

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**MATERIALES Y SISTEMAS ELÉCTRICOS PARA ATMÓSFERAS  
EXPLOSIVAS EN REFINERÍAS DE PETROLEO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**RAUL WILFREDO VICHARRA REMENTERIA**

**PROMOCIÓN  
1998 - II**

**LIMA – PERU  
2006**

**MATERIALES Y SISTEMAS ELÉCTRICOS  
PARA ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN  
REFINERÍAS DE PETROLEO**

***Dedico este pequeño trabajo a:***

*Raúl y Wilfredo, mis dos Hijos que son mi fuerza para no desmayar ante nada en la vida.*

*A las personas en el mundo que han dado todo e inclusive la vida por un objetivo noble, de ayuda a los niños mas necesitados, y que de sus esfuerzos sabemos muy poco o nada. Estos seres son el eje de mi entusiasmo para seguir adelante.*

## SUMARIO

El presente trabajo es para mostrar una visión panorámica de las instalaciones eléctricas especiales en atmósferas potencialmente explosivas, considerando solo a las instalaciones de refinería de petróleo.

Para que pueda presentarse el peligro de una explosión deben estar presentes tres factores, la presencia de una sustancia **combustible** que pueda presentarse en mezcla con el **aire (oxígeno)** en proporciones determinadas y por último una **f fuente** capaz de producir la ignición de la mezcla anterior.

A la mezcla formada por los dos primeros factores mencionados en el párrafo anterior es lo que comúnmente denominamos atmósfera potencialmente explosiva. Esta mezcla esta presente por las condiciones normales del proceso que se está desarrollando y suponiendo que es imposible de evitar su formación, solo queda como único recurso impedir la presencia de la fuente de ignición, para ello se aplican métodos que trataremos en este trabajo.

En todas las áreas de una refinería (Procesos, Ingeniería, Mantenimiento, Seguridad, Laboratorio, Operaciones, Planificación entre otras), se crea labores muy importantes para controlar y minimizar los riesgos de las atmósferas explosivas, entre ellas se definen: los planos de clasificación de área peligrosas, la lista con sustancias y fuentes de escape, los P&I, los valores máximo y mínimo de las variables de proceso para las alarmas y paro, los enclavamientos de equipos para la seguridad del personal y de las instalaciones, la planificación de mantenimientos, la planificación de la producción, la gestión de seguridad, los manuales de operación de las unidades, todo ello con el objetivo de prevenir y minimizar los riesgos laborales durante el funcionamiento en estado normal y de emergencia de las unidades de proceso de una Refinería.

## INDICE

	Pagina
<b>PROLOGO</b>	
<b>CAPITULO I</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	
1.1. Criterios de seguridad	3
1.2. Reglamentos y normas nacionales e internacionales aplicables para atmósfera explosiva	6
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MODOS DE PROTECCIÓN</b>	
2.1. Introducción	9
2.2. Definiciones	9
2.2.1. Envoltentes antideflagrantes	10
2.2.2. Seguridad aumentada	11
2.2.3. Seguridad intrínseca	13
2.2.4. Sobre presión interna	16
2.2.5. Inmersión en aceite	17
2.2.6. Relleno pulverulento	17
2.2.7. Encapsulado	18
2.2.8. Protección simplificada	18
2.2.9. Protección especial	19
2.2.10. Envoltentes para polvos	19
2.3. Reglas generales	24
<b>CAPITULO III</b>	
<b>CERTIFICACIÓN Y MERCADO DE EQUIPOS</b>	
3.1. Certificados de conformidad	26

3.2.	Normas, reglamentos y directivas	30
3.3.	Marcado	30
3.4.	Organismo acreditados y marcado CE	34

#### **CAPITULO IV**

##### **DEFINICIONES DE EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS DE GASES, POLVOS Y FIBRAS**

4.1.	Introducción	35
4.2.	Atmósfera explosiva	35
4.3.	Funcionamiento normal de las instalaciones	36
4.4.	Clases de Emplazamientos Peligrosos	37
4.5.	Resumen de clasificación según normas Europeas y Americanas	43
4.6.	Instalaciones eléctricas en emplazamientos clasificados	47

#### **CAPITULO V**

##### **PROCEDIMIENTOS PARA CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CLASE I, II Y III**

5.1.	Generalidades	59
5.2.	Normas y reglamentación	59
5.3.	Objetivo de la clasificación de emplazamientos	61
5.4.	Procedimiento para clasificar emplazamientos de clase I	62
5.5.	Procedimiento para clasificar emplazamientos de clase II	92
5.6.	Procedimiento para clasificar emplazamientos de clase III	101

#### **CAPITULO VI**

##### **CONSIDERACIONES DE LA CARGA ESTÁTICA EN ÁREAS CON PRESENCIA DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS**

6.1	Protección frente a la electricidad estática como fuente de inflamación	102
6.2	Generalidades según la norma NFPA 77	112

#### **CAPITULO VII**

##### **CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MATERIALES ELÉCTRICOS PARA AREAS CLASIFICADAS**

7.1.	Reglamentación	116
7.2.	Criterios de selección de aparatos eléctricos clase I	116
7.2.1.	Selección de material para zona 0	117
7.2.2.	Selección de material para zona 1	120
7.2.3.	Selección de material para zona 2	122
7.3.	Canalizaciones y cables	127

7.4.	Esquemas de distribución	132
7.5.	Criterios importantes de otras protecciones eléctricas	135

## **CAPITULO VIII**

### **PLAN DE INSPECCIÓN, REPARACION Y MANTENIMIENTO EN EMPLAZAMIENTOS CLASE I, II Y III**

8.1.	Introducción	141
8.2.	Objeto y campo de aplicación	142
8.3.	Definiciones	142
8.4.	Requisitos generales	143
8.5.	Requisitos adicionales para programas de inspección	150

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>159</b>
---------------------------------------	------------

## **ANEXOS**

### **ANEXO A**

#### **EXIGENCIAS ADMINISTRATIVAS PARA UN PROYECTO Y PARA LAS INSTALACIONES EXISTENTES**

### **ANEXO B**

#### **REGLAMENTACIÓN VIGENTE, Y LA NORMATIVA DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL PERÚ**

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>173</b>
---------------------	------------

## PROLOGO

Las instalaciones de las Refinerías se caracterizan por tener pocos accidentes, pero cuando se producen son de severidad (alcances y efectos) elevada. Ello se debe y da lugar a que los aspectos de seguridad tengan una importancia y sean objeto de una intensa atención en las actividades de diseño, proyecto, montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento de este tipo de plantas.

A partir de la materia prima natural (el crudo de petróleo), que mediante varios procesos físicos y químicos, se obtiene en tales instalaciones una gran diversidad de productos fundamentales para el desarrollo económico de nuestra sociedad actual.

La propia naturaleza de las sustancias manejadas (inflamables, explosivas, reactivas, tóxicas), y sumadas las características de los procesos utilizados (presiones y temperaturas elevadas) así como el grandes volúmenes normalmente involucrados en este tipo de instalaciones, determinan la existencia de riesgos con un elevado potencial de explosión e incendios.

En el presente trabajo recogeremos experiencia acumuladas en los complejos industriales (Refinerías) de Repsol –YPF de Perú y España, los cuales están de acuerdo a criterios establecidos por las organizaciones internacionales de reconocido prestigio sobre equipamientos en instalaciones de atmósferas explosivas.

Los riesgos que analizaremos corresponden a los que se derivan de la naturaleza inflamable y explosiva de las sustancias involucradas en las actividades de Refino del crudo Petróleo, no consideraremos las propiedades tóxicas de las mismas, para el cual existe otro tratamiento desde el punto de vista de prevención del riesgo laboral.

Tanto en la producción como durante el procesamiento, transporte y almacenamiento de las sustancias inflamables (como productos químicos o productos derivados del petróleo), es inevitable que se produzcan escapes de gases o vapores, los cuales, al entrar en contacto



con el oxígeno de la atmósfera, pueden producir mezclas de una concentración explosiva: “Atmósfera Explosiva”.

Por diferentes motivos (una chispa eléctrica o una superficie excesivamente caliente por ejemplo) en este tipo de mezclas puede producirse una ignición accidental la cual a su vez, puede producir una explosión. Con el fin de evitar estos riesgos, los aparatos y materiales eléctricos que se instalen en emplazamientos en los que de forma permanente u ocasional puedan existir atmósferas potencialmente explosivas, han de estar fabricados según unos requisitos que tengan unos determinados modos de protección.

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. Criterios de seguridad

Cuando se realiza un nuevo proyecto, o se va efectuar una modificación o ampliación de una instalación existente, hay que analizar si las sustancias que se van o se están manipulando, pueden originar un riesgo de incendio o explosión.

La sustancia puede ser peligrosa en el mismo estado en el que se manipulan, pero también lo pueden ser por cambio de sus propiedades físicas o químicas. Para conocer si una sustancia es peligrosa se debe consultar a los usuarios y recurrir a las diversas publicaciones, manuales y todas las informaciones históricas posibles.

En caso si coexiste una atmósfera explosiva y una fuente de ignición se originara una explosión e incendio, por tanto será necesaria la adopción de medidas para evitar dicha coincidencia.

El primer paso será clasificar las áreas peligrosas de la instalación, determinando su grado de peligrosidad y su extensión. En algunas ocasiones se ignora la clasificación de áreas y se ejecuta una instalación eléctrica **normal** en un emplazamiento peligroso, con el consiguiente riesgo. En otras ocasiones, por no dedicarle tiempo a la determinación del grado de peligrosidad y su extensión, se hace una clasificación poco rigurosa, que normalmente implica unos coeficientes innecesarios de seguridad, que conlleva a una instalación eléctrica muy severa, que si bien aporta una seguridad adicional innecesaria, pero que supone una alta penalización para el **coste** del proyecto y de la conservación posterior (todo esto si se tuviese una reglamentación que de obligación al respecto).

Conocida la clasificación de cada emplazamiento, será preferible instalar el material eléctrico fuera de los emplazamientos peligrosos o en los de menor peligro. Si es inevitable la instalación eléctrica en un emplazamiento peligroso (como en muchos casos), el material deberá tener las medidas de protección adecuada para el área y así evitar que actúe como una fuente de ignición.

La clasificación permite determinar la peligrosidad de cada emplazamiento para posteriormente elegir los modos de protección adecuados.

Los materiales deben instalarse de acuerdo a la documentación del fabricante y las certificaciones que nos han proporcionado, no deben manipular ni alterar sus características constructivas de fábrica que obedecen a la certificación. Su utilización debe estar dentro de las tolerancias que los fabricantes mediante el certificado garanticen.

En la requisición del pedido del material debe indicarse todas las características del área y zona donde se va instalar el equipo, y además de las condiciones de servicios particulares al que van a ser sometidos esporádicamente y en situaciones normales, estos son muy importantes para que el fabricante pueda tomar sus medidas de fabricación apropiada a lo real.

En nuestro Perú la legislación que debemos cumplir es el Código Nacional de Electricidad en su Tomo V Capítulo 6, Reglamento de Normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos y el Reglamento de seguridad para el funcionamiento para el almacenamiento de hidrocarburos

Para el informe revisaremos los puntos al respecto del Reglamento de Baja Tensión, Español, para la elaboración de un proyecto de la instalación eléctrica en ATEX.

En España desde el año del 2004, el reglamento obliga a que los proyectos estén firmados por un ingeniero competente. Llamado **Ingeniero competente**, aquel que además de los oportunos conocimientos eléctricos, mecánicos, industrial u otro, dispone otros específicos sobre instalaciones en ATEX, tales como:

- Clasificación de áreas
- Normas de construcción de equipos y su evolución histórica
- Reglamentos y normas vigentes y su evolución histórica
- Identificación de planos eléctricos y de clasificación de áreas

- Mercado de equipos eléctricos y su evolución histórica
- Reglas técnicas complementarias, generalmente aceptadas en estas instalaciones,
- Criterios amplios de diagnósticos y solución de problemas.
- Además tener un amplio criterio de seguridad

Al terminar el montaje de los materiales eléctricos en las áreas y zonas clasificadas, se debe realizar una inspección inicial del material de toda la instalación, el cual debe realizarlo un ingeniero competente de experiencia.

Sé debe emitir un certificado de dirección de obra necesaria para obtener la autorización de puesta en servicio por parte del Ministerio de Energía y Minas, según los reglamentos y normas a las que hace referencia el código nacional de electricidad.

Una vez en servicio, la inspección, el mantenimiento y la reparación se deben efectuar conforme a Norma específicas y vigentes para este caso.

Dentro de las industrias en la actualidad siempre se viene afinando la gestión y la acción al respecto, además que en los países y estados que cuentan con tecnología avanzada y economía estable se realizan, ya, como uno de los temas prioritarios.

## **1.2. Reglamentos y normas nacionales e internacionales aplicables**

### **Nacionales:**

Código nacional de electricidad

Reglamento de normas para la refinación y procesamiento de hidrocarburos

Reglamento de seguridad para el funcionamiento para el almacenamiento de hidrocarburos

### **Internacionales:**

CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization

IEC: International Electrotechnical Commission

NFPA: National Fire Protection Association - NEC

UNE: Una Norma Española.

EN: Norma Europea

API : American Petroleum Institute

Resumen de normas y directivas internacionales de reconocido prestigio y aplicados por el grupo de Repsol YPF en el mundo, a los cuales hemos incluido las referenciadas en los reglamentos del Perú:

Cuadro N° 1.1. Normas aplicadas por Repsol YPF en el mundo

<b>Normas EN / CENELEC</b>	
EN / CENELEC 50.014	General Rules
EN / CENELEC 50.015	Oil immersion type explosion protection
EN / CENELEC 50.016	Internal overpressure type explosion protection
EN / CENELEC 50.017	Powder filling type explosion protection
EN / CENELEC 50.018	Explosion proof containers
EN / CENELEC 50.019	Enhanced safety type explosion protection
EN / CENELEC 50.020	Intrinsic safety explosion protection (apparatus)
EN / CENELEC 50.021	Non incendive mode type explosion protection
EN / CENELEC 50.028	Sealed type explosion protection
EN / CENELEC 50.039	Intrinsic safety explosion protection (systems)
EN / CENELEC 50.284	Construction, test and marking of electric equipment for group II category 1G
<b>Directivas ATEX</b>	
1994/9/CE (ex.100 a)	Product requirements for installation in hazardous atmospheres
1992/92/CE (Ex 118)	Product use in hazardous atmospheres
<b>NFPA / NEC/API</b>	
NFPA 70 Art. 500 NEC	Clasificación de áreas (divisiones)
NFPA 70 Art. 505 NEC	Clasificación de áreas (zonas)
NFPA 77	Electricidad estatica en lugares con presencia de atmosferas explosivas
API RP 500	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2

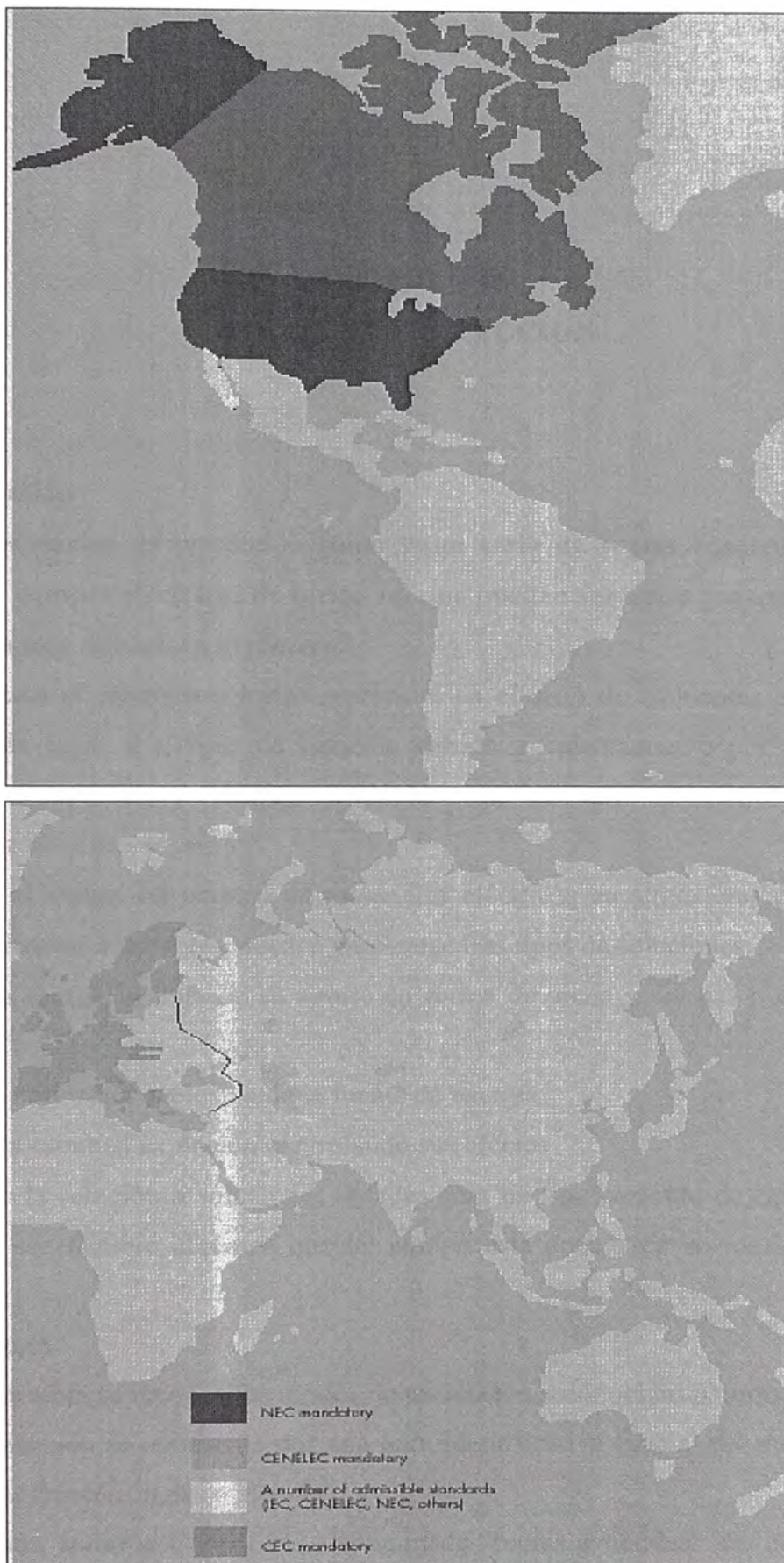


Figura nº 1.1. Mapa de referencia de la aplicación de normas en el mundo

## **CAPITULO II**

### **MODOS DE PROTECCION**

#### **2.1. Introducción**

Se define los modos de protección como **“una serie de reglas constructivas de los materiales y equipos eléctricos de forma tal que pueden ser aptos para su empleo, con seguridad en una atmósfera explosiva”**

El uso de material eléctrico e instrumentación, en el seno de ambientes potencialmente explosivos, da lugar a riesgos de ignición debido a calentamiento por defecto joule, histéresis, a los arcos y chispas producidas en aperturas y cierres de circuitos (interruptores, contactores, etc.).

Para reducir el riesgo del empleo de materiales eléctricos en atmósferas potencialmente explosivas a límites aceptables, pueden emplearse tres tipos de soluciones:

- a. Reducir la energía o impedir su aporte en forma de arcos y chispas o calentamientos excesivos.
- b. Separar la atmósfera explosiva de la fuente de energía.
- c. Confinar la eventual explosión controlando sus efectos

De acuerdo a la solución o soluciones optadas para un tipo concreto de equipo eléctrico, siempre que sea factible, diremos que tal equipo esta dotado de un modo o modos de protección.

#### **2.2 Definiciones**

En la presente tabla se recogen los modos de protección reconocidas o normalizados. Cada modo de protección se representa por una letra identificativa (inicial del modo en alguno de los idiomas francés, ingles o alemán).

Existen normas, como la CENELEC, denominada “reglas generales”. En ellas establecen los requisitos comunes que todos los equipos deberán de cumplir.



En la tabla también muestra las normas (europeas), específicos de cada modo de protección, que más adelante se detallarán dichos requisitos.

Cuadro N° 2.1. Métodos y modos de protección

Método	Modos
Confinar explosión	d
Separar la atmósfera explosiva de la fuente energética	p-m-q-o-IPXX
Reducir la energía o impedir chispas o arcos	e-ia-ib

### 2.2.1. Envolverte Antideflagrante

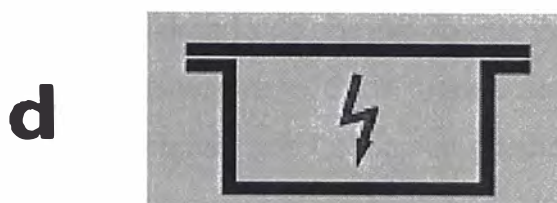


Figura 2.1. Representación de envolverte antideflagrante

Modo de protección en el cual el material eléctrico capaz de inflamar una atmósfera explosiva esta contenido en una envolverte resistente a la presión de una eventual explosión interna al mismo tiempo que impide que dicha explosión se propague a la atmósfera circundante, externa a la envolverte.

El estudio experimental de las explosiones muestra que para una longitud de junta y un intersticio dados, una explosión originada en el interior de una envolverte, no estanca, no se transmite al exterior de dicha envolverte.

Intersticio Experimental Máximo de Seguridad (de una mezcla explosiva)(IEMS, CEI 60079-1): Intersticio máximo de una junta de 25 mm de longitud que impide toda transmisión de una explosión en el transcurso de 10 ensayos realizados según la condiciones definidas .

Tabla N° 2.1. Clasifican las envolvertes antideflagrantes en función del grupo de mezclas gaseosas a las que van destinadas:

GRUPO	IEMS (mm)	GAS REPRESENTATIVO
I	1,14	Metano, solo minas
IIA	0,92	Propano
IIB	0,65	Etileno
IIC	0,35	Hidrogeno

De la definición se desprende que este modo está basado en las características relativas a la resistencia mecánica de las envolventes así como de la forma constructiva de esta, especialmente en cuanto a las denominadas juntas antideflagrantes formadas por las uniones de las diversas partes de las envolventes, ejes o varillas de accionamiento. La ejecución de dichas juntas, longitud e intersticio, determina las características de seguridad de la envolvente al impedir la transmisión de una explosión interna.

La principal ventaja de este modo de protección reside en su gran versatilidad en cuanto a adaptación de equipos eléctricos para su operación en atmósferas explosivas así como de no exigir un conocimiento muy específico de las condiciones de utilización. Cualquier equipo eléctrico es susceptible de ser dotado de un modo de protección por envolvente antideflagrante, en general basta con dotarlo de una envolvente de este tipo. Puede decirse que representa el grueso de las aplicaciones de los modos de protección. Únicamente limitaciones de tipo económico o exigible por instalación condicionaran la aplicación de este modo.

Desde el punto de vista de seguridad, el mantenimiento de equipos antideflagrantes es sencillo. Solo es necesario la conservación, sin modificación, de las juntas antideflagrantes dicha conservación se basa en la aplicación de grasas de protección contra la corrosión, no se admiten otros tratamientos tales como pinturas ni alteración del contenido del equipo eléctrico.

Motores de cualquier tipo y elementos de aparamenta son las aplicaciones típicas de este modo de protección, si bien, como se ha mencionado la envolvente antideflagrante ofrece una gran versatilidad de aplicación para contener material eléctrico de muy diversa índole, siempre y cuando el volumen no sea excesivamente grande, donde otros modos pueden ser económicamente más idóneos.

### 2.2.2. Seguridad Aumentada



Figura 2.2. Representación de seguridad aumentada

Modo de protección consistente en aplicar ciertas medidas con el fin de evitar, con un coeficiente de seguridad elevado, la posibilidad de temperaturas excesivas y la aparición de

arcos o chispas en el interior y sobre las partes externas del material eléctrico que, en condiciones normales, no se producen.

De la definición de este modo se desprende que la aplicación fundamental, en primer lugar, estará en equipos que en condiciones normales de funcionamiento no producen arcos o chispas. Es evidente, por lo tanto, que no será de aplicación en materiales que incumplen en este requisito tales como motores con escobillas o contactos de interruptores.

Como segunda condición se establece la limitación de calentamientos excesivos en cualquier punto del equipo o material. Condición que limita el empleo a componentes semiconductores donde no se puede garantizar la limitación de temperatura con un margen de seguridad adecuado.

El empleo de este material se centra en dispositivos con devanados (transformadores, motores asíncronos, electroimanes...), bornes de conexión, luminarias y sistemas de caldeo. Comparado con el diseño normal, un equipo de seguridad, sirva como ejemplo un motor de inducción, está realizado con el sobredimensionamiento tal que ofrezca un coeficiente de seguridad elevado frente a la formación de fuentes de ignición. Para evitar la formación de arcos es necesario mantener la integridad de los aislamientos y dotar a las conexiones de medios para impedir el autoaflojamiento de las conexiones.

