deberá adoptar IP6x.

2.- Temperatura superficial máxima:

Los polvos inflamables presentan dos temperaturas de inflamación distintas:

TIN: "Temperatura de inflamación en nube", y

TIC: "Temperatura de inflamación en capa".

Según se parta de uno u otro valor, la temperatura superficial máxima del equipo eléctrico deberá ser inferior a:

$$2/3 \text{ de TIN, o } (TIC-75)^{\circ}\text{C}$$

Los valores TIC tabulados se establecen con una capa de 5 milímetros de espesor de polvo. Cuando se prevea una capa de espesor superior, la temperatura superficial máxima del equipo eléctrico se corregirá reduciéndola en 3°C por cada milímetro adicional.

En la práctica, dados los valores usuales de TIN y TIC, las clases de temperatura apropiados serán T6, T5 y en algún caso T4, definidos en Tabla 1.

9.1.- Empleo de los modos de Protección Normalizados.

En principio no están previstos para su empleo en locales de clase II. Sin embargo, podrá hacerse extensiva su utilización a estos emplazamientos si se adoptan las siguientes disposiciones adicionales:

"i"; Certificación que garantice que el equipo no se altera por la capa de polvo depositado.

"p"; Estanqueidad al polvo (filtros, etc.).

"e"; Índice de protección IP6x.

"d"; Índice de protección IP5x o IP6x.

De modo general se recomienda que el equipo eléctrico tenga unas formas tales que se evite la acumulación de polvo y la formación de capas gruesas de polvo (formas cónicas, esféricas, evitando superficies horizontales planas, etc.).

Finalmente, para que la seguridad no se vea comprometida por el trato normal de los equipos, se establece una resistencia al impacto mínima IPxx5, recomendándose IPxx7 cuando se trate de polvos inflamables y conductores de la electricidad o en emplazamientos muy polvorientos o con formación frecuente de nubes inflamables.

10.- Prescripciones complementarias para las Instalaciones Eléctricas en emplazamientos de la Clase III.

En estos emplazamientos se podrá utilizar, en principio, equipos eléctricos convencionales sin modo de protección, dimensionados de forma que las sobrecargas sean poco probables y cuidando que las protecciones contra sobrecorrientes estén cuidadosamente diseñadas.

Cuando la manipulación de fibras origine la formación de polvo, se adoptarán las medidas correspondientes a los emplazamientos de la clase II.

Anexo I.-

De acuerdo a la NORMA IEC 79, el material eléctrico para atmósferas explosivas gaseosas, se divide en:

Grupo I: material eléctrico destinado a minas grisuosas.

Grupo II: material eléctrico destinado a lugares en atmósferas explosivas gaseosas a excepción de las minas grisuosas.

Según esta norma, el material eléctrico del grupo II es objeto de subdivisiones en función de la atmósfera gaseosa para la que esté destinado. Para algunos modos de protección se indica a las subdivisiones A, B, C ella está basada en el intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS) para las envolventes antideflagrante o sobre la corriente mínima de inflamación (CMI) para el material eléctrico de seguridad intrínseca.

Anexo II.-

Ejemplos de emplazamiento Clase I.

Se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos que produzcan vapores inflamables.

Entre estos emplazamientos a menos que el proyectista justifique lo contrario, según el procedimiento de UNE 20.322-86. se encuentran los siguientes:

Aquellos en los que se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro (p.ej. estaciones de servicio).

Garages y talleres de reparación de vehículos.

Los interiores de cabinas de pintura donde se utilicen pistolas de pulverización.

Las zonas próximas a los locales en que se realicen operaciones de pintura por cualquier sistema cuando en los mismos se empleen disolventes inflamables.

Los emplazamientos en los que existan tanques o recipientes abiertos que contengan líquidos inflamables.

Los secaderos o los compartimientos para la evaporación de disolventes inflamables.

Los locales en que existan extractores de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.

Los lugares de las lavanderías y tintorerías en los que se empleen líquidos inflamables.

Las salas de gasógenos.

Las instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.

Las salas de bombas o de compresores para gases o líquidos inflamables.

Los exteriores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierre poco consistentes.

Anexo III.-

Ejemplos de emplazamientos Clase II.

Las zonas de trabajo de las plantas de manipulación y almacenamiento de cereales.

Las salas que contienen molinos, pulverizadores, limpiadoras, descascarilladoras, transportadores o bocas de descarga, depósitos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o de tolva, empaquetadoras, cúpulas o bases de elevadores, distribuidores, colectores de polvo o de productos (excepto los colectores totalmente metálicos con ventilación al exterior) y otras máquinas o equipos similares productores de polvo en instalaciones de tratamiento de grano, de almidón, de molturación de heno, de fertilizantes, etc.

Las plantas de pulverización de carbón, manipulación y utilización subsiguientes.

Plantas de coquización.

Plantas de producción y manipulación de azufre.

Todas las zonas de trabajo en las que se producen, procesan, manipulan, empaquetan, almacenan o manipulan en sacos o contenedores.

Los demás emplazamientos similares en los que pueda estar presente en el aire y en condiciones normales de servicio, polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los polvos inflamables conductores de la electricidad son más peligrosos. Por dicho motivo, cuando se trate de polvos conductores, el aparato eléctrico deberá ser siempre el adecuado para la zona Z (ver 3.2.1). Entre los polvos combustibles conductores de la electricidad se encuentran los de carbón y coque. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son extremadamente peligrosos. debiendo adoptarse todo tipo de precauciones en su manipulación.

Entre los polvos combustibles no conductores de la electricidad están los polvos producidos en la manipulación de grano y sus derivados, azúcar y cacao pulverizados, leche y huevo en polvo, especias pulverizadas, harinas de semillas oleaginosas, heno seco y además materiales orgánicos que pueden formar o desprender polvos combustibles cuando se procesan o manipulan.

Anexo IV.-

Ejemplos de emplazamientos Clase III

Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, se encuentran los siguientes:

Algunas zonas de las plantas textiles de rayón, algodón, etc.

Las plantas de fabricación y procesado de fibras combustibles.

Las plantas desmontadoras de algodón.

Las plantas de procesado de lino.

Los talleres de confección.

Las carpinterías, establecimientos e industrias que presenten riesgos análogos.

Aquellos lugares en los que se almacenen o manipulen fibras fácilmente inflamables.

Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamable están el rayón y otras fibras sintéticas, algodón (incluidos borra y desperdicios), sisal, yute, estopa, alquitranada, y otros materiales de naturaleza similar.