Ya que los aislamientos pueden fallar por degradación térmica, perforación dieléctrica, sollicitación mecánica o contaminación superficial, las reglas de construcción del material de seguridad aumentada especifican calentamientos máximos, rigidez dieléctrica, resistencia mecánica y alojamiento de las partes activas en envolvente con un grado de protección IP adecuado (protección frente a la entrada de agua y cuerpos sólidos extraños). Cuando el modo de protección no puede garantizar por si solo el equipo supere las temperaturas admisibles han de llevarse a cabo medidas adicionales de seguridad mediante el empleo de las protecciones eléctricas adecuadas. Ejemplo de lo anterior está representado por las protecciones de sobrecarga de un motor.

Este modo de protección está fuertemente condicionado por el mantenimiento, en especial la limpieza y conservación del grado de protección de la envolvente.

### 2.2.3. Seguridad Intrínseca

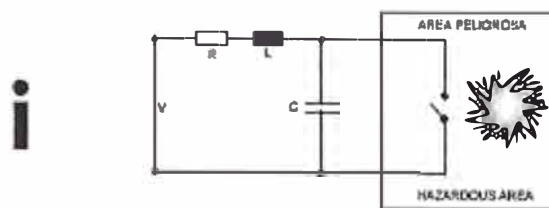


Figura 2.3. Representación de seguridad intrínseca

Se define la seguridad intrínseca como las medidas adoptadas en un circuito eléctrico para que ninguna chispa, arco o efecto térmico, producidos en las condiciones de ensayo previstas en la norma, bien sea en funcionamiento normal o en las condiciones específicas de fallo, sea capaz de provocar la inflamación de una atmósfera explosiva dada.

El modo de protección seguridad intrínseca se basa en el primer método, **Reducir la energía o impedir su aporte en forma de arcos y chispas o calentamientos excesivos**, con un grado de seguridad elevado, a valores seguros.

Debido a que los límites de energía permitidos son muy bajos, este modo de protección se usa normalmente en aplicaciones de instrumentación y control compuestas por circuitos eléctricos y electrónicos de pequeña señal donde se utilizan pequeñas tensiones, corriente y potencias.

En las normas se definen dos categorías para estos circuitos a partir de las condiciones específicas de ensayo.

Circuitos “ia”: no son capaces de producir la inflamación en las siguientes condiciones:

- En funcionamiento normal con  $K = 1.5$
- Con un fallo con  $K = 1,5$
- Con dos fallos simultáneos con  $K = 1$

Circuitos “ib”: no son capaces de producir la inflamación en las siguientes condiciones:

- En funcionamiento normal con  $K = 1,5$
- Con un fallo con  $K = 1,5$

Siendo:  $K$  = factor de seguridad a tener en cuenta en los ensayos.

Los circuitos de seguridad intrínseca marcado “ia” pueden ser instalados en zona 0, 1 y 2 los marcados “ib” solo en zonas 1 y 2.

Por el tipo de fuente de ignición se puede distinguir entre las debidas a arcos o chispas, particularizadas por la energía de inflamación o bien las debidas al calentamiento por la temperatura de inflamación.

De acuerdo a la energía de inflamación los circuitos de seguridad intrínseca se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla n° 2.2. Categoría o grupos de atmósferas con gas representativo.

Grupo	Gas	Potencia
I	Metano, solo minas	280 *J
IIA	Propano	250 *J
IIB	Etileno	96 *J
IIC	Hidrogeno	20 *J

**Dadas estas bajas energías es fácil reconocer que las aplicaciones de este modo estarán restringidas a circuitos eléctricos y electrónicos de pequeña señal donde se utilizan pequeñas corrientes, tensiones y potencias.**

El calentamiento de los componentes de seguridad intrínseca expuesto a la atmósfera explosiva determinara la clase de temperatura del dispositivo, si bien en el caso de pequeños componentes, por ejemplo transistores o resistencias, el calentamiento admisible para la misma clase de temperatura puede ser mas elevado.

Cabe una distinción entre lo que se denomina MATERIAL DE SEGURIDAD INTRÍNSECA en el cual todos los circuitos son de seguridad intrínseca y MATERIAL ELECTRICO ASOCIADO aquel que solo una parte de los circuitos son de seguridad intrínseca.

Un material de seguridad intrínseca puede utilizarse, todo el, en el seno de una atmósfera potencialmente explosiva.

#### **Material eléctrico de seguridad intrínseca**

Puede definirse como aquel material eléctrico, en el que todos sus circuitos son de seguridad intrínseca.

Este tipo de material, puede instalarse en área clasificada.

Un ejemplo de dicho material sería un sensor de gas portátil alimentado por batería.

#### **Material eléctrico asociado**

Material eléctrico en el que solo una parte de los circuitos son de seguridad intrínseca y esta construido de tal manera que los circuitos de no seguridad intrínseca no puedan afectar a los de seguridad intrínseca.

Este tipo de material eléctrico, no puede instalarse en área clasificada, pudiendo penetrar en área clasificada únicamente aquellos circuitos que son de seguridad intrínseca.

Ejemplos de circuitos o materiales de seguridad intrínseca asociados son terminales de salida de fuentes de alimentación, circuitos de líneas de instrumentación de campos. En estos materiales o instalaciones solo es de seguridad intrínseca los terminales que se dirigen hacia zona peligrosa, debiendo estar el resto del circuito en zona segura o dotada de otro modo de protección (i.e. dentro de una envolvente antideflagrante).

Un caso de uso extensivo de material asociado los constituyen las determinadas barreras de seguridad intrínseca. Estas barreras permiten conectar, dentro de las limitaciones del modo de protección, instrumentación “convencional” a sensores instalados en zonas peligrosas.

Un caso particular de barreras de seguridad intrínseca está representado por las denominadas barreras zener constituidas básicamente por un limitador de tensión (diodos zener) y un limitador de corriente (resistencia). El fusible obligatorio en las barreras, limita la corriente de defecto a través de los diodos impidiendo que la potencia máxima disipada en éstos suponga un calentamiento que los destruya. En el caso de circuitos “ia” son necesarios tres diodos zener ya que se supone, por definición, dos fallos simultáneos. Las barreras “ib” solo requerirán dos diodos.

### **Sistema de seguridad intrínseca (SYST)**

Es el conjunto de materiales eléctricos de seguridad intrínseca y de materiales eléctricos asociados, que están interconectados (o pueden quedar interconectados por la aparición de fallos).

Un sistema de seguridad intrínseca estará formado como mínimo por un equipo asociado ubicado en área segura y por un equipo de seguridad intrínseca ubicado en área clasificada. Cabe señalar una característica importante de los circuitos de seguridad intrínseca: la combinación, por defecto, de dos circuitos de seguridad intrínseca, puede dar lugar a un circuito no seguro. Partiendo de esta base se entiende que las instalaciones donde coexisten distintos circuitos de seguridad intrínseca (canalizaciones, cajas de conexiones) se deban realizar teniendo en cuenta las normas al respecto o recurrir a directivas internacionales: por ejemplo el apéndice 3 de la directiva 98/65/CE establece los requisitos obligatorios que los sistemas de seguridad intrínseca para instalaciones mineras han de cumplir.

### 2.2.4. Sobrepresión Interna

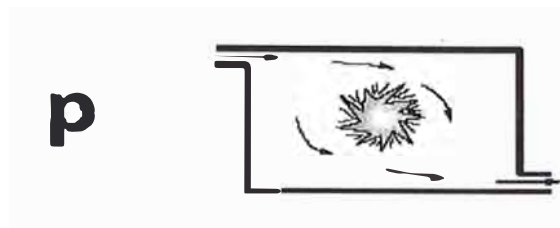


Figura 2.4. Representación de equipos de sobrepresión interna

Modo de protección el cual se impide la penetración de una atmósfera explosiva circundante al interior de la envolvente que contiene el material eléctrico, por contener dicha envolvente un gas de protección a una presión superior a la de la atmósfera explosiva externa.

Este modo de protección que comenzó siendo sólo aplicable a equipos que no contuviesen fuentes internas de desprendimiento de gas se viene aplicando a salas de control y a equipos con dichos desprendimientos. Esta técnica se basa en llevar al límite la ventilación, rodeando las partes donde se producen arcos, chispas o puntos calientes con un gas inerte no inflamable, bien sea aportándolo de forma permanente –dilución continua-, bien sea aportando únicamente aquella parte de gas que se pierde por las juntas –compensación de fugas-, manteniendo, en cualquier caso, la sobre presión del interior sobre la atmósfera exterior a la envolvente.

La puesta en funcionamiento de este modo de protección exige una serie de controles adicionales a la envolvente con el fin de que la puesta en tensión del equipo eléctrico que contiene se realice con la seguridad de que no exista mezcla explosiva en el interior. Esto se logra con un barrido previo con el gas de protección de al menos cinco veces el volumen libre interno.

El control de la sobre presión interna ha de garantizarse mediante dispositivos tales como presostatos diferenciales, siendo la sobre presión requerida de al menos 50 Pa

(0,5 mBar). El descenso de la sobre presión por debajo de este mínimo ha de implicar la desconexión eléctrica y la activación de las oportunas alarmas.

Los elementos encargados del control del barrido (temporizadores, válvulas...) así como del mantenimiento de la sobre presión o caudal del gas de protección han de disponer, si son eléctricos, de otro modo de protección adecuado a la clasificación del emplazamiento, ya que ha de ser seguros y efectivos cuando la presurización no es efectiva.

Este modo de protección suele aplicarse a equipos de potencias muy elevadas donde sería antieconómico o impracticable la aplicación de un modo de protección por envolvente

antideflagrante o de seguridad aumentada (motores de más de 500 KW.), a la adaptación de equipos convencionales no existentes en el mercado dotados de algún otro modo de protección (i.e. osciloscopio) o a grupos de equipos como es el caso de salas ubicadas en emplazamientos clasificados que contienen en su interior dispositivos de control, de procesos de datos y comunicaciones, o bien aparamenta de distribución de potencia e incluso salas destinadas a oficinas.

La extensión a ésta técnica a dispositivos con fuentes internas de desprendimientos de gases, como en el caso de analizadores de proceso, ha permitido la operación de estos en condiciones aceptables de seguridad.

### 2.2.5. Inmersión en Aceite

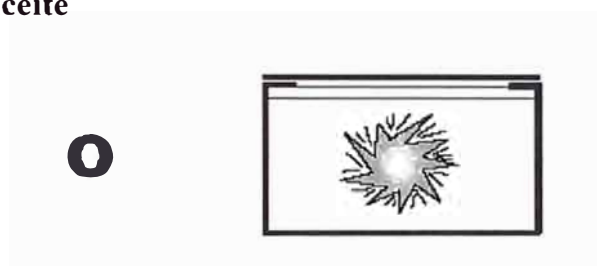


Figura 2.5. Representación de equipos de inmersión en aceite

Modo de protección en el cual el material eléctrico o partes del material eléctrico están sumergidas en aceite en forma tal que una atmósfera explosiva que se encuentre por encima del nivel de aceite o en el exterior de la envolvente no pueda inflamarse.

Este modo se utiliza ocasionalmente para transformadores y aparamenta dotada de órganos en movimiento tales como interruptores de pequeños volumen de aceite. Es un modo de protección poco extendido con dificultades para el mantenimiento.

### 2.2.6. Relleno Pulverulento

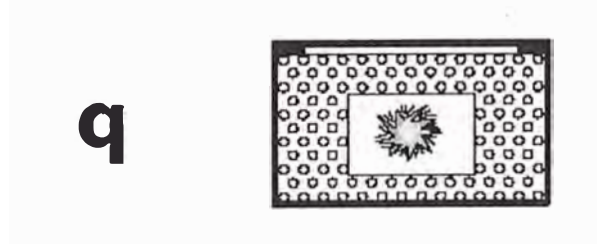


Figura 2.6. Representación de equipos de relleno pulverulento

Modo de protección en el cual la envolvente que contiene el material eléctrico está rellena de un material en estado pulverulento de manera tal que, en las condiciones previstas en su construcción, ni un arco que se produzca en su interior ni un calentamiento excesivo de las paredes de la envolvente puedan producir la inflamación de la atmósfera circundante.



Es un modo con un principio de protección similar a la inmersión en aceite donde el material eléctrico se sumerge en un material tal como arena, harina de sílice u otro material similar.

Esta poco extendido aplicándose en transformadores, condensadores y material electrónico como complemento al modo de protección por seguridad intrínseca con la ventaja de un fácil mantenimiento al poder vaciar la envolvente, reparar y volver a rellenar.

### 2.2.7. Encapsulado

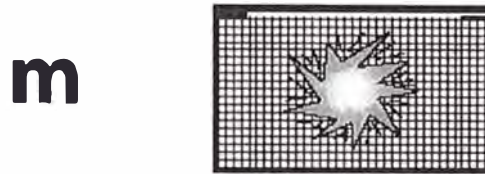


Figura 2.7. Representación de equipos de encapsulados

Modo de protección en el cual las partes que pueden inflamar una atmósfera por chispas o calentamientos están embebidos en una **resina** de tal forma que esta atmósfera no pueda inflamarse.

Se aplica en aparata y equipos de pequeño tamaño tales como relés, transformadores, condensadores, reactancias, sensores y dispositivos electrónicos en general. Con el encapsulado se dota a los equipos así protegidos de buenas características de protección mecánica y aislamiento eléctrico. No son posibles, evidentemente, las reparaciones o mantenimiento.

Cuando se aplica a material asociado de seguridad intrínseca (fuentes de alimentación, barreras de seguridad...) recubriendo las partes activas que no son de seguridad intrínseca, representa una buena solución económica respecto a una envolvente antideflagrante.

### 2.2.8. Protección Simplificado

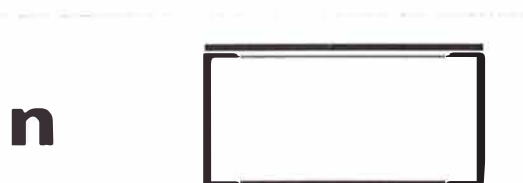


Figura 2.8. Representación de equipos de encapsulados

Modo de protección que, aplicado a la construcción de material eléctrico, le incapacita durante el servicio normal, de provocar la ignición de una mezcla explosiva circundante.

Existen tres categorías:

- Antichispas (nA)
- Respiración restringida (nA)
- Simplificado para zona 2 (nC)

### 2.2.9. Protección Especial

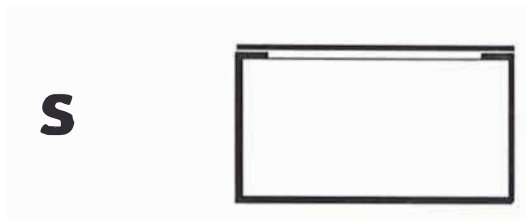


Figura 2.9. Representación de equipos de protección especial

El modo de protección especial concierne tanto a las medidas constructivas no recogidas en las definiciones anteriores, de los modos hasta aquí expuestos, como a la combinación de varios modos de protección aplicados en conjunto a un material o equipo eléctrico con el propósito de obtener con tal combinación un elevado coeficiente de seguridad.

Estas medidas están divididas en:

- A. Medidas constructivas necesarias para que el material pueda ser considerado de categoría 2. Por ejemplo medidas constructivas que proporcionen un nivel de seguridad no inferior a los modos normalizados para categoría 2.
- B. Medidas constructivas necesarias para que el material pueda ser considerado de categoría 1. Esto podrá lograrse con la combinación simultánea de dos o más modos indicados para categoría 2; por ejemplo:
  - Envoltente antideflagrante o presurización con seguridad intrínseca o con encapsulado.
  - Seguridad aumentada con presurización.

Pero en cualquier caso deberá prestarse suma atención en cada uno de los elementos que integran este modo de protección especial. Ejemplo de ésta técnica está recogida en norma EN50284 (aparatos de categoría IG).

### 2.2.10. Envoltentes para polvos

#### Introducción

Se clasifica el grado de protección proporcionado por la envoltente de los materiales eléctricos. Aunque este sistema puede utilizarse en la mayor parte de los tipos de materiales eléctricos, no hay que suponer que todos los grados de protección enumerados se aplican a un tipo particular de equipos. Se debe consultar al fabricante de los equipos, con el fin de

que defina los tipos de protección disponibles y las partes del equipos a las que se aplica el grado de protección indicado.

La adopción de este sistema de clasificación, donde quiere que sea posible, favorecerá la uniformidad de los métodos de descripción de las protecciones proporcionadas por las envolventes y de los ensayos destinados a verificar los diversos grados de protección.

### **Objeto**

El objeto de esta parte es establecer:

1. Las definiciones de los grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos con respecto a:
  - La protección de personas contra el acceso a partes peligrosas situadas en el interior de la envolvente.
  - La protección de los materiales situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de cuerpos extraños.
  - La protección de los equipos situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de agua
2. Las designaciones para estos grados de protección
3. Los requisitos correspondientes a cada designación
4. Los ensayos a realizar para verificar que la envolvente satisface los requerimientos de esta norma.

### **Definiciones**

**Grado de Protección:** Nivel de protección proporcionada por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra la penetración de objetos sólidos extraños y/o contra la penetración de agua y verificado por métodos de ensayo normalizado

**Código IP:** Sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños, la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección.

**Parte peligrosa:** Parte en la que es peligroso acercarse o tocar

**Parte activa peligrosa:** parte activa que, en ciertas condiciones de influencia externas, puede originar un choque eléctrico.

**Parte mecánica Peligrosa:** parte móvil o parte de un eje rotativo liso, que es peligroso tocar.

**Protección proporcionada por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas:**

Protección de personas contra:

- El contacto con partes activas de baja tensión peligrosas
- El contacto con partes mecánicas peligrosas
- La proximidad a partes activas de alta tensión, peligrosas a menos de la distancia suficiente dentro de la envolvente

**Distancia mínima adecuada para la protección contra el acceso a partes peligrosas:**

Distancia para impedir el contacto o la proximidad de un calibre de acceso a una parte peligrosa.

**Calibre de acceso:** Calibre de ensayo simulando, de una manera convencional, una parte de una persona o una herramienta o análogo sostenida por una persona para verificar la distancia mínima a partes peligrosas.

**Calibre objeto:** calibre de ensayo simulando un objeto extraño sólido para verificar la posibilidad de penetración en una envolvente.

**Abertura:** agujero o abertura en una envolvente que existe o puede originarse para la aplicación de un calibre de ensayo con la fuerza especificada.

## Asignaciones

El grado de protección proporcionado por una envolvente se indica mediante el código IP de la manera siguiente:

Cuadro nº 2.2. Disposición del código IP para identificación de equipos y materiales:

	IP	2	3	C	H
Letras de código (Protección Internacional)					
1ra Cifra característica (Cifras 0 a 6, o letra X)					
Segunda cifra característica (Cifras 0 a 8, o letra X)					
Letras adicionales (opcional) (letras A, B, C, D)					
Letras suplementarias (opcional) (letras H, M, S, W)					

Cuando no es necesaria una cifra será sustituida por la letra “X” (“XX” si se omiten las dos cifras).

Las letras adicionales y/o las letras suplementarias pueden omitirse sin sustitución alguna.

Cuando se utiliza mas de una letra suplementaria, se aplicara el orden alfabético.

Si una envolvente proporciona grados diferentes para diferentes disposiciones de montaje previstos, los grados de protección correspondientes serán indicados por el fabricante en las instrucciones relativas a cada disposición de montaje.

Tabla según la norma EN 60529: 1991, aprobada por CENELEC y CEI 529: 1989

Cuadro N° 2.3. Elementos del código IP y sus significaciones

En la tabla siguiente se da una descripción abreviada de los elementos de código IP. Los detalles completos se especifican en los capítulos indicados en la última columna.

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

### 2.3. Reglas Generales

Los equipos o materiales dotados de uno o varios modos de protección deben de cumplir, además de los requisitos de las normas propias de cada modo, con una serie de requisitos generales, comunes a todos los modos de protección.

Las reglas generales recogidas en las normativas, clasifican en reglas comunes de aplicación para todo equipo eléctrico y en reglas específicas en función del tipo de equipo eléctrico.

Ejemplo de estas reglas comunes son:

- Definiciones
- Clasificación por temperatura superficial
- Resistencia mecánica de las envolventes
- Consideraciones sobre las envolventes de material plástico (exigencias, limitaciones, ensayos...)
- Consideraciones sobre envolventes realizadas en aleaciones ligeras
- Cierres y tornillería
- Apertura de envolventes (tiempo de retardo)
- Enclavamientos
- Terminales de conexión y pasa muros
- Materiales para cementado y sellado
- Conexiónado
- Terminales de tierra y conexiones de unión equipotencial de masas
- Cajas de bornes o conexiones
- Entradas de cable y entradas de conductores
- Baterías en envolventes
- Marcado

Para determinados equipos eléctricos existen una serie de exigencias específicas independientes, en principio del modo de protección aplicado. Estas exigencias específicas hacen referencia a :

- Máquinas eléctricas giratorias
- Aparata de corte y seccionamiento
- Fusibles
- Tomas de corriente
- Luminarias

- Lámparas portátiles

También se fijan en las normas de reglas generales los ensayos, verificaciones y marcado a que han de someterse los materiales certificados de acuerdo a algún modo de protección.



## **CAPITULO III**

### **CERTIFICACION Y MARCADO DE EQUIPO**

#### **3.1. Certificados de Conformidad**

Las certificaciones estarán emitidas por un organismos autorizados por el usuario y la normativa aplicable en nuestro país y de acuerdo a normas internacionales, resaltamos que en nuestro país no tenemos referencia a que laboratorios tenemos homologados. Todo equipo a ser usado en atmósferas explosivas debe contar con su certificado emitido por un laboratorio homologado en el exterior.

El equipo eléctrico ira dotado de uno o varios modos de protección que según su certificado dispone, por tanto tendrá un marcado en placa del equipo será de acuerdo a lo indicado en las normas en las que se basa su certificación.

Cuadro nº 3.1. Alcances según la directiva ATEX 94/9/CE

**10. DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD****10.1. Documentos expedidos por el fabricante****10.1.1. Declaración CE de conformidad<sup>55</sup>**

Una vez el fabricante ha cumplido todas las exigencias de la Directiva, él directamente o su representante autorizado establecido en la UE asume la responsabilidad de colocar el marcado CE y redactar una Declaración CE de conformidad.

El fabricante o su representante autorizado establecido en la UE conserva una copia de dicha declaración CE de conformidad durante un plazo de diez años a partir de la última fecha de fabricación del aparato.

Cuando ni el fabricante ni su representante autorizado estén establecidos en la UE, la obligación de conservar una copia de la Declaración CE de conformidad corresponde a la persona que comercializa el producto en la UE.

**10.1.2. Certificado escrito de conformidad para componentes**

La Declaración CE de conformidad no debe confundirse con el certificado escrito de conformidad para componentes que se menciona en el apartado 3 del artículo 8 de la Directiva 94/9/CE. Además de declarar la conformidad de los componentes con las disposiciones de la Directiva, el certificado escrito de conformidad debe indicar las características de dichos componentes y las condiciones de incorporación a un aparato o sistema de protección con las que se garantiza que dicho aparato o sistema de protección acabado cumple los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud de la Directiva 94/9/CE que sean aplicables.

**10.1.3. Documentos que acompañan al producto**

De acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 4 y en el apartado 1 del artículo 5 de la Directiva 94/9/CE, y con fines de vigilancia del mercado, la Declaración CE de conformidad / el certificado escrito de conformidad debe acompañar a la información que se facilita con cada producto individual o con cada lote de productos idénticos, siempre que se identifiquen inequívocamente todos ellos.

**10.2. Documentos expedidos por el Organismo Notificado**

Además del certificado del examen CE de tipo que se describe en el anexo III de la Directiva, el Organismo Notificado puede expedir los siguientes documentos con arreglo a lo dispuesto en los procedimientos de evaluación de la conformidad:

- notificaciones de garantía de la calidad;
- notificación de conformidad con el tipo;
- certificados de verificación de productos;
- certificados de verificación por unidad;
- certificado de conformidad.

No es necesario que estos documentos acompañen al producto.

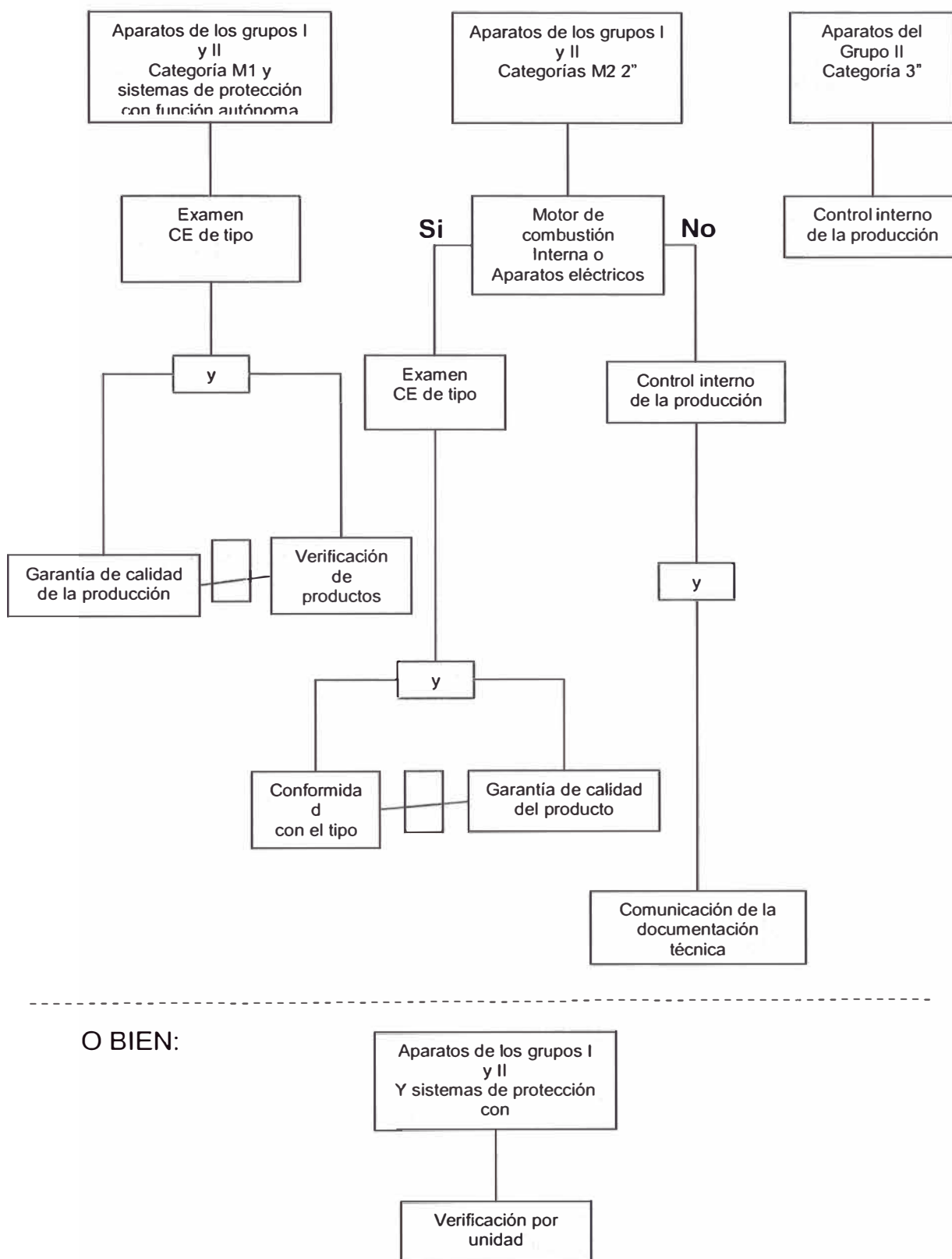


Figura nº 3.1. Procedimiento de evaluación de la Conformidad Según Directiva Europea ATEX 94/9/CE

# Certificates

## Example of certification of flameproof motors with CE-marking acc. to directive 94/9/EC



<p>1 <b>ATTESTATION D'EXAMEN CE DE TYPE</b></p> <p>2 Appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosives Directive 94/9/CE</p> <p>3 Numéro de l'examen CE de type LCIE 03 ATEX 6028</p> <p>4 Appareil ou système de protection <b>Moteur asynchrone</b> Type: M3GP 280... et M3GP 315...</p> <p>5 <b>Déclarateur:</b> ABB Oy, Electrical Machines, LV Motors</p> <p>6 <b>Adresse:</b> PO Box 633 Siltäntien tie 5A 05101 VARSINAISMAA FINLAND</p> <p>7 Cet appareil ou système de protection et ses variantes éventuelles acceptées ont été examinés dans l'annexe de la présente attestation et dans les documents décrits ci-dessous en détail.</p> <p>8 Le LCIE, organisme notifié sous la référence 0081 conformément à l'article 9 de la directive 94/9/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 mars 1994, certifie que cet appareil ou système de protection est conforme aux exigences essentielles en ce qui concerne la sécurité et la santé pour la conception et la construction d'appareils et de systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosives, données dans l'annexe II de la directive. Les vérifications et essais figurent dans notre rapport confidentiel N° 38 234-010 de 12 V.</p> <p>9 Le respect des exigences essentielles en ce qui concerne la sécurité et la santé est assuré par la conformité aux documents suivants: - EN 50014 (1997) - EN 50221-1-1 (1999) - EN 50021 (1999)</p> <p>10 Le signe X lorsqu'il est placé à la suite du numéro de l'attestation, indique que ce moteur ou système de protection est soumis aux conditions spéciales pour une utilisation sûre, mentionnées dans l'annexe de la présente attestation.</p> <p>11 La présente attestation d'examen CE de type porte uniquement sur la conception, l'examen et les tests de l'équipement ou du système de protection spécifiés conformément à la directive 94/9/CE. Toutes autres exigences de la Directive sont applicables au procédé de fabrication et de livraison de cet équipement ou système de protection. Ces derniers ne sont pas couverts par la présente attestation.</p> <p>12 Le marquage de l'appareil ou du système de protection devra comporter, entre autres indications, celles, les mentions suivantes:  II 2 D et/ou D0 et/ou D2 Ex nA II T1, T2 ou T3 IP 65/64, T... °C (n: T 120 °C, T 125 °C)</p>	<p>1 <b>EC TYPE EXAMINATION CERTIFICATE</b></p> <p>2 Equipment or Protective System intended for use in Potentially explosive atmospheres Directive 94/9/CE</p> <p>3 EC type Examination Certificate number LCIE 03 ATEX 6028</p> <p>4 Equipment or Protective system <b>Asynchronous motor</b> Type: M3GP 280... and M3GP 315...</p> <p>5 <b>Applicant:</b> ABB Oy, Electrical Machines, LV Motors</p> <p>6 <b>Address:</b> PO Box 633 Siltäntien tie 5A 05101 VARSINAISMAA FINLAND</p> <p>7 This equipment or protective system and any accessible variation thereof is specified in the schedule to this certificate and the documents therein referred to.</p> <p>8 LCIE, notified body number 0081 in accordance with article 9 of the directive 94/9/CE of the European Parliament and Council of 23 March 1994, certifies that this equipment or protective system has been found to comply with the Essential Health and Safety Requirements relating to the design and construction of equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, given in Annex II to the directive. The examination and test results are recorded in confidential report No 38 234-010 0010 A.</p> <p>9 Compliance with the Essential Health and Safety Requirements has been assured by compliance with: - EN 50014 (1997) - EN 50221-1-1 (1999) - EN 50021 (1999)</p> <p>10 If the sign X is placed after the certificate number, it indicates that the equipment or protective system is subject to special conditions for safe use specified in the schedule to this certificate.</p> <p>11 This EC Type examination certificate relates only to the design, examination and tests of the specified equipment or protective system in accordance to the directive 94/9/CE. Further requirements of the Directive apply to the manufacturing process and supply of this equipment or protective system. These are not covered by this certificate.</p> <p>12 The marking of the equipment or protective system shall include the following:  II 2 D and/or D0 and/or D2 Ex nA II T1, T2 or T3 IP 65/64, T... °C (n: T 120 °C, T 125 °C)</p>
---	--

Fontaine-vaux-Roses, le 04 mars 2002

Le Directeur de l'organisme certificateur  
Manager of the certification body

Jean-Pierre GOMEL  
Président et directeur général

Timbre officiel by seal

Page 10

Seul le texte en français peut être reproduit sans autorisation de la LCIE. Ce document est un original qui devra être reproduit, sans aucune modification.  
The LCIE's text may only be reproduced in French. This document may only be reproduced in full and without any change.

**LABORATOIRE CENTRAL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES**

Spécialité reconnue par le Directeur et le Conseil de son collège sur son capital de 15 000 000 francs - RCS Fontaine-vaux-Roses 380 114

22, avenue du Général Laché - BP n° 8 - F 53200 FONTAINEVAUX-ROSES-GEDEX - Tél. : +33 1 49 00 90 88

Figura nº 3.2. Modelo de un certificado según la directiva 94/9/EC-Antideflagrante

## 3.2. Normas, Reglamentos y Directivas

### 3.2.1. Una Directiva (Europa):

Es una norma de alto rango, herramienta legal usada por la Unión Europea para establecer unos estatutos comunes para todos los países integrados. En ella se marcan unos requisitos esenciales que deben cumplir unos determinados productos para su comercialización en todo el espacio de la UE. El desarrollo de una directiva requiere trabajo especializado tiempo y consenso de todos los países pertenecientes a la Unión Europea. Tras esta primera etapa viene su aprobación y establecimiento por los órganos europeos pertinentes. A continuación y pasado estos requisitos, las directivas deben ser trasladadas por los estados miembros a sus propios sistemas legales.

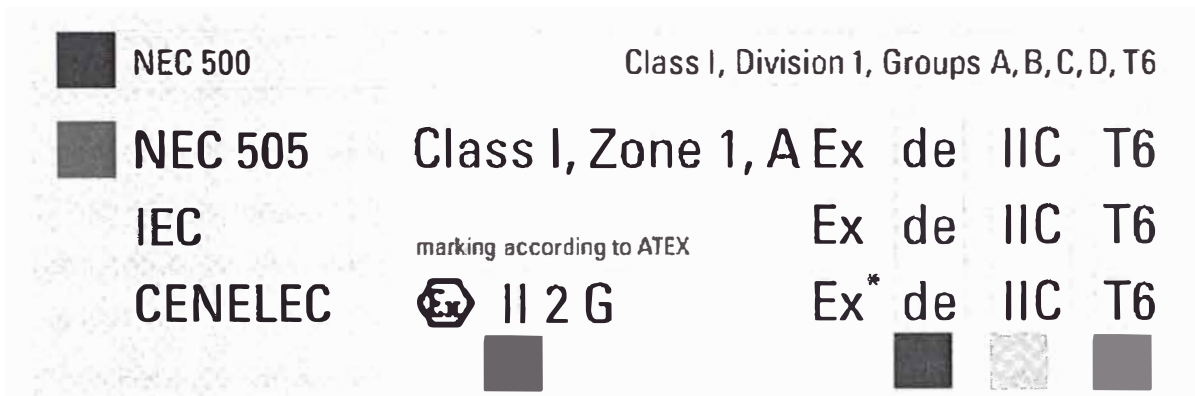


Figura nº 3.3. Normas internacionales aplicables para el marcado de equipos

Las normas europeas aplicables para el mercado son: CEI 79-0, EN 50.014 y UNE 20.323-78.

## 3.3. Marcado:

### 3.3.1. Requisitos Esenciales:

Los productos de sólo podrán comercializarse si son idóneos para el uso al que se destinan. A este respecto, deberán permitir la construcción de obras que cumplan, durante un periodo de vida económicamente razonable, los requisitos esenciales en materia de resistencia mecánica y estabilidad, seguridad en caso de incendio, higiene, salud y medio ambiente, seguridad de utilización, protección contra ruidos, ahorros energéticos y aislamientos térmicos.

Los requisitos esenciales se concretarán en primer lugar mediante documentos interpretativos elaborados por los comités técnicos para, a continuación, desarrollarse en forma de especificación técnica que pueden ser:

- Normas armonizadas

- Documentos de idoneidad técnica que valoren la adecuación de un producto para su uso. Se aplican en casos para los cuales no existen normas armonizadas al respecto

### 3.3.2. Marcado de Equipos:

El marcado ha de recoger de forma clara la información del modo o modos de protección, la clase de temperatura, el grupo y subgrupo de atmósferas, ciertos parámetros específicos del modo y las siglas del organismo de certificación y número de certificado, también del marcado normalmente previsto en las normas de material eléctrico.

Este marcado será necesario para una adecuada instalación y un adecuado mantenimiento y utilización ya ha de incorporar la información que, de acuerdo a las normas mencionadas, se recoge a continuación:

Este marcado recogerá una serie de datos que a continuación se detallan:

- a Nombre del fabricante o marca comercial (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 1).
- b Designación del tipo dado por el fabricante (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 2).
- c El símbolo Ex (según UNE ó CEI) ó EEx (según UNE ó EN), que indica que el material está construido para su utilización en atmósfera explosiva (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 3).
- d El símbolo del modo de protección utilizado (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 4).
- e El símbolo del grupo de gases: I para minas grisúosas, IIA, IIB ó IIC para el resto de emplazamientos (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 5).
- f El símbolo que indica la clase de temperatura. Cuando no se indique lo contrario la clase térmica está calculada en base a una temperatura ambiente  $-25^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$  (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 6).
- g Características técnicas del material eléctrico (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 7).
- h Un número de serie (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 8).  
La sigla del laboratorio ó autoridad competente que ha emitido el certificado, seguido de un número de referencia del certificado (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 9).
- j El número de certificado puede ir seguido de las siguientes letras: “U” indica que el material certificado es un componente, es decir, que forma parte de un material, pero no en su totalidad, y por tanto no es apto para su instalación por si solo. “X” indica que el material certificado está sometido a unas condiciones particulares de fabricación ó uso. (en el ejemplo de la figura 3.4 esta con el 10).

Ejemplo:

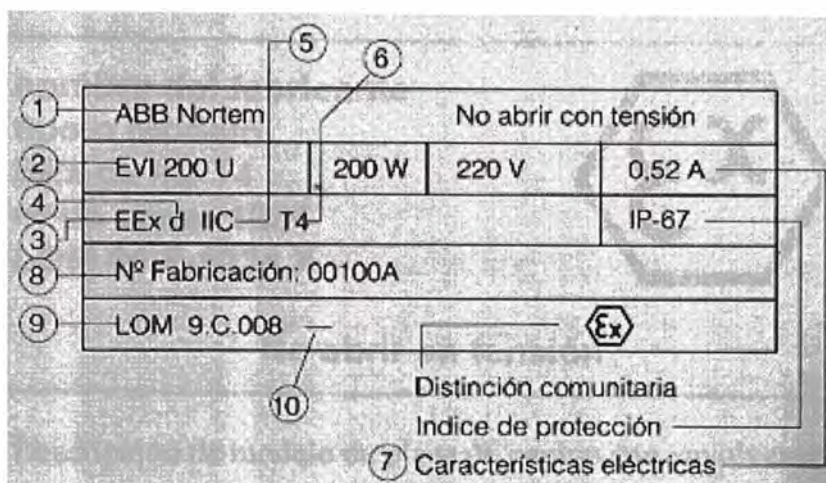


Figura nº 3.4. Descripción de las características de placa de un motor eléctrico Marca Distintiva Comunitaria Europea:



Figura nº 3.5. Logotipo para distinguir Comunidad Europea

Ejemplo de marcado de un motor eléctrico:

### Motor sizes 80 to 132

ABB Oy, El.Machines LV Motors, Vaasa, Finland		No. 3399998	
3~ M2JA 132S4 EExd IIC T4 B3			
r/min 1450/1750		5.5/6.3 kW	
Cosφ 0.84/0.86		IP 55	CI F K
V	380 - 415 Y	A	11.7 50
	220 - 240 D		20.2 50
	440 - 480 Y		11.0 60
3GJA 132101-ASB			
6208-2Z/C3		79 kg	
LCIE 99 ATEX 6010 / 2000		IEC 60034-1	
0081  II			

Figura nº 3.6. Placa de un motor eléctrico para área clasificada

Ejemplo de marcado:

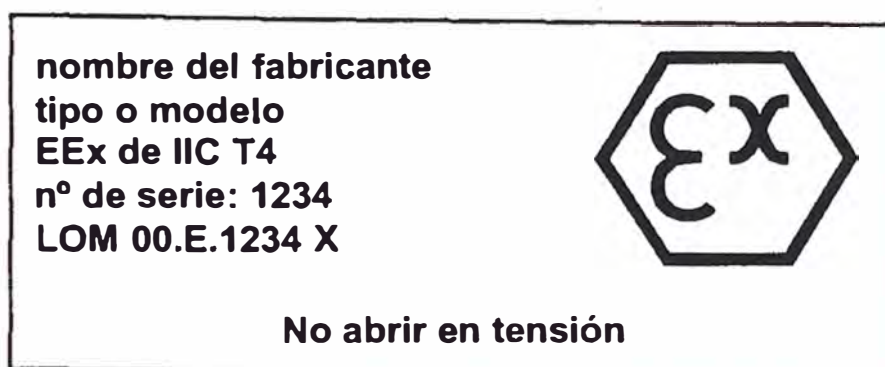


Figura nº 3.7. Descripción de modelo de placa de equipo con envolvente antideflagrante. En este ejemplo se refleja de forma clara que el equipo está dotado de los modos de protección por envolvente antideflagrante “d”, como principal por ser la primera letra, y de seguridad aumentada “e”; está previsto para gases del grupo I ( grisú de minas ) y, por omisión, para una temperatura máxima superficial de 150 °C. La letra X que sigue al número del certificado significa que este material está sometido a condiciones especiales de fabricación, utilización o uso.

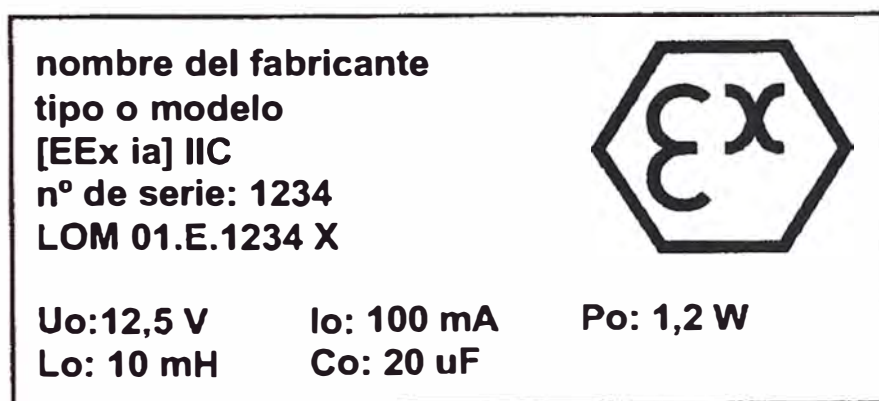


Figura 3.8. Material asociado de seguridad intrínseca

El anterior ejemplo se refiere a un material asociado de seguridad intrínseca pudiendo corresponder a una barrera zener. Los corchetes que encierran al símbolo del modo (EEx ia) indican material asociado, que deberá instalarse en zona segura saliendo hacia zona segura las conexiones de seguridad intrínseca.

Un marcado del modo de protección del tipo

**EEx d(ia) I**

indicará un material asociado de seguridad intrínseca alojado en el interior de una envolvente antideflagrante (i.e. una fuente de alimentación). Evidentemente los terminales



de salida de la fuente podrán ser utilizados fuera de la envolvente en las condiciones que se indiquen en el certificado.

### 3.4. Organismos Acreditados y Mercado CE

A continuación revisaremos algunos aspectos de los organismos de control acreditados y el mercado CE.

Los organismos acreditados de certificación son las entidades de certificación de conformidad del producto, organismo de certificación del control de producción en fábrica, autoridades inspectoras y laboratorios de pruebas, que tienen competencias para realizar las tareas de certificaciones.

Tales organismos reciben primero la aprobación de sus respectivos Estados Miembros para llevar a cabo ciertas tareas indicadas y que luego se notifican por ejemplo en Europa a la Comisión Europea y a los Estados miembros. Por este motivo también se les denomina “organismos aprobados”, “organismos designados” u “organismos notificados”.

### LABORATORIOS

Tabla nº 3.1. Algunos laboratorios acreditados actualmente en Europa

<b>Siglas</b>	<b>Nombre</b>	<b>País</b>
PTB	Physikalisch Technische Bundesanstalt	Alemania
CESI	Centro Electrotécnico Sperimentale Italiano	Italia
LCIE	Laboratoire Central des Industries Electriques	Francia
INIEX	Institut National des Industries Extractives	Bélgica
BASEEFA	British Approvals Service for electrical Equipment in Flammable Atmospheres	Gran Bretaña
LOM	Laboratorio Oficial J.M. Madariaga	España
DEMKO	Danmarks Elektriske Materielkontrol	Dinamarca
BVS	Bergbau Versuchsstrecke	Alemania
CERCHAR	Centre d'études et Recherches des Charbonnages de France	Francia

## **CAPITULO IV**

### **DEFINICIONES DE EMPLAZAMIENTOS PELIGROSOS EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS DE GASES, POLVOS Y FIBRAS**

#### **4.1. Introducción**

El objetivo de esta parte es definir, de acuerdo a las normas internacionales y publicaciones de instituciones de prestigio, los emplazamientos peligrosos existentes en una Refinería de Petróleo. Para luego teniendo claro los conceptos podremos entender la clasificación de las áreas con riesgo de explosión e incendio. Estas definiciones son validas tanto para el diseño, montaje, operación, y mantenimiento.

Es aplicable a cualquier local abierto o cerrado, de cualquier tipo de industria o servicio, excepto:

- Minas con grisú.
- Fabricación y manipulación de explosivos.
- Situaciones catastróficas, por ejemplo la rotura de un recipiente, de una tubería, de un silo de almacenamiento, de una transportadora neumática de polvo, o cualquier evento no previsible.
- Salas para usos médicos.
- Los entornos domésticos no comerciales donde las atmósferas potencialmente explosivas se crean muy rara vez, únicas como consecuencia de una fuga fortuita de gas.

#### **4.2. Atmósfera de gas explosiva**

Es una mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no consumida.

Aunque una mezcla que tenga una concentración superior al límite superior de explosión (LSE) no sea una atmósfera de gas explosiva, puede serlo y en ciertos casos, para la clasificación de áreas es recomendable considerarla como una atmósfera de gas explosiva.

#### **4.2.1. Atmósfera de polvo explosiva**

Mezcla con aire, bajo condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de polvo o fibras que después de la ignición, propaga la combustión a través de la mezcla consumida.

#### **4.3. Funcionamiento normal de las instalaciones**

Es la situación que se da cuando todos los equipos de procesos funcionan con sus parámetros de diseño. No son condiciones ideales ni perfectas.

Los pequeños escapes pueden ser considerados dentro del funcionamiento normal. Por ejemplo las fugas de los cierres que se sellen con el mismo fluido que se bombea, las fugas de los filtros en el caso de polvos.

No se consideran las situaciones catastróficas como pueden ser:

- La rotura de una tubería
- La rotura de un recipiente
- La rotura de un silo de almacenaje de polvo
- Cualquier suceso imprevisible

No se considera funcionamiento normal los fallos que precisan una reparación urgente o una parada de la planta. Por ejemplo:

- La rotura del sello de una bomba.
- La rotura de una junta de una brida.
- Los derrames de fluidos causados por accidentes.
- Los fallos de los equipos de filtrado de polvos.
- Las roturas de las conexiones flexibles de conducciones de polvo.
- La rotura de los sacos de producto.
- Las sobrepresiones en el caso de polvos.
- Las fugas de los sistemas de transportadoras.

#### **Condiciones atmosféricas normales**

Son las que incluyen condiciones de presión y temperatura próximas a los valores de 101 kPa (1.013 mbar) y 20 °C (293 K) con la condición de que las desviaciones tengan efectos insignificantes en las propiedades explosivas de las sustancias inflamables.

#### 4.4. Clases de emplazamientos peligrosos

Un emplazamiento peligroso es aquel en el que una atmósfera está o puede estar presente y por lo tanto requiere la utilización de material eléctrico especial.

Un emplazamiento no peligroso es aquél donde no se prevé la presencia de una atmósfera explosiva. El material eléctrico puede ser normal.

Una atmósfera explosiva como se ha indicado anteriormente es una mezcla de gases, vapores, nieblas o polvos inflamables con el aire, en la que después de la ignición la combustión se propaga a través de toda la mezcla no consumida.

Los emplazamientos peligrosos en función de las sustancias presentes pueden ser de clase I, clase II o clase III.

##### 4.4.1. Emplazamientos Clase I

###### A. Según normas Europeas

Aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

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

Para determinar las zonas se aplican en nuestro medio la norma UNE EN 60079-10 y las NPFA 70 (NEC500).

Ejemplos de gases o líquidos inflamables son: la acetona, el benceno, el butano, el hexano, el amoníaco, el gas natural, etc.

La peligrosidad de los emplazamientos peligrosos se establece en función de la frecuencia y duración de la presencia atmosférica explosiva. Se distinguen los siguiente grados:

**Zona 0:** Emplazamiento en los que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma continua o se prevé que esté presente durante largos periodos de tiempo o cortos periodos pero que aparecen frecuentemente.

**Zona 1:** Emplazamiento en el que es probable que se forme una atmósfera de gas explosiva gaseosa de forma periódica u ocasionalmente en condiciones normales de operación.

**Zona 2:** Emplazamiento en el que en condiciones normales de operación no es probable que haya una atmósfera de gas explosiva y si se produce sólo es de forma poco frecuente y durante periodos muy breves.

Las directivas y las normas europeas incluyen también las nieblas al definir cada tipo de zona.

## **B. Definiciones según el Código Nacional de Electricidad**

Son aquellos lugares en los cuales existe o puede existir en el aire cantidades suficientes de gases o vapores inflamables, como para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I son los que se indican a continuación:

### ▪ **Clase I, División 1**

Se denomina así a los lugares en los cuales:

- a. Existe en forma continua, intermitente o periódica, en condiciones normales de funcionamiento, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables; o
- b. Puede existir con frecuencia concentraciones peligrosas de tales gases o vapores a causa de trabajos de reparación, mantenimiento o debido a fugas; o
- c. La ruptura o el funcionamiento defectuoso del equipo o procesos pueden liberar concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables que a su vez puedan también ocasionar la falla simultánea del equipo eléctrico.

Esta clasificación incluye generalmente a los lugares donde se vierten líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro, el interior de las cabinas de pulverización y las áreas cercanas a las de pintura o pulverización donde se usen solventes volátiles inflamables, los lugares que contengan tanques abiertos o depósitos de líquidos inflamables, los lugares de secado o compartimientos para la evaporación de solventes inflamables, los lugares que contengan aparatos de extracción de grasas o aceites por medio de solventes volátiles inflamables, las partes de las plantas de limpieza y tintorería donde se usen líquidos peligrosos, los locales de generación de gas y las demás partes de las plantas procesadoras de gas de donde pueden escaparse gases inflamables, las salas de bombeo de gases o líquidos volátiles inflamables no ventilados adecuadamente, los interiores de refrigeradores y congeladores en las cuales se almacenan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, fáciles de romper o mal tapados, y todos los demás lugares en donde puedan ocurrir concentraciones de gases o vapores inflamables en el curso de las operaciones.

### ▪ **Clase I, División 2**

Se denomina así a los lugares en los cuales:

- a. Se manejen, procesen o empleen líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en los cuales los líquidos, gases o vapores peligrosos se encuentran normalmente contenidos en recipientes o en sistemas cerrados, de donde puedan escapar solamente en

caso de ruptura accidental o explosión de dichos recipientes o sistemas, o en caso de funcionamiento anormal del equipo; o

- b. Se evitan normalmente las concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de la ventilación mecánica del tipo de extracción pero que pudiera hacerse peligroso por falla o funcionamiento anormal del sistema de ventilación; o
- c. Estén adyacentes a lugares de Clase I, División 1, y a los cuales pueden llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores peligrosos, a menos que se evite dicha comunicación por medio de un sistema de ventilación por inyección de aire limpio y se provean medios seguros contra fallas de la ventilación.

Esta clasificación incluye generalmente lugares donde se usen gases o vapores inflamables o líquidos volátiles inflamables, pero que sólo puedan hacerse peligrosos en caso de accidente o de alguna condición anormal de funcionamiento. La cantidad de material peligroso que pueda escaparse en caso de accidente, la eficacia del equipo de ventilación, el área total afectada y el historial de la industria o negocio con respecto a explosiones o incendios, son los factores que deben considerarse al determinar la clasificación y extensión de cada área peligrosa.

No se estima que las tuberías sin válvulas, ni puntos de inspección, ni medidores, ni dispositivos similares, traduzcan una condición peligrosa, aunque se usen para líquidos o gases peligrosos. Los lugares usados para almacenar líquidos o gases licuados o comprimidos en depósitos sellados, no se considerarán peligrosos si no están expuestos a otras condiciones peligrosas.

Los tubos eléctricos y sus cubiertas, separados de los fluidos procesados con un simple sello o barrera, deberán clasificarse como un lugar División 2 si el exterior del tubo y su cubierta se encuentran en un lugar no peligroso.

#### **4.4.2. Emplazamientos Clase II**

##### **A. Según normas Europeas**

Aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de polvos inflamables, excluyendo los explosivos.

Como polvos peligrosos están el aluminio, el magnesio, el titanio, el vanadio, el antimonio, el azufre, el ajo, la almendra, el arroz, el azúcar, el cacao, la celulosa, el esparto, la resina, etc.

La Directiva Europea 1.999/92/CE y la norma CEI-61241-3 definen la peligrosidad de cada emplazamiento en función de la probabilidad de que una atmósfera explosiva esté presente. Se aplica el mismo criterio que en los emplazamientos Clase I.

Se distinguen las siguientes zonas:

**Zona 20:** Emplazamiento en el que en funcionamiento normal una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible está presente de forma permanente o por un espacio de tiempo prolongado o frecuentemente.

Los lugares donde hay capas pero no hay nubes de forma continua a durante largos periodos de tiempo no entran en este concepto.

**Zona 21:** Es un emplazamiento, en el cual, no es de esperar la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible y si lo está es por un breve espacio de tiempo, en condiciones normales de funcionamiento.

Incluyen los entornos donde se pueden formar depósitos por las posibles fugas de los sistemas que contiene polvo de los cuales:

Las reglas para clasificar estos emplazamientos están en la norma Europeas CEI 61241-3.

A diferencia de las zonas de emplazamientos de clase I, la clasificación de áreas en las que hay presentes polvos combustibles, no se puede mejorar con ventilación, puesto que el polvo, al contrario que los gases y vapores, no se puede eliminar con ésta (incluso podría ser contraproducente al levantar nubes de polvo).

- La ventilación puede ser contraproducente
- Si se instala ventilación, debe usarse extracción
- Los polvos conductores son mas peligrosos

## **B. Según el Código Nacional de Electricidad**

### **▪ Lugares Clase II**

Son aquellos lugares que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles. Los lugares de Clase II son los que se indican a continuación:

#### **Clase II, División 1**

Se denomina así a los lugares en los cuales:

- a) Existan o puedan existir polvos combustibles suspendidos en el aire de manera continua, intermitente o periódica, en condiciones normales de funcionamiento, y en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas; o
- b) Puedan producirse dichas mezclas a causa de averías mecánicas o del funcionamiento anormal de la maquinaria o del equipo, pudiendo producirse al mismo tiempo una fuente

de ignición provocada por averías simultáneas de los equipos eléctricos de los sistemas de protección, o por otras causas, o

c) Puedan estar presentes polvos combustibles de naturaleza eléctricamente conductiva.

Esta clasificación comprende corrientemente las áreas de trabajo de las plantas de almacenamiento y manejo de granos; los locales que contienen moladoras o pulverizadoras, limpiadoras, separadoras, máquina que separan la cáscara de cereales, transportadoras abiertas o de boquilla, cajones abiertos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o con tolvas, empacadoras, palas o cubos de elevadores, distribuidoras a granel, colectores de polvo y material a granel (excepto los colectores totalmente metálicos y ventilados al exterior), y

a todas las demás maquinarias y equipos similares que produzcan polvo en las plantas procesadoras de granos, almidón, azúcar pulverizada, malta, picadoras de pasto y otras de despacho y entrega de naturaleza similar; plantas de pulverización de carbón (excepto cuando

el equipo pulverizador es esencialmente hermético al polvo); todas las áreas de trabajo donde se produzcan, manejen, procesen, empaquen o almacenen (excepto en recipientes herméticos) polvos o partículas metálicas y en todos los demás lugares donde el polvo combustible

pueda en condiciones de funcionamiento normal estar presente en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los polvos combustibles eléctricamente no conductivos incluyen polvos producidos en el manejo y procesamiento de granos y productos de granos, azúcar o cacao pulverizados, polvos de huevo seco o de leche, especies pulverizadas, almidón y pastas, polvo de papas, de madera y de bagazo, de aceites de semillas y frijoles, pasto seco, y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos

Combustibles al ser procesados o manejados. Como polvos no metálicos eléctricamente conductivos se incluyen a los que provienen del carbón, coque y carbón de leña pulverizada. Los polvos que contengan magnesio o aluminio son especialmente peligrosos y debe tomarse toda clase de precauciones para evitar su ignición y explosión.

### **Clase II, División 2**

Son los lugares donde el polvo combustible no se encuentra normalmente suspendido en el aire, o donde no es probable que sea lanzado en suspensión, debido a la operación normal



de los equipos o aparatos, en cantidades suficientes como para producir mezclas explosivas o inflamables, pero donde:

- a. Los depósitos o acumulaciones de tales polvos combustibles, puedan ser suficientes para interferir con la segura disipación de calor de los equipos o aparatos eléctricos; o
- b. Tales depósitos o acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad de los equipos eléctricos puedan ser inflamados por arcos, chispas o un material en combustión provenientes de tales equipos.

Los lugares donde no es probable que se produzcan concentraciones peligrosas de polvo en suspensión, pero donde puedan formarse acumulaciones de polvo sobre o en la proximidad del equipo eléctrico, incluyen a los locales o áreas que contengan sólo canaletas distribuidoras y transportadores cerrados, cajones y tolvas cerradas, o máquinas y equipos que dejen escapar cantidades apreciables de polvo sólo bajo condiciones anormales de operación, los locales o áreas adyacentes a los lugares Clase II, División 1 a los cuales no puedan penetrar concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión solamente en condiciones anormales de funcionamiento; los locales o áreas en donde se prevenga la formación de concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión mediante la operación efectiva de un equipo de control de polvo; las bodegas y locales de despacho en donde se manipulen o almacenen materiales que produzcan polvo y estén contenidos en sacos o recipientes y en otros lugares similares.

#### **4.4.1. Emplazamientos Clase III**

##### **A. Definición Según Normas Europeas:**

Es aquellos ambientes en los que el riesgo se deberá 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 atmósfera explosiva.

De encontrarse en suspensión en el aire en cantidad suficiente de darse riesgo de explosión e incendio, el caso sería un emplazamiento clase II.

El nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión Español tiene incluido a los emplazamientos clase III dentro de los de clase II.

##### **B. Definición según El Código Nacional de Electricidad:**

Son aquellos lugares que son peligrosos debido a la presencia de fibras o pelusas inflamables, pero en los cuales no es probable que se hallen en suspensión en el aire en cantidades suficientes como para producir mezclas inflamables.

Los lugares de Clase III son los que se indican a continuación:

▪ **Clase III, División 1**

Son los lugares en los cuales se manipulan, fabrican o emplean fibras fácilmente inflamables o materiales que produzcan pelusas fácilmente inflamables.

Dichos lugares comprenderán determinadas partes de las fábricas de rayón, algodón y otros productos textiles; plantas para el proceso y fabricación de fibras combustibles, máquinas desmontadoras de algodón y semillas de algodón, plantas para el tratado del lino, plantas de fabricación de tejidos, plantas de carpintería, y establecimientos e industrias que involucren condiciones o procesos de peligro similares.

Las fibras y pelusas fácilmente inflamables comprenderán el rayón, algodón (incluyendo las fibras de residuo y el desecho del algodón), cáñamo, sisal, ixtie, yute, estopa, fibra de cacao, balas de algodón de desecho, miraguano, musgo negro de Florida, virutas de relleno y otros materiales de naturaleza similar.

▪ **Clase III, División 2**

Son los lugares en los cuales se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables; excepto en procesos de fabricación.

**4.5. Resumen de clasificación según normas europeas y americanas y comparación**

**4.5.1. La norma IEC 60.079-10 define dos clases de emplazamientos:**

Cuadro n° 4.1. Clases de emplazamientos según IEC 60079-10

<b>Clases de emplazamiento según IEC 60079-10</b>	
Clase I	Aquel en el que existe o puede existir gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para generar una atmósfera explosiva o inflamable.
Clase II	Aquel en el que el riesgo se deriva de la presencia de polvos inflamables (se excluyen los materiales explosivos)

**NOTA:** La norma IEC, al contrario que la NEC, no contempla actualmente el caso de fibras como material causante de la clasificación de áreas.

Para los emplazamientos Clase I según se han definido en el punto anterior, en función de la probabilidad y duración de las eventuales atmósferas explosivas, las áreas se clasifican s/ IEC 60.079-10 como:

Cuadro nº 4.2. Emplazamientos clase I, según IEC 60079-10

<b>ZONAS SEGÚN IEC 60079-10 PARA EMPLAZAMIENTOS CLASE I</b>	
Zona 0	Aquella en la que existe una atmósfera explosiva de modo continuo o durante largos periodos (más de 1000 horas/año)
Zona 1	Aquella en la que es muy probable la presencia de atmósfera explosiva durante la operación normal (entre 10 y 1000 horas/año)
Zona 2	Aquella en la que es muy improbable la existencia de una atmósfera explosiva durante la operación normal y que, de existir, tiene escasa duración (entre 0,1 y 10 horas/año)

La clasificación para emplazamientos Clase 2 según los mismos criterios de probabilidad y duración de la atmósfera explosiva están recogidos por la IEC 61.241-3 y son:

Cuadro nº 4.3. Zonas de emplazamientos clase II, según IEC 61.241-3

<b>Zonas según IEC 61.241-3 Para emplazamientos clase II</b>	
Zona 20	Emplazamiento en el que, en funcionamiento normal, una nube de polvo combustible está presente continua o frecuentemente en cantidad suficiente para producir una concentración explosiva en el aire y/o donde puede haber capas de espesor imprevisible o excesivo.
Zona 21	Emplazamiento no clasificado como Zona 20 en el cual, en funcionamiento normal, es probable que se formen nubes de polvo combustible en cantidad suficiente como para producir una concentración explosiva en el aire.
Zona 22	Emplazamiento no clasificado como Zona 21 en el cual una nube de polvo combustible es infrecuente que esté presente y si lo está es por cortos periodos de tiempo, así como aquellos donde puede presentarse una capa de polvo sólo en condiciones anormales de servicio.

**Nota:** Aunque no contemplada en la actual IEC 61.241, ha existido una clasificación para zonas de emplazamiento Clase II que, aunque actualmente no está en vigor, todavía aparece en muchos documentos y que se cita a título informativo:

Cuadro 4.4. Clasificación antigua no contemplada en la actual IEC 61.241

Zona Z Nubes de polvo	Aquella en la que puede existir polvo combustible durante las operaciones normales de funcionamiento, puesta en marcha o limpieza en una cantidad suficiente para producir una atmósfera explosiva
Zona Y Capas de polvo	Aquella que no está clasificada como zona Z pero en la cual la formación de capas de polvo sobre las superficies puede dar lugar a una atmósfera explosiva.

#### 4.5.2. Clasificación de Áreas según NFPA / NEC

Esta norma define tres clases de emplazamientos, dos de ellos similares a los incluidos en la IEC:

Cuadro n° 4.5. Definición según NEC

<b>Clases de emplazamiento según NEC 500-503</b>	
Clase I	Aquel en el que existe o puede existir gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para generar una atmósfera explosiva o inflamable.
Clase II	Aquel en el que el riesgo se deriva de la presencia de polvos inflamables (se excluyen los materiales explosivos), ya sea en forma de nubes o de capas
Clase III	Aquel en el que el riesgo se deriva de la presencia de fibras o materias volátiles fácilmente inflamables pero cuya presencia en suspensión en el aire es poco probable

- La Clase I se subdivide en cuatro grupos de gases:
  - Clase I Grupo A (Gas representativo: acetileno)
  - Clase I Grupo B (Gas representativo: hidrógeno)
  - Clase I Grupo C (Gas representativo: etileno)
  - Clase I Grupo D (Gas representativo: propano)
- La Clase II se subdivide en tres grupos de polvos:
  - Clase II Grupo E (Polvos metálicos)
  - Clase II Grupo F (Polvos de carbón)
  - Clase II Grupo G (Polvos de otro tipo)
- La Clase III carece de subgrupos.

Para los emplazamientos Clase I según se han definido, en función de la probabilidad y duración de las eventuales atmósferas explosivas, las áreas se clasifican s/ NEC 500-503 como:

Cuadro n° 4.6. Emplazamientos clase I, según NEC500-503

<b>Divisiones según NEC 500-503 Para emplazamientos clase I</b>	
División 1	La atmósfera explosiva está presente de forma continua, intermitente o periódica durante el funcionamiento normal de la unidad.
División 2	La atmósfera explosiva está presente sólo en condiciones anormales de funcionamiento.

Para emplazamientos Clase II, los criterios de asignación de la división aplicable son:

Cuadro n° 4.7. Emplazamientos clase II, según NEC500-503

<b>Divisiones según NEC 500-503 Para emplazamientos clase II</b>	
División 1	La atmósfera explosiva se presenta en condiciones normales de funcionamiento
División 2	La atmósfera explosiva está presente sólo en condiciones anormales e infrecuentes.

Para emplazamientos Clase III, los criterios de asignación de la división aplicable son:

Cuadro n° 4.8. Emplazamientos clase III, según NEC500-503

<b>Divisiones según NEC 500-503 Para emplazamientos clase III</b>	
División 1	Lugares donde son manejadas, fabricadas o empleadas fibras o materiales que desprenden volátiles inflamables.
División 2	Lugares donde las fibras son almacenadas o manejadas (se excluye la fabricación)

La clasificación en base a la temperatura superficial que pueden alcanzar los aparatos instalados en una determinada área son:

T1 : 450 °C	T2 : 300 °C	T3 : 200 °C	T4 : 135 °C	T5 : 100 °C	T6 : 85 °C
	T2A : 280 °C	T3A : 180 °C	T4A : 120 °C		
	T2B : 260 °C	T3B : 165 °C			
	T2C : 230 °C	T3C : 160 °C			
	T2D : 215 °C				

#### **4.5.3. Equivalencias entre clasificaciones IEC y NFPA / NEC**

Dada la coexistencia de ambas normativas en nuestro medio (al igual que en el grupo Repsol-YPF), se incluyen en este apartado algunos criterios comparativos y de equivalencia.

Los criterios aquí indicados son generales y deberán estudiarse por personal cualificado en cada aplicación particular, ya que las equivalencias no son aplicables a todos los casos.

El art. 505 del NEC puede encontrarse una clasificación por zonas en lugar de por divisiones y puede consultarse a efectos de establecer equivalencias entre ambas normativas.

Las clases emplazamiento I y II son equivalentes entre ambos códigos. La Clase II en NEC se subdivide en las subclases E, F y G y la Clase III no existe de momento en la norma IEC.

La equivalencia entre zonas y divisiones es la siguiente:

- Zona 0 División 1
- Zona 1 División 1
- Zona 2 División 2

La equivalencia de los grupos de gases es la indicada en la tabla siguiente:

Tabla n° 4.1. Equivalencias de los grupos de gases

<b>Equivalencia entre grupos de gases</b>			
<b>Gas Representativo</b>	<b>IEC 60079-10</b>	<b>NEC. ART. 500-503</b>	<b>Energia Ignicion</b>
PROPANO	Grupo IIA	Grupo D	250 $\mu$ J
ETILENO	Grupo IIB	Grupo C	96 $\mu$ J
HIDROGENO	Grupo IIC ó Grupo IIB+H <sub>2</sub>	Grupo B	20 $\mu$ J
ACETILENO	Grupo IIC	Grupo A	20 $\mu$ J

Tabla n° 4.2. La equivalencia entre clases de temperatura

<b>Equivalencia entre clases de temperatura</b>			
<b>NEC 500</b>	<b>CENELEC 50014</b>	<b>IEC 60079-8</b>	<b>Temperatura</b>
T1	T1	T1	450 °C
T2	T2	T2	300 °C
T2A – T2B – T2C – T2D			280 / 260 / 230 / 215 °C
T3	T3	T3	200 °C
T3A – T3B – T3C			180 / 165 / 160 °C
T4	T4	T4	135 °C
T4A			120 °C
T5	T5	T5	100 °C
T6	T6	T6	85 °C

Como puede verse, cualquier clase de temperatura IEC/CENELEC incluye las correspondientes clases y subclases de temperatura de NEC-500-503.

#### **4.6. Instalaciones eléctricas en emplazamientos clasificados**

En las áreas clasificadas de una Refinería es necesario instalar equipos y sistemas eléctricos que tengan características que permitan, en conjunto con las operaciones de proceso una instalación segura frente a la presencia de las atmósferas explosivas, para ello mencionaremos algunas de las instalaciones eléctricas importantes:

##### **4.6.1. Maquinas primas:**

- Motores eléctricos de bombas de diferentes productos del proceso (ver figura del P&I donde se incluye una bomba accionada por un motor)

- Motores de aire para hornos, que calientan el productos antes de ingresar a la fraccionadota
- Motores de compresores de aire, aire necesario para los instrumentos de toda la planta para accionar válvulas de control principalmente. (ver figura)
- Motores de compresores de gas para comprimir este producto y realizar su siguiente proceso de purificación y almacenamiento, este producto sale del tope de las fraccionadota

#### **4.6.2. Sistemas de servicios auxiliares:**

- Sistemas completos de Iluminación de todas las Plantas
- Sistemas de tomacorrientes en planta, necesarios para realizar trabajos de mantenimiento y reparación de las equipos en las áreas clasificadas (tratamiento térmico de costuras de soldaduras de líneas, etc.)
- Cajas de paso
- Cableado eléctrico en diferentes tensiones en todas las plantas
- Bandejas de cables y ductos de cables
- Traceado eléctrico

#### **4.6.3 Cuadros de control de motores en áreas clasificadas:**

- Para agitadores de tanques
- Ventiladores para enfriamiento de producto en las misma áreas para operación según necesidad por los operadores

#### **4.6.4. Sistemas de control y de mando local**

- Paneles de mando y control con PLC para sopladores de hollín, mando para compresores, mando de válvulas deslizantes, etc.
- Botoneras de selección de modo de operación de un equipo (local, remoto, automático, prueba, fuera de servicio), en gran mayoría es para mando de motores que son las maquinas primas
- Botonera de marcha y parada de equipos, en gran mayoría es para mando de motores que son las maquinas primas

#### **4.6.5. Subestaciones y centros de distribución eléctrica**

Según las normas y especificaciones actuales aplicas en las refinerías, estas instalaciones deben estar ubicados en los lugares fuera del área clasificada, pero por estar solo a ciertas distancia, se dan las circunstancias de presencia de gases y vapores combustibles en el

interior de estos ambientes, por una situación normal y por tener un sistema presurizado que toma aire del ambiente exterior.

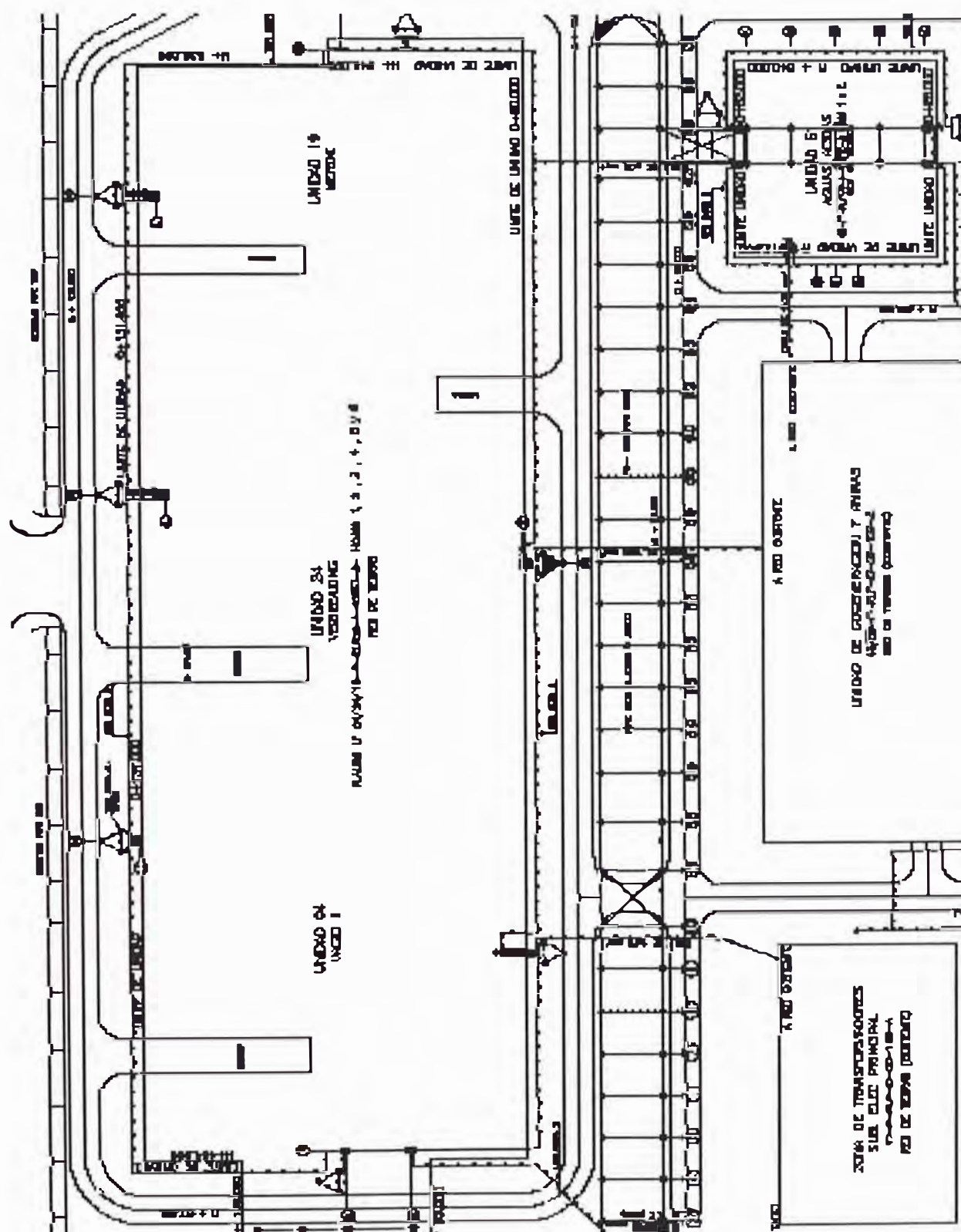


Figura n° 4.1. En el siguiente esquema mostramos una ubicación real de una subestación en área segura.



**Algunos ejemplos de instalaciones eléctricas en emplazamientos clasificados:**

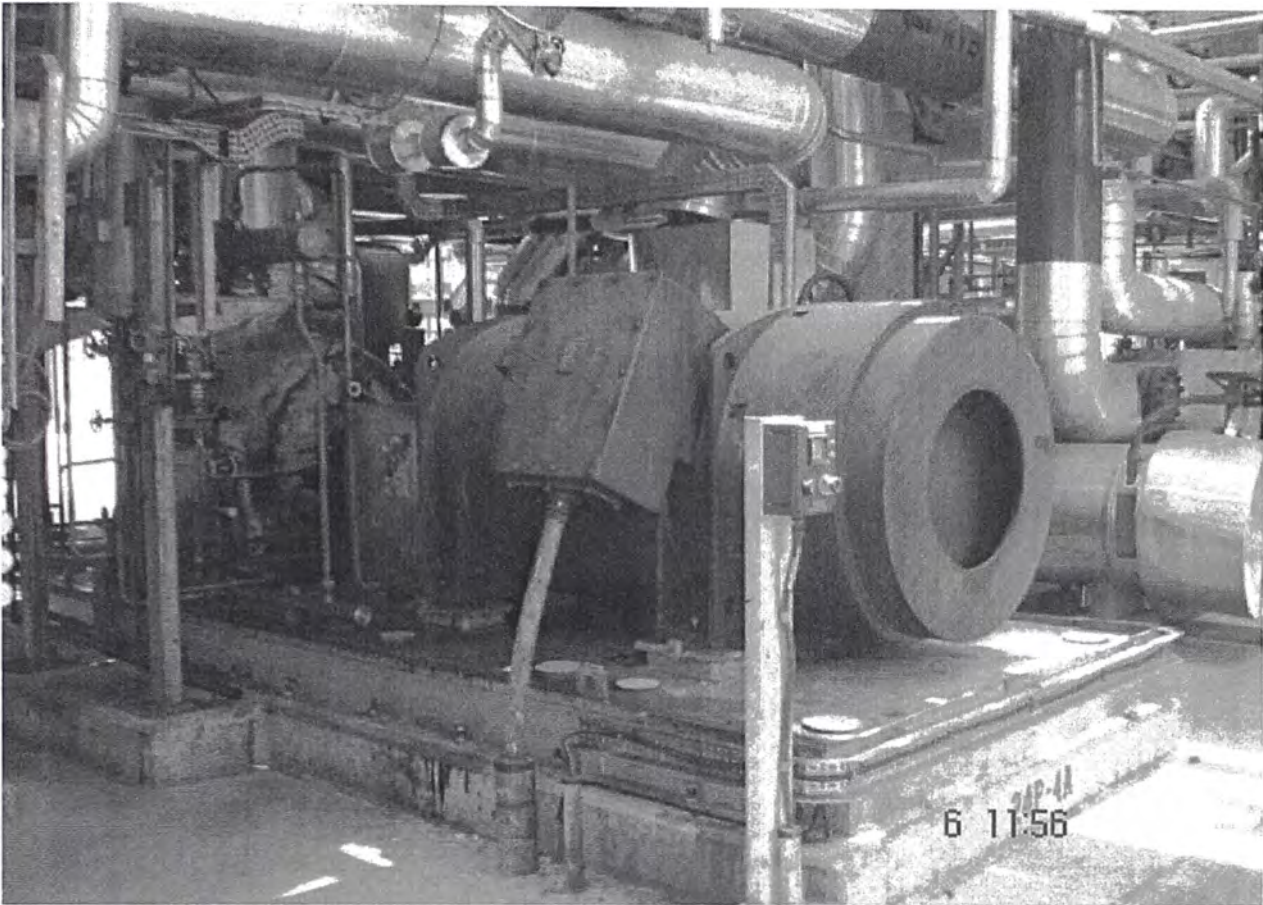


Figura nº 4.2. Motor eléctrico de bombas de proceso, podemos observar el tipo de protección del motor, la caja de borneras, la prensaestopas de entrada de cables a la caja del motor y a la salida del ducto, también podemos observar el pulsado de marcha y paro local

### **Motores de compresores de gas:**

Esta instalación corresponde a un compresor accionado por un motor eléctrico que tiene un sistema de protección de seguridad antideflagrante y aumentada, y para el grupo de gas que corresponde al H<sub>2</sub>S. Adicionalmente podemos ver una instalación de alumbrado para área clasificada.

Observamos un sistema de detección y extinción de incendio, que detecta por ampollas susceptibles a romperse a un determinada temperatura y activa las válvulas solenoides de difusores de agua a presión, que riega todo el área afectada.

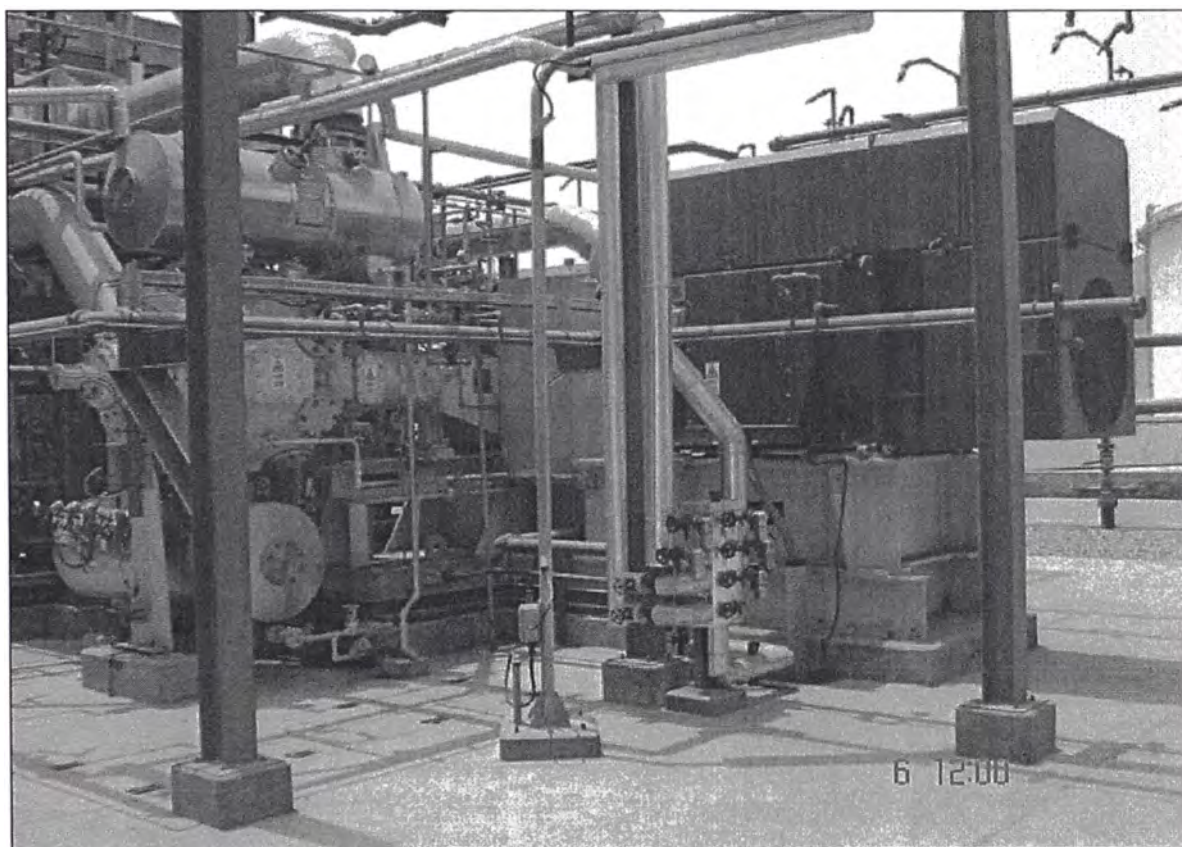


Figura nº 4.3. Motor de un compresor de gas ácido y luminarias en área clasificada

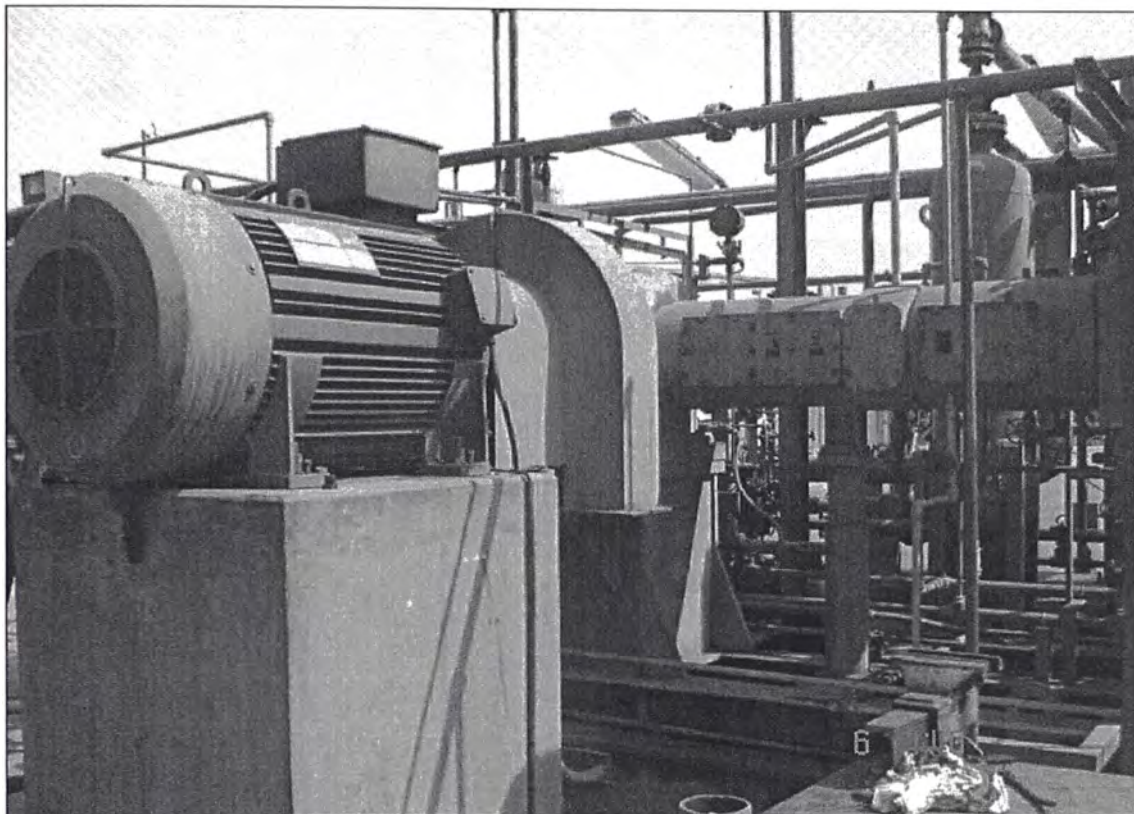


Figura nº 4.4. Motor de compresor de gas licuado de Petróleo

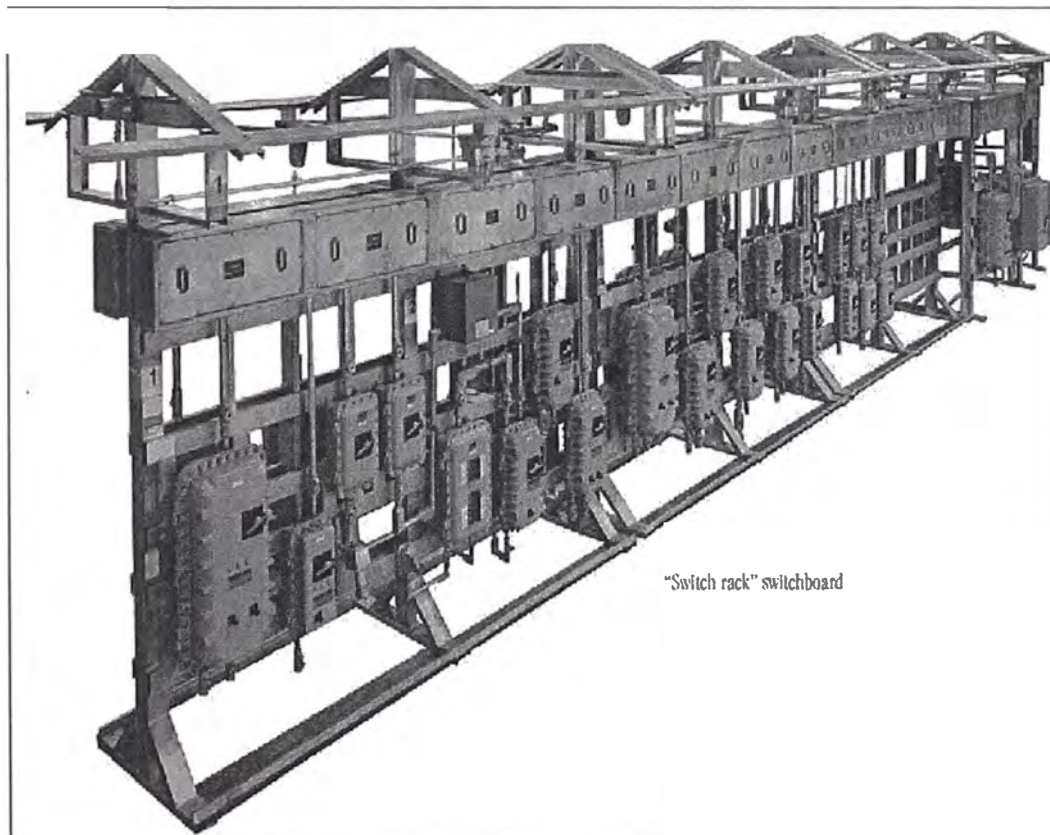
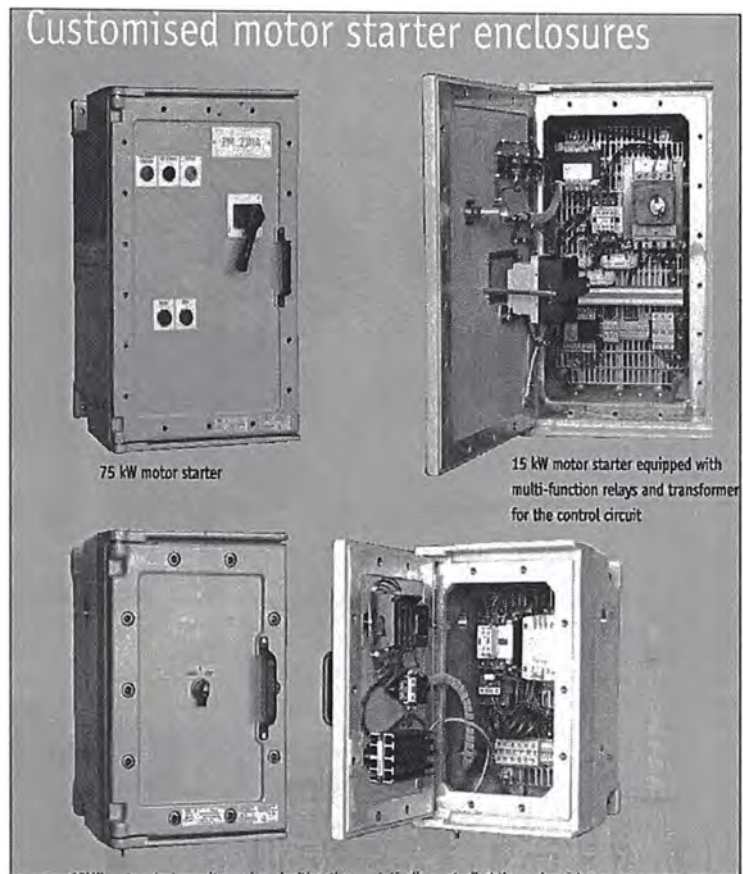


Figura nº 4.5. Arrancadores de campo

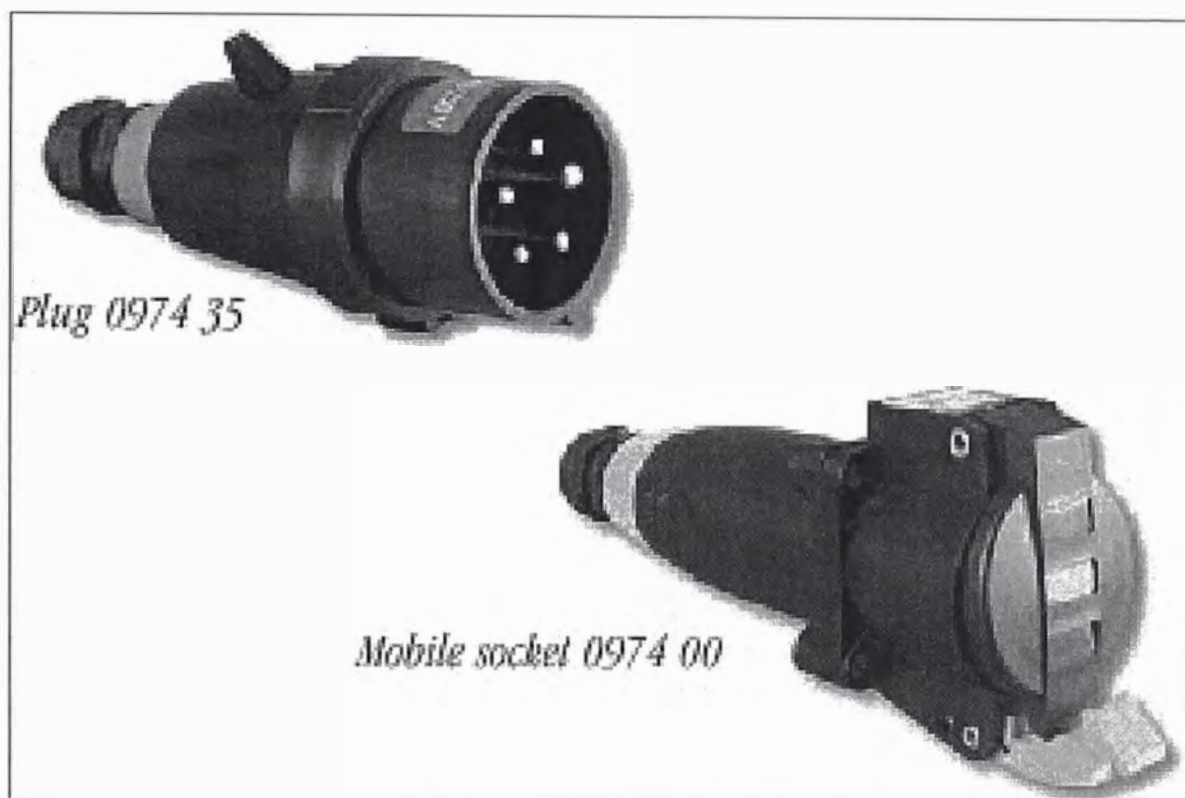


Figura nº 4.6. Tomacorriente de campo

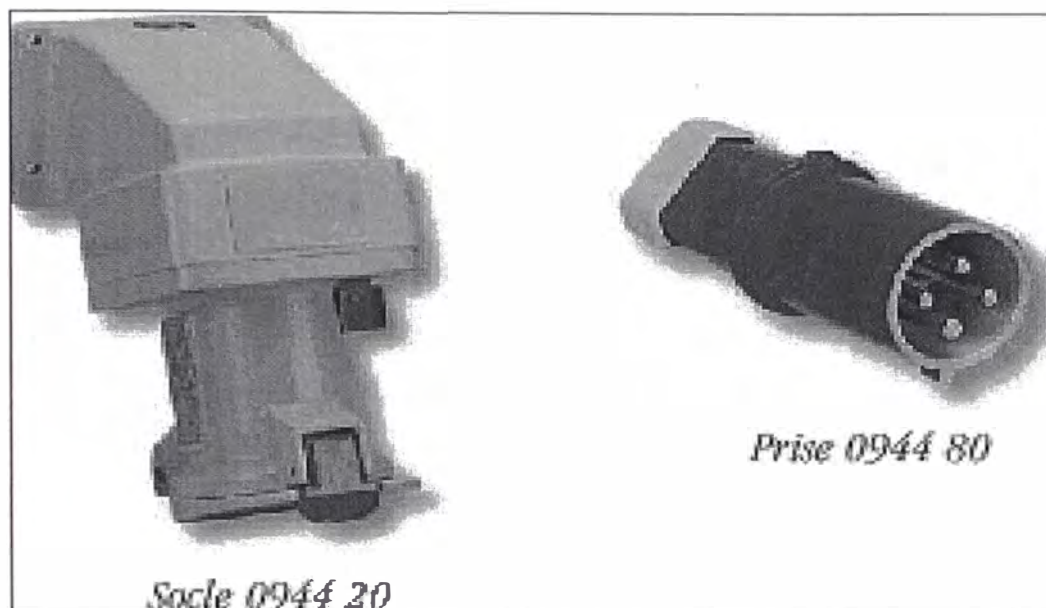


Figura nº 4.7 Tomacorrientes de campo

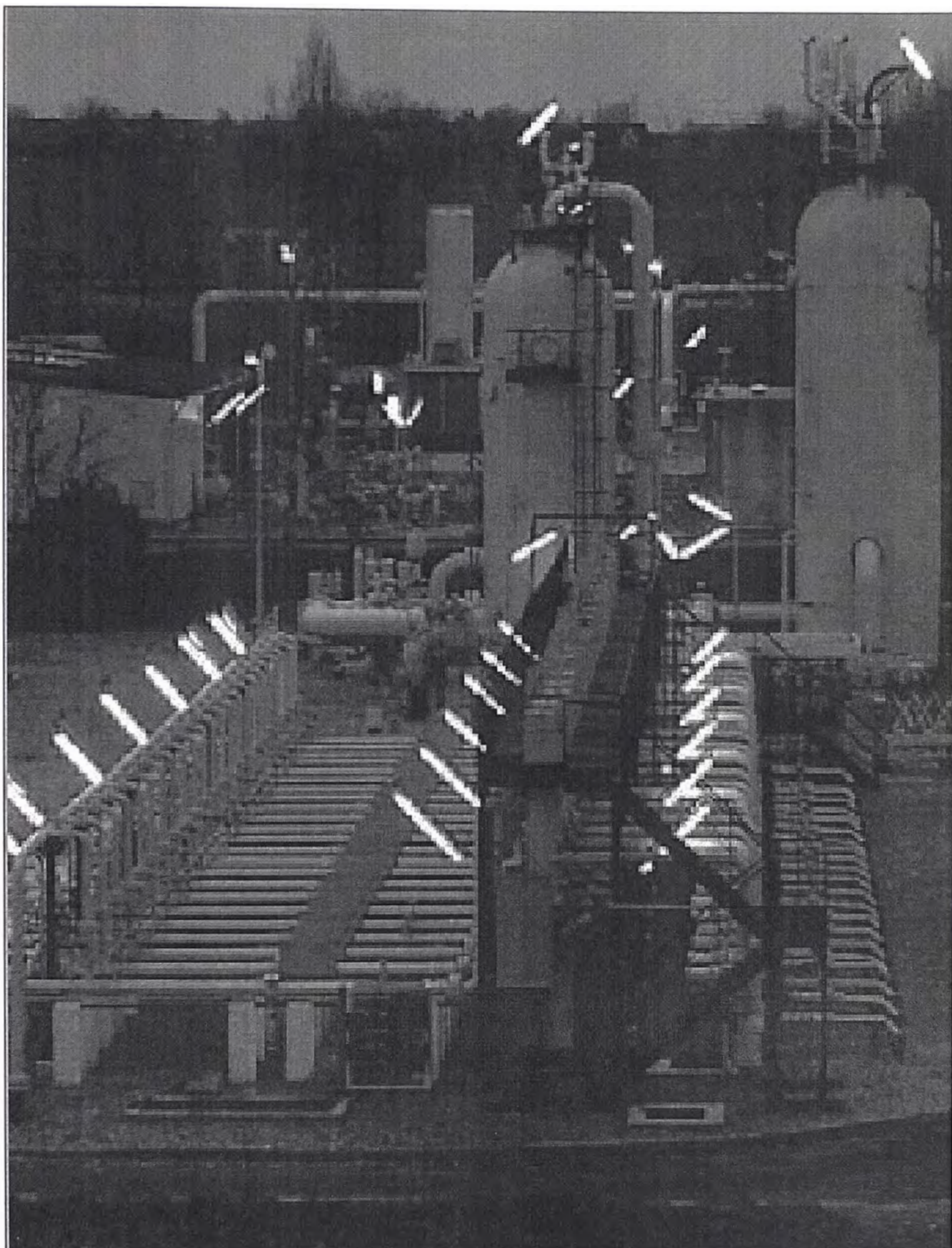


Figura nº 4.8. Luminarias en emplazamientos clasificados

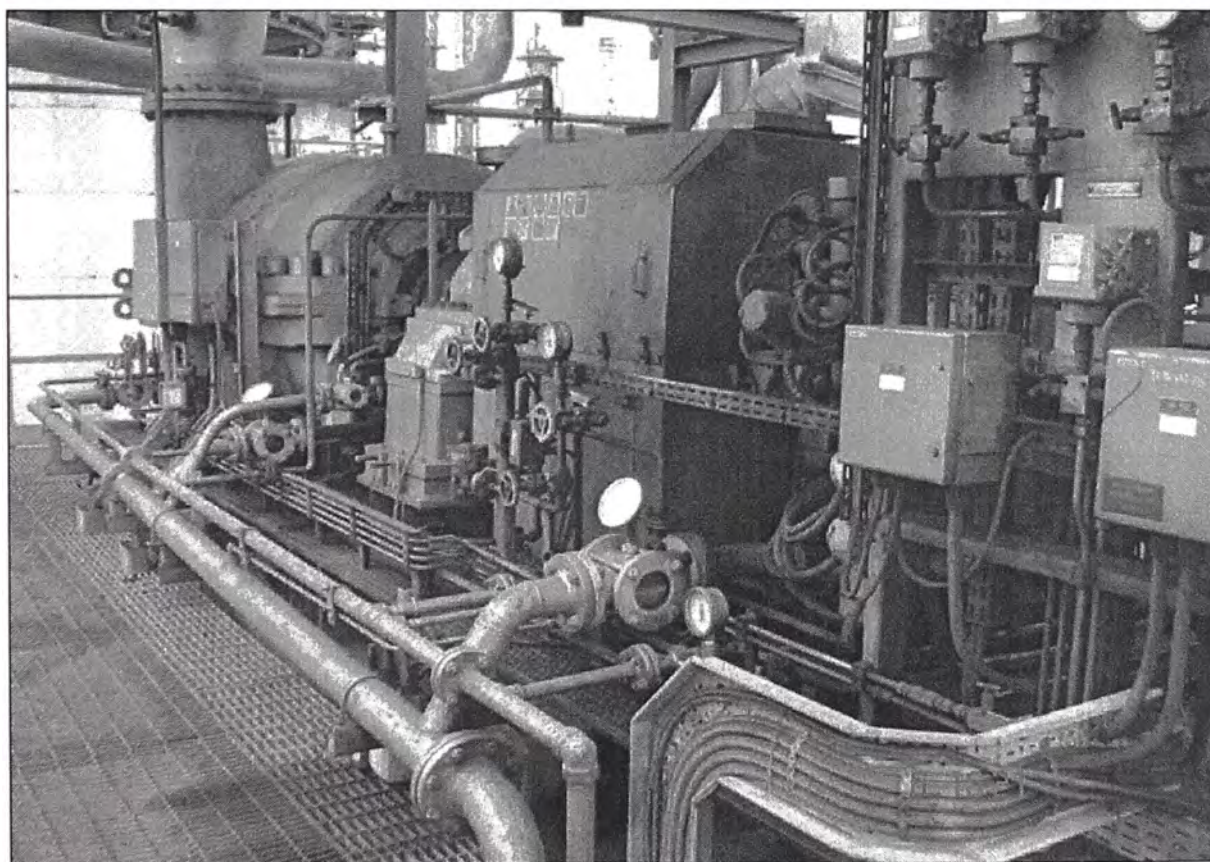
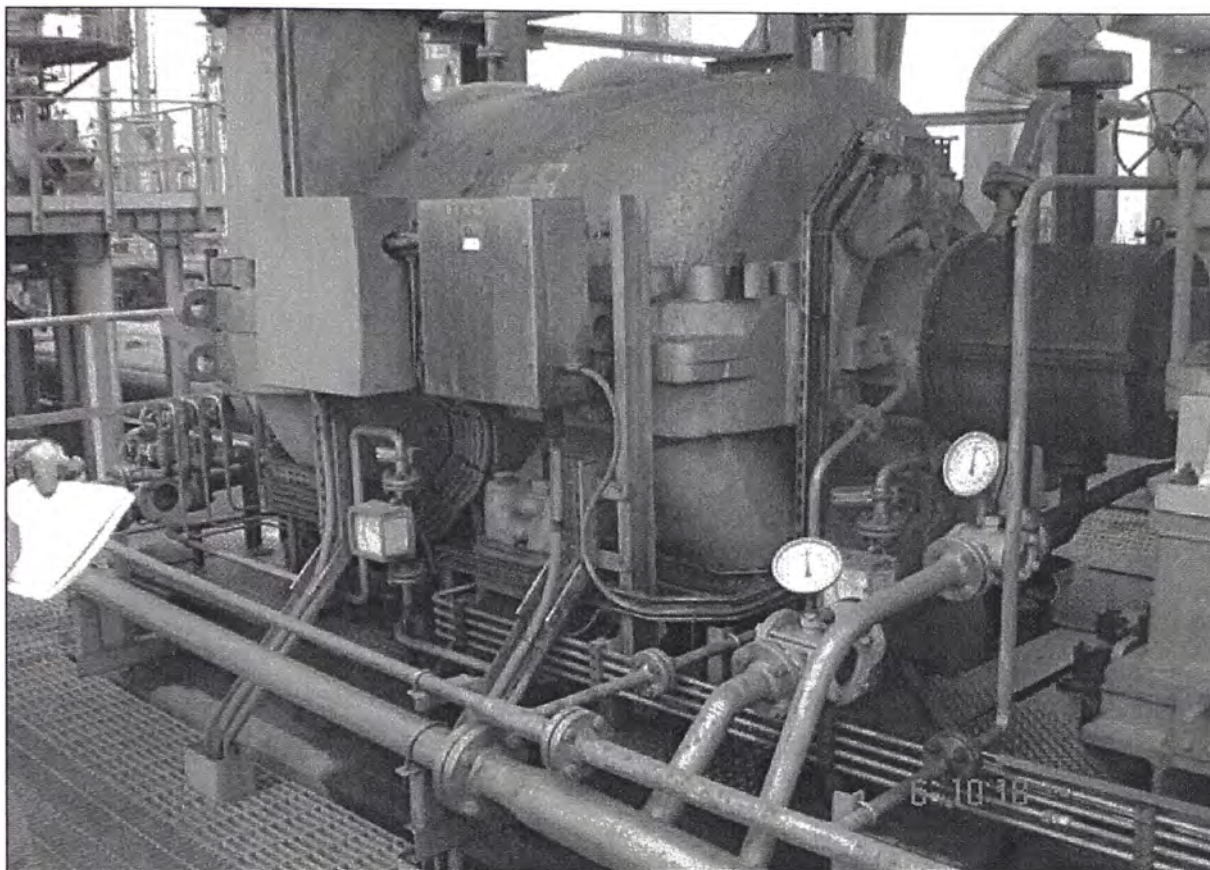


Figura nº 4.9. Paneles de instrumentos de control y protección



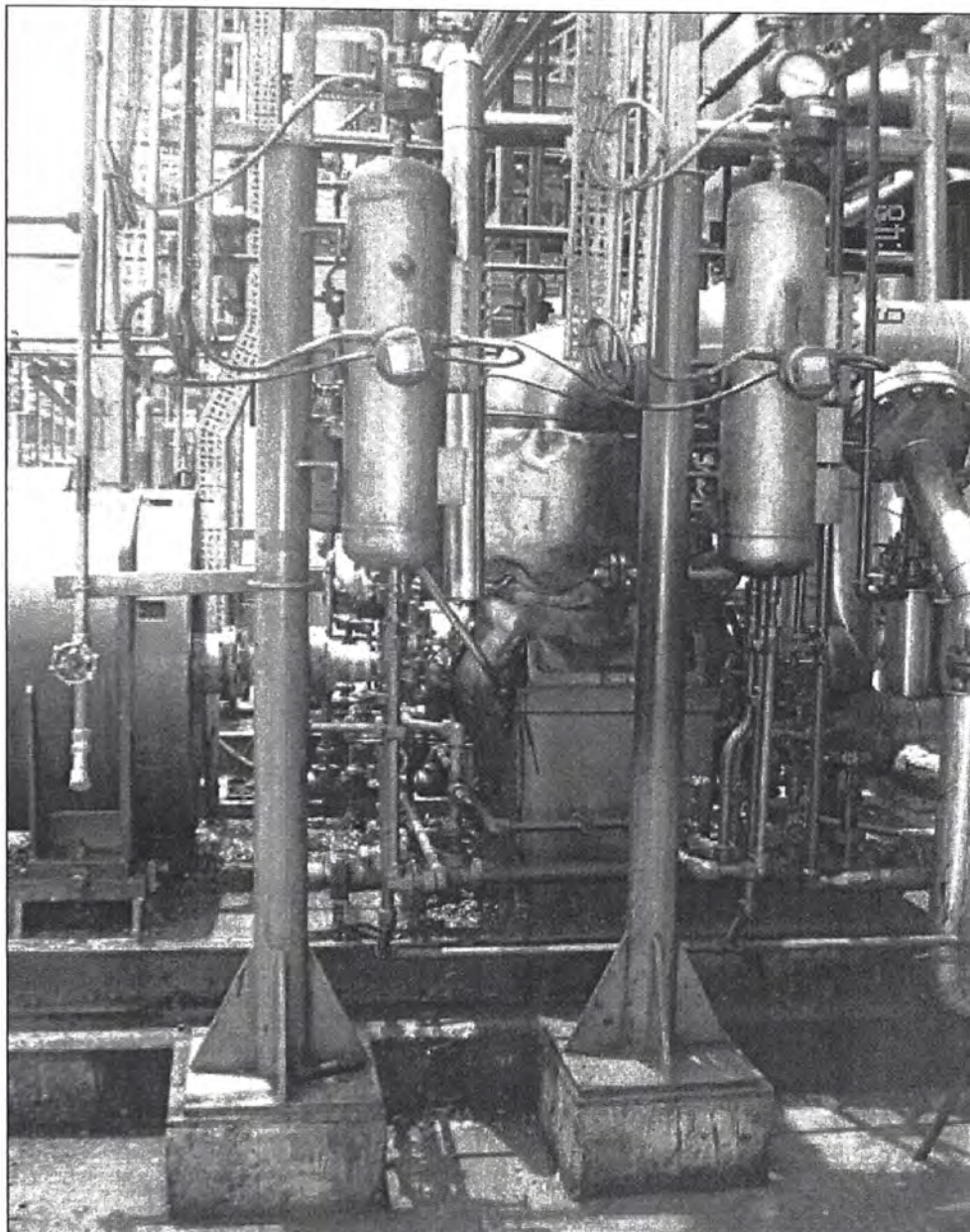


Figura nº 4.10. Instrumentos, motor y cables

## **CAPITULO V**

### **PROCEDIMIENTOS PARA CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CLASE I, II Y III**

#### **5.1. Generalidades**

En las áreas donde puedan existir cantidades y concentraciones peligrosas de sustancias inflamables, se deben aplicar medidas de protección para reducir los riesgos, y dotar de una adecuada protección.

Lo que se explique servirá para valorar el grado de peligrosidad y la extensión de la zona afectada y deberá ser usado como **base** para la apropiada selección e instalación de los aparatos eléctricos, a ubicar en los emplazamientos peligrosos que se definan.

#### **5.2. Normas y Reglamentación**

##### **En el Perú:**

- Reglamentos de Normas para La Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos hace referencia a la utilización de las normas internacionales siguientes:
  - Norma NFPA 70: Definición de los emplazamientos con presencia de mezclas explosivas.
  - Norma NFPA 77: Las instalaciones relativas a electricidad estática y conexiones a tierra.
  - API RP 500: Para la clasificación de áreas peligrosas, esta recomendación del American Petroleum Institute, referencia a las siguientes normas NFPA:

Cuadro nº 5.1 Referencia de normas NFPA

NFPA <sup>12</sup>	
NFPA 30	<i>Flammable and Combustible Liquids Code</i>
NFPA 37	<i>Standard for Stationary Combustion Engines and Gas Turbines</i>
NFPA 54	<i>Fuel Gas Code</i>
NFPA 69	<i>Explosion Prevention System</i>
NFPA 70	<i>National Electrical Code</i>
NFPA 70B	<i>Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance</i>
NFPA 70E	<i>Electrical Safety Requirements for Employee Workplace</i>
NFPA 90A	<i>Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems</i>
NFPA 91	<i>Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Materials</i>
NFPA 325	<i>Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids</i>
NFPA 496	<i>Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment</i>
NFPA 497	<i>Recommended Practice for Classification of Class 1 Hazardous (Classified) Locations For Electrical Installations In Chemical Process Areas</i> <i>Electrical Installations in Hazardous Locations, P. J. Schram and M. W. Earley</i>

- El Código Nacional de Electricidad:
- No referencia a ninguna norma en especial, clasifica los emplazamientos de manera genérica.

**En Europa las normas mas usadas son:**

- CENELEC
- IEC
- UNE

**En Estados Unidos:**

- NFPA 70 (NEC 2002)
- NFPA 77: Las instalaciones relativas a electricidad estática y conexiones a tierra.
- API RP 500: Recomendaciones para la clasificación de áreas peligrosas

### 5.3. Objetivos de la clasificación de emplazamientos

La clasificación de áreas es un método de analizar y clasificar el emplazamiento donde puede aparecer una atmósfera explosiva y así facilitar la correcta selección e instalación de aparatos seguros en el citado emplazamiento, teniendo en consideración las características de las sustancias inflamables y las clases de temperatura.

Es difícil asegurar que nunca aparecerá una atmósfera explosiva en la mayoría de los casos donde se utilizan materiales inflamables.

No es recomendable realizar la clasificación de áreas peligrosas por un simple reconocimiento de una planta o de su proyecto. Por lo tanto es necesario un detallado planteamiento y éste implica el análisis de las posibilidades de que se originen escapes y que estos produzcan una atmósfera explosiva.

Para este análisis se requiere un experto en clasificar áreas peligrosas, quien debe recabar información de personas versadas en:

- El proceso de fabricación o manipulación.
- El diseño de equipos y recipientes.
- La seguridad.

Todo ello referido a la planta que se vaya a clasificar.

El análisis debe efectuarse considerando el proceso en funcionamiento normal, es decir no es aplicable a situaciones catastróficas.

Dada la variedad de elementos a considerar para establecer esta clasificación, las conclusiones y resultados a que lleguen los expertos tendrán preferencias, previa demostración de sus análisis y conclusiones, sobre lo indicado en las normas.

El objeto de la clasificación es:

- I. Establecer el grado de peligrosidad en función de la probabilidad de que aparezca una atmósfera explosiva. Esto requiere que se examinen detalladamente todos los equipos de proceso o de almacenamiento que contenga sustancia inflamable, y por lo tanto puedan tener fuentes de escape.
- II. Determinar la extensión del emplazamiento peligroso en función de la cuantía de escape de cada fuente. Se puede hacer:
  - Aplicando figuras
  - Utilizando fórmulas

Cuando se hace referencia a las áreas se deben entender como un espacio tridimensional y no sólo de superficie.

Además de permitir la selección de los materiales eléctricos, la clasificación de áreas puede recomendar un cambio en la situación de los equipos que manejan sustancias inflamables o de los propios equipos eléctricos, también puede sugerir mejoras en los citados equipos o cambiar procedimientos de trabajo con el fin de eliminar o reducir escapes. Se pueden detectar riesgos ocultos e incluso reducir el costo de la instalación.

Una vez que una planta ha sido clasificada es importante que no se haga ninguna modificación de los equipos o de los procedimientos de operación sin ser tratada por el responsable de la clasificación de área, ya que se invalidaría la clasificación.

Igualmente es necesario asegurar que la operación de mantenimiento asegura la integridad del diseño original.

#### **5.4. Procedimiento para clasificar emplazamientos clase I**

Según la exigencia de la legislación y de las normas de referencia, el procedimiento a seguir es de acuerdo a la NEC 2002 y su equivalencia a la Europea EN 60079-10, para clasificar una planta o local. Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1°. Analizar si las sustancias manejadas son inflamables.
- 2°. Valorar si las cantidades manipuladas son mayores a las mínimas establecidas.
- 3°. Describir las características de las sustancias.
- 4°. Definir las condiciones de presión y temperatura del proceso de almacenaje.
- 5°. Identificar las posibles fuentes de escape.
- 6°. Evaluar el grado de cada fuente.
- 7°. Estudiar el tipo de ventilación.
- 8°. Definir la peligrosidad (zona 0, 1 ó 2).
- 9°. Establecer la extensión de cada zona.
- 10°. Realizar una tabla con todos los datos y resultados anteriores.
- 11°. Dibujar el plano de clasificación de emplazamientos, con riesgo de incendio y de explosión.

##### **5.4.1. Análisis de las sustancias inflamables manejadas**

Las sustancias pueden ser peligrosas en el mismo estado en el que se manipulan pero también lo pueden ser por cambios de sus propiedades físicas o químicas.

Para conocer si una sustancia es peligrosa se debe recurrir a los usuarios o se puede ver en publicaciones. Como ayuda, las publicaciones que facilitan datos de sustancias son:

- UNE-EN 50014 de diciembre 1,999
- Material eléctrico para atmósfera explosivas. Reglas generales.

- CEI 79-20. Primera edición 1,996
- Datos de gases y vapores inflamables relativos de material eléctrico.
- Dentro del código marítimo Internacional de mercancías peligrosas.
- Compendio para instalaciones en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.
- Editado por CEAG - Nortem S.A.
- Norma 64-2 del Comitato Electrotécnico Italiano
- “Gli impianti elettrici nei luoghi con periodo di esplosione o di incendio”

#### 5.4.2. Valoración de las cantidades manipuladas

Hay que valorar si las cantidades de sustancias inflamables contenidas en el proceso o almacenaje son capaces de producir un volumen peligroso de atmósfera explosiva.

A continuación se facilitan unos datos sobre cantidades mínimas que se pueden utilizar como guía. Para ello, habrá que determinar el grupo al que pertenecen las sustancias en función de su punto de inflamabilidad o destello y comparar con las cantidades mínimas establecidas para áreas de proceso o de almacenamiento.

Para poder realizar el análisis de la clasificación de emplazamientos con riesgo de explosión, es necesario determinar como primer paso, si el equipo de proceso contiene más sustancia inflamable que el mínimo especificado.

Para emplazamientos Clase I la sustituida norma UNE 20-322-86 establecía unas cantidades mínimas en función del punto de destello, agrupado las sustancias del modo siguiente:

**Grupo A:** Sustancia inflamable con punto de destello hasta 0 °C (siempre que no pertenezcan al grupo F, que son los GLP).

**Grupo B:** Sustancia inflamable con punto de destello comprendido entre 0 °C y 21°C.

**Grupo C:** Sustancia inflamable con punto de destello comprendido entre 21°C y 40°C.

**Grupo D:** Sustancia inflamable con punto de destello comprendido entre 40°C y 65°C.

**Grupo E:** Sustancia inflamable con punto de destello superior a 65°C (fuels).

**Grupo F:** Gases inflamables y gases inflamables licuados (es decir, sustancias con punto de ebullición inferior o igual a 0° C a la presión de 760 mm Hg.).

El volumen mínimo para los diversos grupos será el siguiente:

Tabla n° 5.1. Volumen mínimo para diversos grupos

Grupo	Área de Proceso dm <sup>3</sup>	Área de almacenamiento dm <sup>3</sup>
A	100	1.000
B	500	2.000
C	1.000	10.000
D	2.000	20.000
F	4.000	40.000

Los volúmenes están referidos a condiciones normales, que son 101,3 Kpa (1.033 Kg./cm<sup>2</sup>) y 20°C.

Estos valores se pueden utilizar como ayuda para establecer si es o no necesaria la clasificación de un emplazamiento. Los volúmenes varían según el tipo de sustancia.

Para emplazamientos Clase II o III, que sepamos, no se han establecido cantidades mínimas.

### 5.4.3. Descripción de las características de las sustancias utilizadas

Hay que estudiar las siguientes características:

#### ▪ Tensión de vapor

Las moléculas de un líquido tienen un movimiento caótico, las de la superficie pasan a la fase vapor y algunas retornan a la fase líquida.

A una temperatura dada y en un recipiente cerrado se establece el equilibrio cuando la cantidad de moléculas que escapan a la fase vapor es igual a la de las que retornan.

La presión resultante es la TENSIÓN DE VAPOR

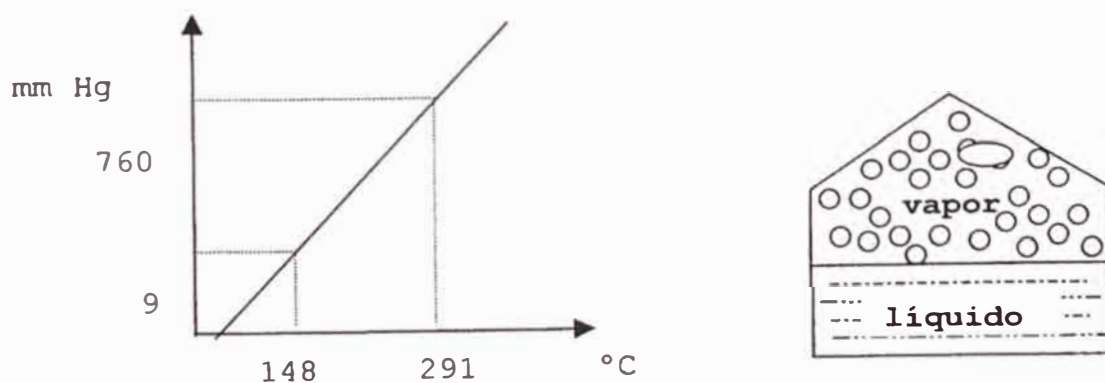


Figura n° 5.1. Graficas de tensión de vapor

En la atmósfera, si la temperatura sube, la presión de burbuja aumenta (presión burbuja = tensión vapor), es decir, la tensión de vapor aumenta.

Cuanto mayor sea la tensión de vapor mayor será la extensión de la zona.

- **Punto de ebullición**

Es la temperatura de un líquido hirviendo a una presión ambiente de 101,3 kPa.

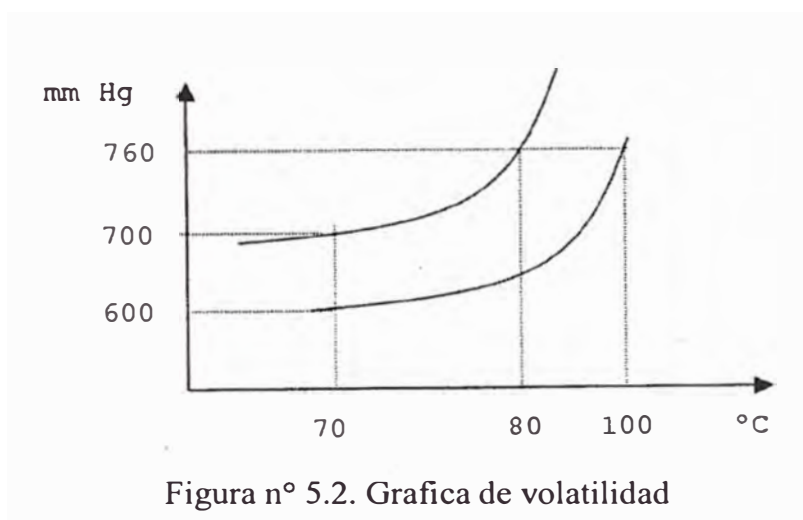
Corresponde a la temperatura a la que la tensión de vapor del líquido (presión burbuja) iguala a la atmosférica o a la que soporta en superficie.

En una mezcla se considera el punto de ebullición inicial.

Cuanto más bajo sea el punto de ebullición mayor será la extensión de la zona.

- **Volatilidad**

Es la facilidad que tiene un líquido para el paso de sus moléculas de la fase líquida a la fase vapor.



Son más volátiles los líquidos con mayor tensión de vapor. Un líquido poco volátil tiene un punto de ebullición alto.

Cuanto mas volatilidad mayor será la extensión de la zona.



- **Densidad relativa del gas o vapor**

Relación entre la densidad del gas o vapor y la del aire, a las mismas condiciones. A efectos de clasificación de áreas peligrosas se consideran:

Más ligeros que el aire menor que 80%	< 80%
Más pesados que el aire mayor que 120%	> 120%
Ambos 80% : 120%	80% : 120%

- **Punto de inflamabilidad (destello) (flash point)**

Es la temperatura mínima de un líquido a la cual desde su superficie en contacto con el aire, se desprende la suficiente cantidad de vapor como para producirse una llamarada al acercarse una llama; después, esta llamarada súbita desaparece o se mantiene.

Los valores se obtienen:

En ensayo en recipiente abierto (OC)

En ensayo en recipiente cerrado (CC)

Los resultados en CC son un 10 ó un 20% menores que en OC

Cuanto más bajo sea, mayor será la probabilidad de un incendio.

- **Temperatura de ignición o de autoincendio**

Es la mínima temperatura requerida para iniciar o causar la autocombustión de una sustancia.

La combustión puede iniciarse por una chispa, por entrar en contacto con una superficie caliente o sin fuente de ignición si la sustancia se encuentra a dicha temperatura y entra en contacto con aire.

- **Límite de explosión**

Se aplica a gases, vapores o nieblas.

- a. **Límite inferior de explosión (LIE)**

Concentración por encima de la cual la mezcla es inflamable originando una atmósfera explosiva.

Cuanto menor sea, mayor es la extensión de la zona.

- b. **Límite superior de explosión (LSE)**

Concentración por debajo de la cual la mezcla es inflamable.

Para una idea ver Intervalo de Inflamabilidad de algunas sustancias en la tabla siguiente:

Tabla n° 5.2. Intervalo de Inflamabilidad de algunas sustancias

El comprendido entre los dos límites productos	Límite de explosividad (% volumen en aire)		Temperatura de auto-inflamabilidad °C
	Inferior	Superior	
Hidrógeno	4,1	74,2	580
Sulfhídrico	4,3	45,5	260
Metano	5,3	13,9	548
Acetileno	2,5	80,0	335
Etileno	3,02	34,0	543
Etano	3,12	15,0	510
Propileno	2,0	11,1	497
Propano	2,37	9,5	466
Isobutano	1,8	8,4	---
n-Butano	1,6	8,5	430
Pentano	1,4	8,0	309
Hexano	1,25	6,9	247
Heptano	1,0	6,0	233
Octano	0,84	3,2	232
Nonano	0,74	2,9	---
Decano	0,67	2,6	---
Ciclohexano	1,31	8,35	---
Benceno	1,40	8,0	580
Tolueno	1,27	7,0	552
Gas Natural	4,8	13,5	
Éter de petróleo	1,4	5,9	245
Gasolina TVR 0,7	1,3	6,0	260
Kerosene	1,16	6,0	255

▪ **Análisis**

Para cada sustancia o mezcla contenida o manejada se deben facilitar las siguientes características:

- Composición
- Punto de inflamabilidad o destello

Si un líquido se manipula a una temperatura que siempre va ser inferior a su punto de inflamabilidad o de destello no puede haber una atmósfera explosiva.

Para aplicar lo anterior hay que asegurarse de que el líquido, tras un derrame o fuga, no tiene posibilidad de entrar en contacto con alguna superficie que pueda elevar su temperatura por encima de su punto de destello.

Las nieblas solo originan atmósfera explosiva si las gotas tienen un tamaño inferior a 1mm.

En la práctica los tamaños están comprendidos entre 0,01 y 0,1 mm.

### **Limite inferior de explosividad**

Se puede expresar en % de volumen o de masa. La relación entre ambas es

$$\text{LIE}(\text{Kg/m}^3) = \frac{\text{M. LIE} (\% \text{ volumen})}{22.4} \quad (5.1.)$$

Siendo:

M = peso molecular Kg/Kmol

22,4 m<sup>3</sup> es el volumen que ocupa un Kmol.

Cuanto mas bajo se el LIE mayor será la extensión de la zona para una misma concentración de escape.

Los límites de inflamabilidad varían con la temperatura y la presión. Generalmente el intervalo e inflamabilidad aumenta con la temperatura y la presión.

### **Tensión de vapor**

Un líquido que tenga una tensión de vapor mayor que otro para una misma temperatura, significa que sus moléculas escapan a la fase vapor con más facilidad, es decir, que es más volátil y por lo tanto originará una zona peligrosa mas extensa.

### **Punto de ebullición**

En un líquido cuanto más bajo es el punto de ebullición, mayor es la tensión de vapor y originará mayor extensión de zona peligrosa.

### **Densidad relativa del gas o vapor respecto al aire**

Al establecer la geometría de cada emplazamiento peligroso hay que distinguir entre\_

- Mas pesados que el aire mayores que 120%
- Mas ligeros que el aire menores que 80%

Entre ambos valores se considerarán las dos posibilidades.

A mayor densidad relativa aumentará la extensión horizontal y podrá afectar a fosas y zanjas.

A menor densidad relativa aumentará la extensión vertical y puede afectar a huecos en tejado o cubierta.

### **Temperatura de ignición**

Servirá para elegir la clase de temperatura del material a instalar.

### **Grupo de material**

Para poder elegir correctamente el material para atmósferas explosivas, habrá que indicar el subgrupo al que pertenecen las sustancias presentes. En la norma UNE-EN-50014 hay un anexo que facilita la clasificación en los subgrupos IIA, IIB o IIC.

Esta subdivisión aplica a los tipos de protección con material productor de chispas, como son:

- La protección antideflagrante, “d”.
- La de seguridad intrínseca, “i”.
- El material para zonas con contactos protegidos, “nC”.
- El material para zona 2 de energía limitada, “nL”.

### **Clase de temperatura**

Conocida la temperatura de ignición, se elegirá la clase de temperatura que debe cumplir el material a instalar.

La clasificación es :

Tabla nº 5.3. Clasificación de las clases de Temperatura

<b>Clase de Temperatura</b>	<b>Temperatura Superficial Máxima</b>
T1	400 °C
T2	300 °C
T3	200 °C
T4	135 °C
T5	100 °C
T6	85 °C

#### **5.4.4. Definición de las características del proceso**

Para cada equipo o recipiente, que contenga sustancias inflamables se deben definir:

##### **Temperatura de operación**

Cuanto más alta sea la temperatura (siempre por encima del punto de destello) mayor será el desprendimiento de vapores y por lo tanto la extensión.

La temperatura de un líquido puede aumentar después de escape, por contacto con una superficie más caliente.

##### **Presión de Operación**

Influirá en la velocidad de escape.

#### **5.4.5. Identificación de las fuentes de escape**

Hay que identificar y localizar todos los puntos de la instalación desde los cuales se pueda escapar a la atmósfera gas, vapor o líquido inflamables. Cada equipo de proceso (tanque, bomba, tubería, recipiente, etc.) debe considerarse como contenedor de potenciales fuentes de escape.

En la puesta en servicio de una instalación nueva no suele haber escapes, pero con el paso del tiempo, por deterioro de las juntas de estanqueidad pueden producirse fugas, que se deben considerar como fuentes de escape.

El análisis se debe realizar con la planta funcionando en sus condiciones normales. No se deben considerar los escapes como consecuencia de un fallo que precise una reparación urgente o la parada de la planta. Son fuentes de escape los pequeños escapes que se pueden producir en los cierres de los ejes que se sellan con la misma sustancia que se bombea.

Si un equipo contiene una sustancia inflamable que no pueda fugar a la atmósfera se indicará que no tiene fuentes de escape (una tubería soldada).

Si un equipo no contiene sustancia inflamable es claro que no puede originar una atmósfera explosiva, pero, se debe listar como tal para dejar constancia de que ha sido considerado en el estudio.

Hay operaciones de proceso que pueden originar escapes cuando se abre algún acceso de un sistema cerrado, por ejemplo, al cambiar los filtros, al tomar muestras, al realizar la carga de un producto.

### **Grados de escape**

A cada fuente de escape habrá que asignarle un grado de escape en función de la probabilidad de que se pueda producir. Los grados son:

- Grado continuo
- Grado primario
- Grado secundario

Una fuente de escape puede dar lugar a uno de estos grados de escape o a una combinación de más de uno.

### **Aberturas**

Si tenemos un local con equipos que contengan sustancias inflamables, en el que se han considerado unas fuentes de escape y por lo tanto unos emplazamientos peligrosos, hay que analizar la probabilidad de que la atmósfera explosiva se extienda a otro local adyacente a través de alguna puerta o abertura. En este caso las aberturas del local clasificado pueden ser fuentes de escape para sus alrededores.

Según la norma EN 60079-10 las aberturas se clasifican como A, B, C y D con arreglo a lo siguiente:

**Tipo A:** Son las aberturas que están abiertas permanentemente o por largos periodos. Por ejemplo, los pasadizos abiertos para accesos de servicios, como conductos, techos, suelos. Las rejillas de ventilación que están o pueden estar abiertas.

**Tipo B:** Aberturas que están normalmente cerrada (por ejemplo con cierre automático) y raramente abiertas y son con cierre forzado.

**Tipo C:** Aberturas normalmente cerradas y raramente abiertas, que cumplan la definición del tipo B, que además tienen un sistema de sellado (por ejemplo una junta) por todo el perímetro.

Esta abertura se consigue con dos aberturas del tipo B en serie con dispositivos de cierre automático independientes.

**Tipo D:** Aberturas normalmente cerradas conformes con la definición del tipo C que solamente se abren con medios especiales o en caso de emergencia.

Las aberturas del tipo D son herméticas, tal como los pasos sellados de servicios (por ejemplo conductos y tuberías) o puede ser una combinación del tipo C en el lado del emplazamiento peligroso y otra abertura del tipo B en serie.

### **Tasa de escape**

Es la cantidad de gas o vapor inflamable que se emite por unidad de tiempo desde una fuente de escape.

Con un mismo grado de ventilación, la cuantía del escape afecta directamente a la extensión del emplazamiento peligroso. A mayor cuantía de escape corresponde una mayor extensión.

La tasa o cuantía de un escape tiene que ser determinada conjuntamente con expertos conocedores de la instalación que se esté clasificando. Puede cuantificarse como un porcentaje del caudal de la conducción o del contenido del recipiente.

### **5.4.6. Evaluación del grado de escape**

Existen tres grados básicos de escape, que se clasifican a continuación en orden decreciente en cuanto a al probabilidad de que la atmósfera de gas explosiva esté presente:

- a. Grado Continuo
- b. Grado Primario
- c. Grado Secundario

#### **Grado de Escape Continuo:**

Es un escape que se produce de forma continua, durante largos periodos de tiempo o durante periodos cortos muy frecuentes.

Un criterio práctico es considerar un escape de grado continuo cuando se produce una 1.000 horas al año en procesos continuos o durante más del 10 % del tiempo del proceso.

Ejemplos:

La superficie de un líquido inflamable es un tanque de techo fijo con un venteo permanente a la atmósfera.

La superficie de un líquido inflamable que está abierto a la atmósfera continuamente o por largos periodos (por ejemplo, un separador de aceite-agua).

**Grado de Escape Primario:**

Es un escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.

A efectos prácticos un escape primario se considera entre los valores dados para el escape continuo y para el escape secundario.

Ejemplos:

Sellos de bombas, compresores y válvulas si se espera que en funcionamiento normal fuguen sustancias inflamables.

Puntos de drenaje de agua de recipientes que contengan líquidos inflamables, que puedan desprender sustancias inflamables a la atmósfera cuando drenen en funcionamiento normal.

Tomas de muestras que presumiblemente puedan desprender sustancias inflamables a la atmósfera en funcionamiento normal.

Válvulas de seguridad, venteos y otras aberturas de donde se espere que puedan escapar sustancias inflamables durante el funcionamiento normal.

**Grado de Escape Secundario:**

Es un escape que no se prevé en funcionamiento normal y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en periodos de corta duración.

Un escape se considera de grado secundario cuando se origina durante menos de 10 horas al año o durante menos 0,1% del tiempo del proceso.

Ejemplos:

Sellos de bombas, compresores y válvulas en las que no se espera que se desprendan sustancias inflamables en funcionamiento normal.

Bridas, uniones y accesorios de tuberías donde no se esperen escapes de sustancias inflamables en funcionamiento normal.

Tomas de muestra en las que no se espera se produzcan escapes de sustancias inflamables en funcionamiento normal.

Válvulas de seguridad, venteos y otras aberturas donde no se espera que se fuguen sustancias inflamables durante el funcionamiento normal.

**Aberturas**

El grado de escape de una abertura dependerá:



- El tipo de zona del emplazamiento adyacente .
- La frecuencia y duración de los periodos que están abiertas.
- La eficacia de los sellados y juntas.
- La diferencia de presión entre los emplazamientos de ambos lados.

Efectos de las aberturas como fuente de escape se establece con esta tabla:

Tabla n° 5.4. Efectos de las aberturas como fuente de escape

<b>Zona peligrosa a un lado</b>	<b>Tipo de abertura</b>	<b>Fuente de escape a considerar al otro lado de la abertura</b>
Zona 0	A	Continua
	B	(Continua) Primaria
	C	Secundaria
	D	No hay escape
Zona 1	A	Primaria
	B	(Primaria). Secundaria
	C	(Secundaria). No hay escape
	D	No hay escape
Zona 2	A	Secundaria
	B	(Secundaria). No hay escape
	C	No hay escape
	D	No hay escape

**Nota:** Los grados indicados entre paréntesis están condicionados a la frecuencia de apertura de las puertas.

### **5.4.7. Estudio de ventilación**

#### **A. Ventilación**

Es el movimiento del aire y su renovación por aire fresco.

Los gases, vapores o nieblas que escapan a la atmósfera se diluyen o dispersan hasta que la concentración es menor que el LIE. El espacio ocupado por la mezcla con una concentración de sustancia inflamable sea superior al LIE, constituirá la extensión exacta del emplazamiento peligroso para esa fuga.

El aire en movimiento reemplaza la atmósfera alrededor de la fuente de escape por aire fresco favoreciendo la dispersión.

#### **B. Tipos de ventilación**

Según la causa del movimiento del aire, la ventilación puede ser:

- Ventilación natural
- Ventilación artificial general
- Ventilación artificial local

#### **Ventilación Natural**

Es aquella donde el movimiento del aire es causado por el viento o por los gradientes de temperatura.

En la clasificación de áreas peligrosas se considera que hay ventilación natural suficiente en las situaciones siguientes:

- Emplazamientos al aire libre. La evaluación de la ventilación se puede hacer asumiendo una velocidad mínima de 0,5m/s (1,8 km/hora) La velocidad del viento normalmente será mayor de 2m/s (7,2 km/h).
- Edificios con aberturas adecuadas a la densidad del gas y que proporcionan una ventilación equivalente a la existente al aire libre. Aplicable a los edificios donde las paredes laterales no llegan hasta el suelo o disponen de cubiertas a distinto nivel que habilitan grandes aberturas entre ellas.
- Edificios con aberturas permanentes para lograr una ventilación natural mínima que proporcione 6 renovaciones a la hora. El reglamento electrotécnico de baja tensión, en la MI BT 027 de instalaciones en locales de características especiales, determine que un garaje tiene una ventilación “suficientemente asegurada” cuando la superficie mínima de comunicación al exterior de las aberturas es del 0,5 % de la superficie del local y considera una ventilación como suficiente cuando proporciona 15 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de

superficie. El NFPA (National Fire Protection association) indica que la ventilación no deberá ser menor a 18 m<sup>3</sup>/hora por m<sup>2</sup> del local.

En edificios con rejilla de ventilación natural hay que calcular el número de renovaciones a la hora para comprobar si se cumple lo anterior.

### Cálculo de la ventilación natural

Un procedimiento de cálculo consiste en determinar la ventilación por influencia del viento y la causada por la acción térmica. La ventilación resultante será la raíz cuadrada de la suma de las ventilaciones individuales al cuadrado.

- Ventilación por influencia de la velocidad del viento

$$Q_v = C_v \cdot A \cdot V \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (5.2.)$$

$Q_v$  = Caudal en m<sup>3</sup>/s debido a la influencia del viento

$C_v$  = Efectividad de la abertura.

0,25 - 0,35 para vientos oblicuos

0,5 - 0,6 para vientos perpendiculares

$V$  = velocidad del viento en m/seg.

$A$  = área de la abertura de entrada en m<sup>2</sup>

- Ventilación por la acción térmica o efecto chimenea.

Hay que calcular la altura del denominado Nivel de Presión Neutro (NPL) aplicando la siguiente formula:

$$h = \frac{H}{1 + \left( \left( \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \left( \frac{T_{int}}{T_{ext}} \right) \right)} \quad \text{metros} \quad (5.3.)$$

$h$ : distancia NPL a la abertura inferior en m.

$H$ : distancia entre aberturas en m.

$A_1$  = área abertura inferior en m<sup>2</sup>

$A_2$  = área abertura superior en m<sup>2</sup>

$T_{int}$  = temperatura interior absoluta (°K)

$T_{ext}$  = temperatura exterior absoluta (°K)

El caudal será:

$$Q_c = C_f \cdot A \sqrt{h \cdot \frac{T_{int} - T_{ext}}{T_{int}}} \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (5.4.)$$

$A$  = área libre de entrada o salida supuestamente iguales

$h$  = distancia del NPL a la abertura baja en m

$T_{\text{int}}$  = temperatura interior absoluta (°K)

$T_{\text{ext}}$  = temperatura exterior absoluta (°K)

$C_f$  = factor de conversión (10.36 para una efectividad (65%))

Como resultado el caudal será:

$$Q_T = \sqrt{Q_V^2 + Q_C^2} \text{ m}^3/\text{s} \quad (5.5.)$$

(manual ASHRAE)

El número de renovaciones se calculará dividiendo el caudal de ventilación por el volumen de la sala.

Por otro lado, conocido el volumen de la sala, el caudal a conseguir de forma natural vendrá determinado por el producto del volumen por la cantidad de renovaciones necesarias para conseguir una ventilación natural buena.

Caudal mínimo de ventilación =  $V \cdot C$  ( $\text{m}^3/\text{hora}$ )

Como condiciones para obtener una ventilación natural buena o adecuada se pueden considerar las que se dan al aire libre si no hay obstáculo que la limiten de forma aparatosa.

### **Ventilación Artificial**

Es la ventilación donde el movimiento del aire se logra con ventiladores o extractores.

Se aplica principalmente a locales cerrados o espacios restringidos, pero también pueden aplicarse en zonas exteriores para compensar las pérdidas de ventilación natural a causa de obstáculos.

Puede ser general o local.

Usando ventilación artificial se consigue:

- Reducir la extensión de la zona.
- Disminuir el tiempo de permanencia de la atmósfera explosiva.
- Evitar la aparición de la atmósfera explosiva.

Un sistema de ventilación artificial diseñado para un emplazamiento peligroso debe disponer de:

- Un sistema de control y supervisión.
- Análisis de la zona donde se expulse el aire.
- La toma de aire de zona no peligrosa.
- Calcularlo en función del grado y cuantía de las fugas.
- Evitar zonas muertas sin ventilación (falsos suelos y techos)
- Retirar o considerar obstáculos que impidan la ventilación.
- Cambios en la densidad del gas por la temperatura (pérdida de carga).

### Ejemplos de ventilación artificial general

- Edificio con ventiladores en las paredes o cubierta.
- Instalación al aire libre con ventiladores.

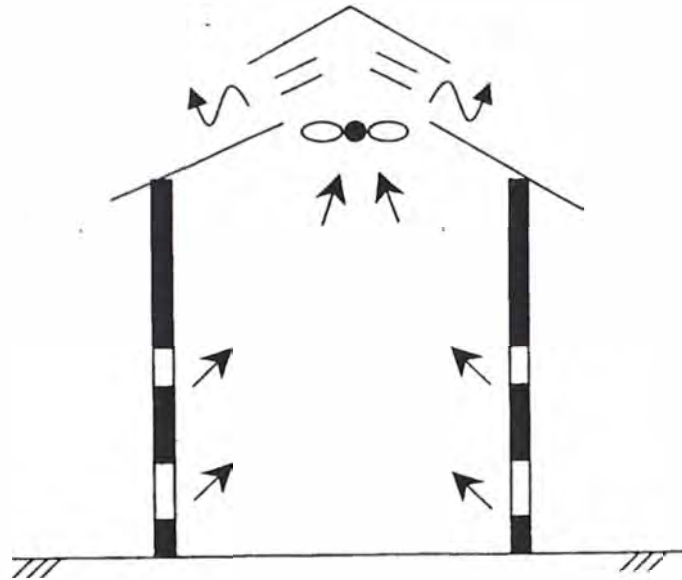


Figura nº 5.3. Ventilación artificial

### Ejemplos de ventilación artificial local

- Extractores aplicados a una máquina de proceso que desprenda continuamente gases.
- Extracción forzada de un emplazamiento muy localizado y mal ventilado.
- Sobrepresión en la entrada y/o salida de un túnel de secado.



Figura nº 5.4. Ventilación artificial local

### Cálculo de la ventilación artificial

Se obtendrá de la curva característica de los ventiladores, considerando las pérdidas de carga en los conductos de aspiración e impulsión.

Se debe lograr un caudal que garantice 6 renovaciones a la hora como mínimo.

## **Grados de ventilación**

La norma UNE 70019-10, en función de la efectividad para controlar la dispersión y permanencia de la atmósfera explosiva establece los siguiente grados:

### **Ventilación Alta (Fuerte)**

Reduce la concentración en la fuente de escape de forma instantánea resultando una concentración inferior al LIE.

Con esta ventilación puede aparecer una pequeña zona que es despreciable.

### **Ventilación Media**

Controla la concentración, manteniendo una situación estable. La concentración sólo será superior al LIE en una zona delimitada mientras permanece la fuga y desaparece cuando esta cesa.

La extensión y tipo de la zona son determinados por los parámetros de diseño de la instalación.

Con esta ventilación son aplicables las figuras las figuras que se facilitan en las normas y documentaciones.

### **Ventilación Baja (Débil)**

No controla la concentración mientras permanece la fuga y no puede evitar a permanencia de la atmósfera explosiva una vez que la fuga a cesado .

Esta ventilación se considera como insuficiente.

### **Disponibilidad de la Ventilación**

La disponibilidad de la ventilación tiene influencia en la presencia o formación de una atmósfera peligrosa.

Cuando en un local se clasifican las áreas peligrosas con ventilación forzada, debe considerarse la disponibilidad del sistema.

Los niveles de disponibilidad son:

**Muy Buena:** La ventilación está presente continuamente.

**Buena:** La ventilación se supone en servicio durante el funcionamiento normal de las instalaciones.

Sus paradas deben ser infrecuentes y de corta duración.

**Mediocre:** La ventilación que no está comprendida en las definiciones anteriores, pero no se espera que ocurran paradas durante largos periodos.

La ventilación que no satisface la exigencias de la disponibilidad mediocre no contribuye a la renovación del aire.

### Fallo de Ventilación

Hay que valorar el riesgo de fallo de la ventilación.

Si no hay riesgo de fallo por que existe un sistema de socorro.

La clasificación se determina con ventilación.

Si hay riesgo de fallo:

- Se determinara la frecuencia y duración del fallo y como consecuencia saldrá una zona adicional.
- Si la posibilidad de fallo es infrecuente, saldrá una zona adicional, que será zona 2.
- Si el fallo de ventilación detiene el proceso, no sale zona adicional.

### Obstáculos

Pueden dificultar la ventilación, aumentando la extensión u originando zana más peligrosa.

Pueden limitar la propagación, limitando la extensión.

Hay que considerarlos según la densidad relativa del gas o vapor.

### 5.4.8. Definición del tipo de zona

La probabilidad de la presencia de una atmósfera explosiva depende principalmente de: la frecuencia con la que se produzca el escape y de la eficacia de la ventilación para diluir antes o después la concentración a un valor inferior al LIE.

La relación entre los grados de escape, la ventilación y el tipo de zona es:

#### **Emplazamientos con ventilación suficiente sea natural o artificial**

Escape de grado continuo	Zona 0
Escape de grado primario	Zona 1
Escape de grado secundario	Zona 2

#### **Lugar con una ventilación artificial fuerte local**

Por ser muy eficaz, reduce la propagación de la atmósfera explosiva y origina zonas despreciables.

#### **Emplazamientos con ventilación insuficiente**

Cuando la ventilación existente es eficaz o es mediocre, la relación es:

Escape de grado continuo	Zona 0
Escape de grado primario	Zona 0
Escape de grado secundario	Zona 1

## GUÍA PRACTICA DE DETERMINACIÓN DE TIPOS DE ZONAS

Tabla nº 5.5. Según la norma UNE 60079-10 se facilita la siguiente tabla que relaciona el grado de la fuente, el grado de la ventilación y su disponibilidad.

<b>GRADO DEL ESCAPE</b>	<b>VENTILACIÓN</b>						
	<b>GRADO</b>						
	<b>ALTO</b>			<b>MEDIO</b>			<b>BAJO</b>
	<b>DISPONIBILIDAD</b>						
	<b>MUY BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>MEDIOCRE</b>	<b>MUY BUENA</b>	<b>BUENA</b>	<b>MEDIOCRE</b>	<b>MUY BUENA BUENA MEDIOCRE</b>
CONTINUO	(ZONA 0 = D) NO PELIGROSA	(ZONA 0 = D) ZONA 2	(ZONA 0 = D) ZONA 1	ZONA 0	ZONA 0 + ZONA 2	ZONA 0 + ZONA 1	ZONA 0
PRIMARIO	(ZONA 1 = D) NO PELIGROSA	(ZONA 1 = D) ZONA 2	(ZONA 1 = D) ZONA 2	ZONA 1	ZONA 1 + ZONA 2	ZONA 1 + ZONA 2	ZONA 0
SECUNDARIO	(ZONA 2 = D) NO PELIGROSA	(ZONA 2 = D) NO PELIGROSA	ZONA 2	ZONA 2	ZONA 2	ZONA 2	ZONA 1

**NOTA:** Las ZONAS 0, 1 ó 2 = D indicadas entre paréntesis significan que son despreciables. Deben justificarse mediante cálculos.



#### 5.4.9. Determinación de la extensión de cada zona

La extensión de la zona dependerá de los siguientes parámetros físicos y químicos:

- **Cuantía del escape**

A mayor cuantía del escape corresponde una mayor extensión.

- **Geometría del escape**

Ligada a las características físicas de la fuente. No es lo mismo una fuga de una brida que de una superficie abierta.

- **Velocidad de escape**

La dimensión de una nube de gas o vapor está determinada por la cuantía y por su dispersión.

Si la fuga es a alta velocidad el gas o vapor penetrará en forma de chorro y la velocidad del viento tendrá poca incidencia.

Si la fuga es a baja velocidad la incidencia del viento es mayor.

- **Concentración**

A mayor concentración mayor cuantía y mayor extensión.

- **Punto de ebullición**

En las mezclas se considera el inicial.

Cuanto menor es el punto de ebullición, mayor es la tensión de vapor.

A mayor tensión de vapor corresponde más volatilidad.

A mayor volatilidad mayor es la extensión.

- **Límite inferior de explosión LIE**

Cuando más bajo sea, mayor será la extensión de la zona.

- **Punto de destello**

Si un líquido se manipula por debajo del punto de destello no puede existir una atmósfera explosiva.

Cuanto más bajo sea el punto de destello mayor puede ser la extensión de la zona.

- **Densidad relativa**

Hay que distinguir:

Más pesados que el aire >120%

Más ligeros que el aire < 80%

A mayor densidad relativa aumento de la extensión horizontal y puede afectar a fosos.

A menor densidad relativa aumento de la extensión vertical y puede afectar a huecos en el tejado.

- **Ventilación**

Ayuda a la dispersión de los vapores

Afecta al tipo y a la extensión de la zona.

Para una fuente única, las condiciones de ventilación pueden crear más de un tipo de zona alrededor de la fuente.

- **Obstáculos**

Pueden dificultar la ventilación originando una zona más peligrosa.

Pueden impedir la propagación y limitan la zona.

- **Temperatura del líquido**

Cuanto mayor sea la temperatura del líquido (siempre por encima del punto de destello), mayor será la extensión de la zona.

La temperatura de un fluido pueden aumentar después del escape, por contacto con una superficie caliente.

Los emplazamientos peligrosos y en particular las zonas 0 y 1 deben ser minimizados tanto en cantidad como en extensión. En otras palabras, las plantas deben ser principalmente Zona 2 o zona no peligrosa.

### **Figuras**

La extensión de cada emplazamiento peligroso se puede determinar utilizando figuras no aplicables.

### **Cálculo de la extensión de una atmósfera peligrosa**

Cuando no se encuentre una figura aplicable la extensión se puede determinar calculando la distancia de propagación de la atmósfera explosiva hasta el límite inferior de explosividad en función de la cuantía de la fuga y la ventilación.

#### **1. Calcular el número de renovaciones**

$$\frac{\text{Caudal de ventilación } m^3}{\text{Volumen del local } m^3} = C \text{ cambios / s} \quad (5.6.)$$

En un emplazamiento al aire libre

Para velocidad del viento  $v=0,5$  m/s (0,8 Km./h) los cambios en un hipotético cubo de pocos metros se puede estimar en 100 a la hora (0,03 c/s)

#### **2. Determinar la cuantía de la fuga**

Hay que determinarla analizando la presión del fluido en el proceso, las características de la sustancia (volatilidad, etc.) y la geometría del orificio.

Para convertir la fuga en unidades de volumen a unidades de masa:

$$Q_{\text{Masa}} = \frac{Q_{\text{volumen}} (\text{m}^3/\text{s}) \cdot p \cdot M}{R(273 + T)} \quad (5.7.)$$

P= presión en atmósferas

M= peso molecular

R= 0,082 atm. Litro/ mol es la constante de los gases perfectos.

T= temperatura en °C

A la fuga en unidades de masa se denomina dG/dt

### 3. Conocer al LIE

Normalmente se facilita en % de volumen y hay que convertirlo a unidades de masa

$$\text{LIE (Kg./m}^3) = \frac{M \cdot \text{LIE (\%vol.)}}{22,4} = 0,416 \cdot 10^{-3} \cdot M \cdot \text{LIE (\% vol.)} \quad (5.8.)$$

Donde:

M = peso molecular Kg. /Kmol

22,4 = m<sup>3</sup> que ocupa 1 Kmol

### 4. Calculo de la extensión

$$(\text{dV/dt})_{\text{min}} = \frac{(\text{dG/dt})_{\text{max}} \cdot T}{K \cdot \text{LIE} \cdot 2,93} \quad (5.9.)$$

Donde:

(dV/dt)<sub>min</sub> = Mínimo caudal de aire fresco en m<sup>3</sup>/s

(dG/dt)<sub>max</sub> = Máxima fuga en Kg/s

LIE = LIE en Kg/m<sup>3</sup>

T = Temperatura ambiente en °K

K = Es un factor de seguridad

K= 0,25 para grados de escape continuo y primario

K= 0,5 para grados de escape secundario

$$V_z = \frac{f \cdot (\text{dV/dt})_{\text{min}}}{c} \quad (5.10)$$

Donde:

V<sub>z</sub> = Extensión de la zona peligrosa en m<sup>3</sup>

f = eficacia de ventilación

f = 1 para una situación ideal

f = 5 circulación del aire con dificultad

c = renovaciones en c/s

Según la figura geométrica aplicada, la extensión será:

Para el cubo  $V_z = l^3$

Para una esfera  $V_z = 4 \cdot \pi \cdot r^3/3$

Para un cilindro  $V_z = \pi r^2 \cdot h$

### 5. Cálculo del tiempo de permanencia

$$t = \frac{-f}{c} \cdot \ln \frac{LIE \cdot K}{X_0} \quad (5.11.)$$

Siendo:

t = tiempo de permanencia en segundos

$X_0$  = concentración inicial medida en las mismas unidades que el LIE. En algunos casos puede ser el 100%

c = número de renovaciones por segundo

f = entre 1 y 5

f = 1 situación ideal

f = 5 situación mal ventilada

K = factor de seguridad

K = 0,25 para grado continuo y primario

K = 5 para grado secundario

#### 5.4.10. Realización de una tabla con los datos y resultados anteriores

Se pueden utilizar los ejemplos de tablas que se incluyen en la norma UNE 60.079-10.

Hoja de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos Parte 1: Listas y características de las sustancias inflamables

Hoja 1 de 1

Planta:											Planos de referencia:
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sustancia inflamable				LIE		Volatilidad		Densidad relativa del gas o vapor respecto al	Temperatura de ignición °C	Grupo y clase de temperatura	Cualquier información y observaciones importantes
N°	Nombre	Composición	Punto de inflamabilidad °C	Kg/m3	Vol. %	Tensiones de vapor a 20°C Kpa	Punto de ebullición °C				

Tabla n° 5.6. Lista de características de las sustancias inflamables

Hoja de datos de la clasificación de emplazamientos peligrosos - Parte 2: Lista de fuentes de escape

Hoja 1 de 1

Planta:				Area:								Planos de referencia:			
1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	
Fuentes de escape			Sustancia inflamable			Ventilación			Emplazamiento peligroso						
Nº	Descripción	Localización	Grado de escape <sup>1)</sup>	Referencia <sup>2)</sup>	Temperatura y presión de operación		Estado <sup>3)</sup>	Tipo <sup>4)</sup>	Grado <sup>5)</sup>	Disponibilidad	Tipo de zona 0-1-2	Extensión de la zona m		Referencia	Cualquier información y observaciones importantes
					°C	kPa						Vertical	Horizontal		

Tabla nº 5.7. Lista de fuentes de escape

1) C-Continuo; S-Secundario; P-Primario  
 2) Indica el número en la lista de la Parte 1.  
 3) G-Gas; L-Líquido; GL-Gas Licuado; S-Sólido  
 4) N-Natural, A-Artificial  
 5) Véase Anexo B.

#### 5.4.11. Plano de clasificación de áreas

Basándose en las determinaciones y cálculos efectuados, que estarán reflejados en una tabla, se debe realizar el plano de clasificación de áreas.

Este plano deberá dar una idea tridimensional de las zonas, para lo cual incluirá las secciones en planos verticales que sean necesarias.

Además se indicará:

La clase (I, II o III)

La zona (0, 1 o 2)

El grupo de material eléctrico (I a II)

Los subgrupos ( A, B, C)

La clase de temperatura (T1 a T6)

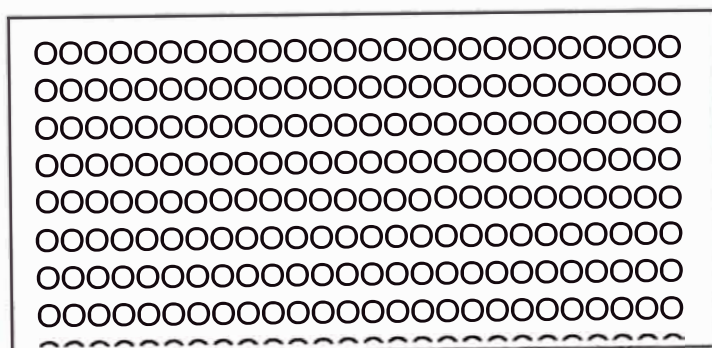
La norma aplicada para clasificar.

Ejemplo:

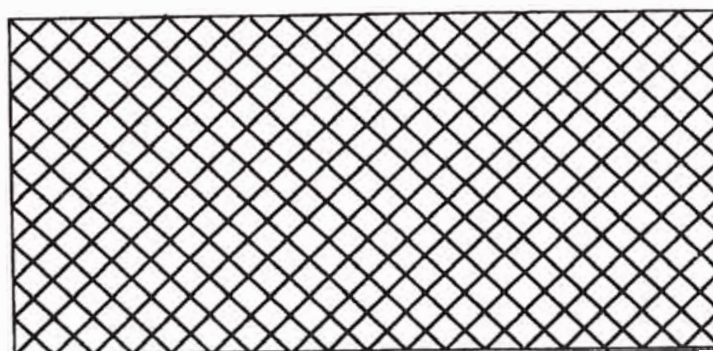
Clase I, zona 2, grupo IIB, T3.

UNE 60079-10. mayo 1,997

Cada zona se presentará conforme a lo que se indica en UNE 60079-10



**Zona 0**



**Zona 1**

Figura nº 5.5. Sombreados para áreas

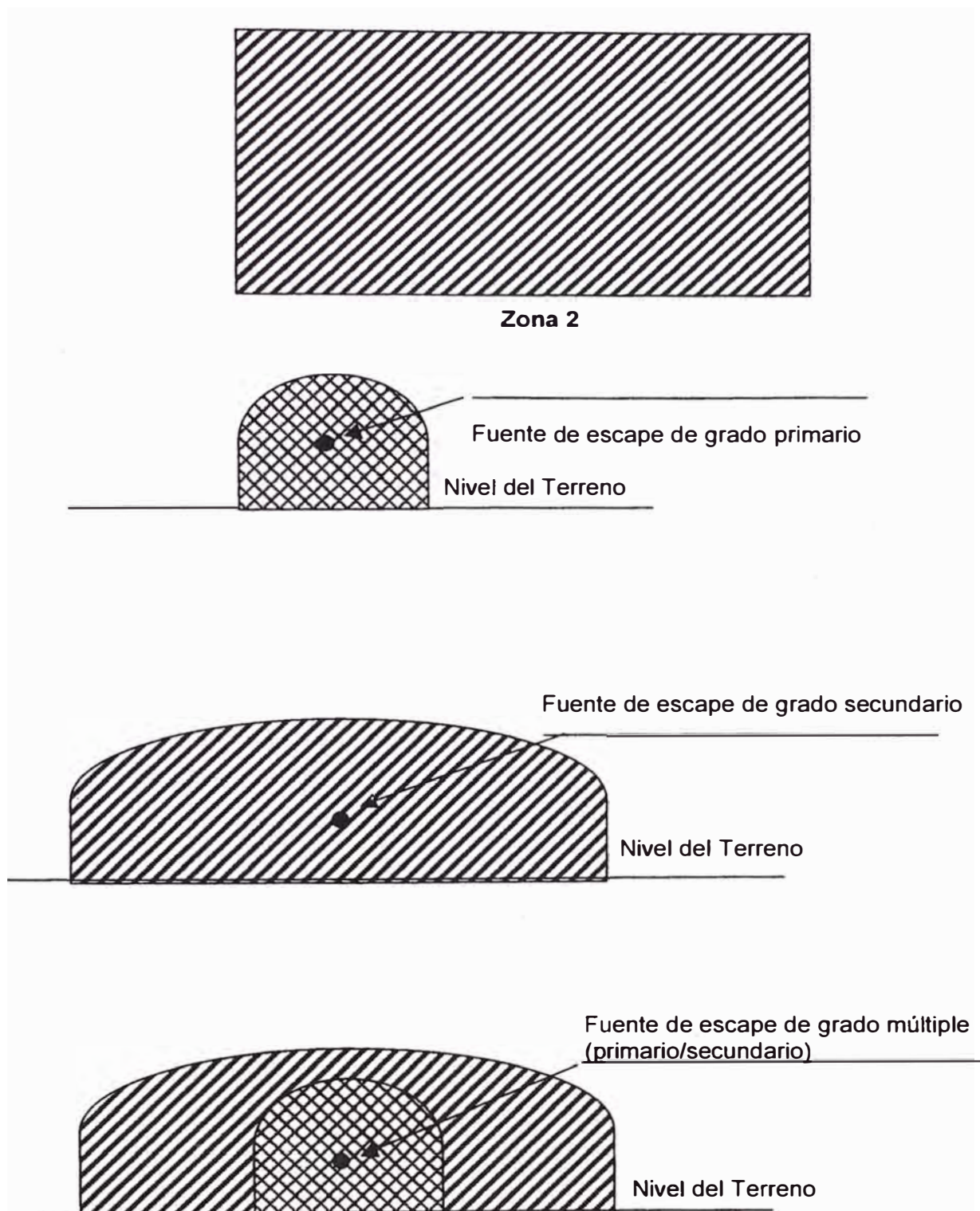


Figura n° 5.6. Ejemplos de sombreado de fuentes de escape

Notas:

1. Estas figuras se refieren a:
  - a. Emplazamientos al exterior
  - b. Fuentes de escape próximas al suelo



2. Ejemplos ilustrativos de clasificación de emplazamientos alrededor de varias fuentes de escape para gases y vapores más pesados que el aire

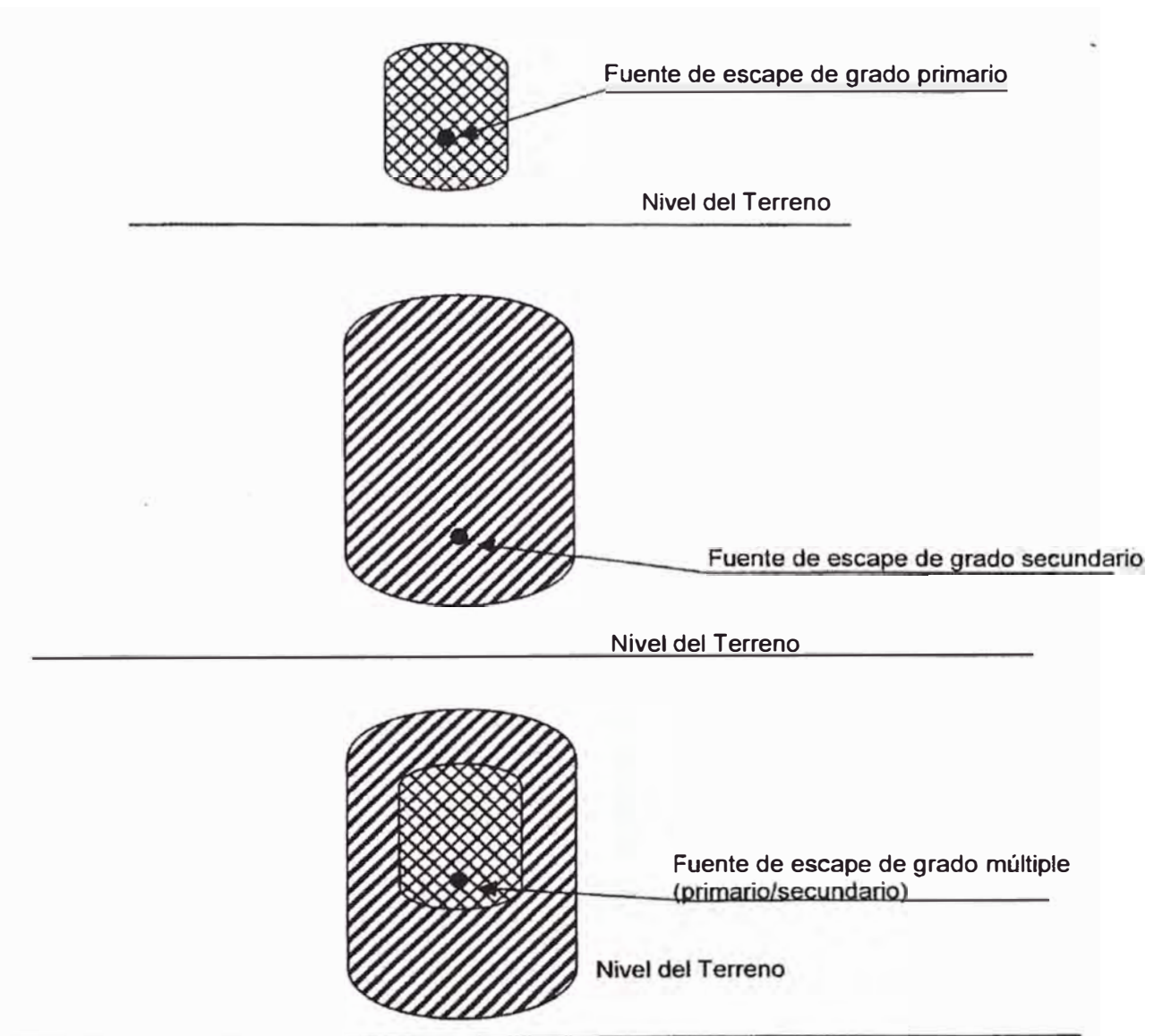
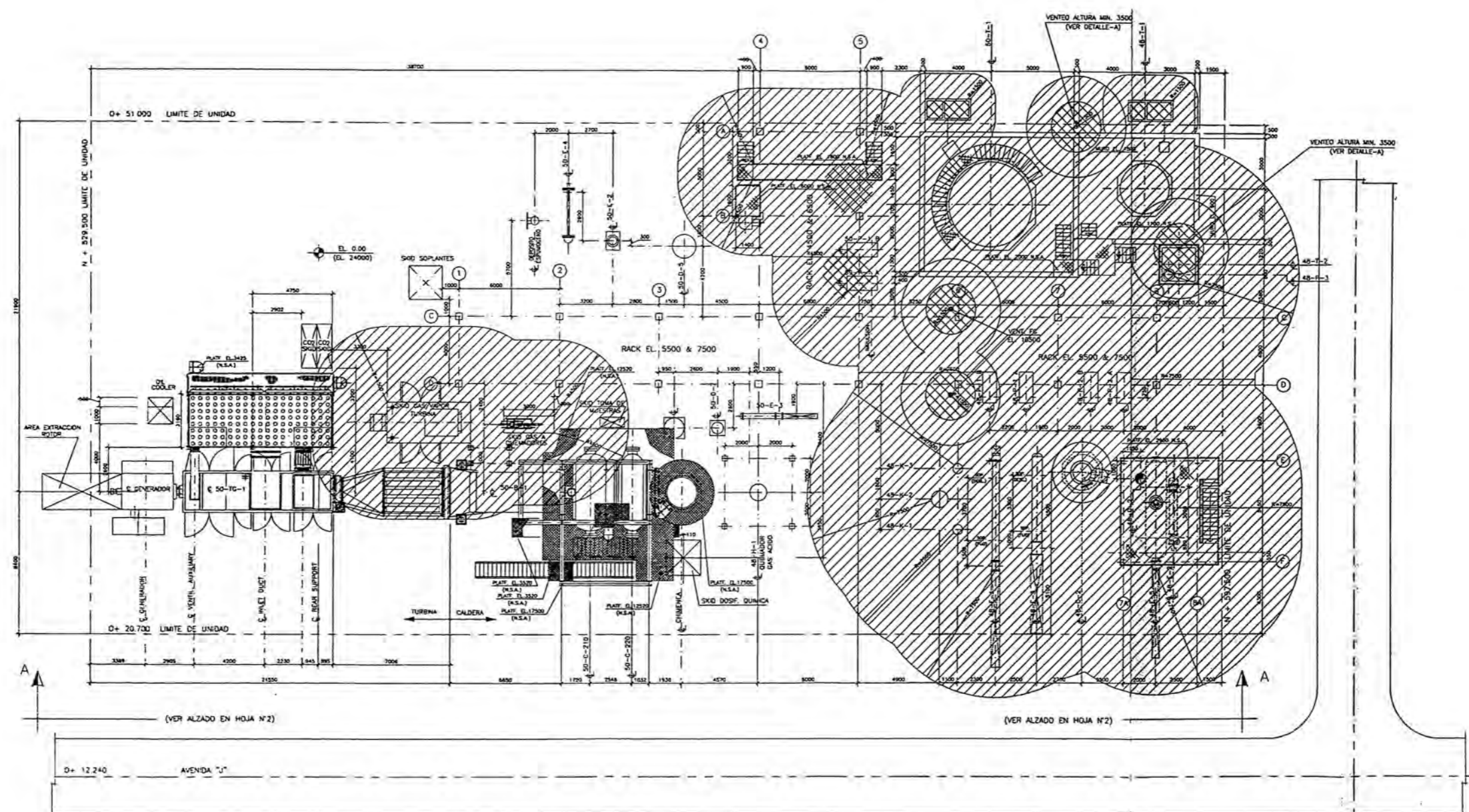


Figura n° 5.7.

Notas:

1. Estas figuras se refieren a:
  - a. Emplazamientos al exterior
  - b. Fuentes de escape por encima del suelo
  - c. Gases sensiblemente más ligeros que el aire
2. Ejemplos ilustrativos de clasificación de emplazamientos alrededor de varias fuentes de escape para gases y vapores más pesados que el aire



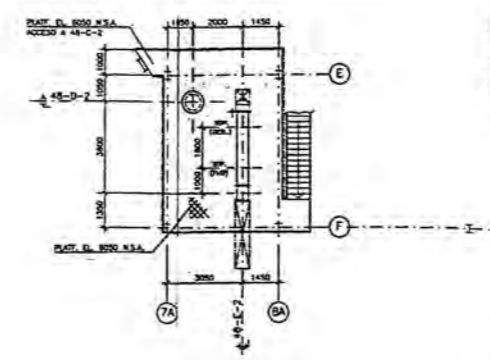
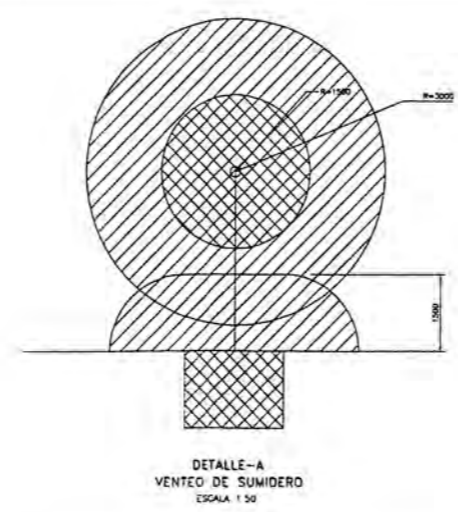
REFERENCIA DE PLANOS		
PLANO NUMERO	NOMBRE	HOJA
48/50-L-RP-0-00-101-A	COORDINACION Y AMINAS - DISPOSICION DE EQUIPOS	1
RP-2000-RP-027-S	PLAT PLAN-RELAPAGA - AREAS PELIGROSAS	1
48/50-L-RP-0-00-122-D	USO DE FUENTES DE ESCAPE - UNIDAD DE AMINAS/COGENERACION	5
48/50-P-RP-0-00-101-A	COORDINACION Y AMINAS - PLANIMETRIA DE TUBERIA ROTINA	1
48/50-P-RP-0-00-102-A	COORDINACION Y AMINAS - PLANIMETRIA DE RED DE TIERRA	1
48/50-P-RP-0-00-103-A	COORDINACION Y AMINAS - PLANIMETRIA DE ALUMBRADO	1

LEYENDA	
	-EMPLAZAMIENTO DE CLASE I DIVISION 1
	-EMPLAZAMIENTO DE CLASE I DIVISION 2

**NOTAS**

1.-) TODOS LOS VENTOS DE ARJETAS CLASIFICAN SEGUN DETALLE "A"

2.-) ESTE PLANO CLASIFICA LAS AREAS PELIGROSAS DE ACUERDO CON LA NORMA API-RP500, SECCION A.



<p>REFINERIA La Pampilla</p> <p>IMITEC DSD</p> <p>UNIDAD DE AMINAS/COGENERACION CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS -PLANTA-</p>	<p>PROYECTO REALIZADO</p> <p>RP-07 COMPROBADO</p> <p>ESCALA 1:100</p> <p>11/02</p>	<p>REV. DESCRIPCION</p> <p>1</p> <p>2</p>
--	--	---

Figura n° 5.8. Plano de clasificación de áreas en Repsol YPF Perú

### **5.5. Procedimientos para clasificar emplazamientos clase II**

Hay una norma CEI 61241-3 del año 1,997 que establece un procedimiento de clasificación de áreas donde hay o puede haber polvo combustible.

Esta norma CEI se encontraba en proceso de revisión hasta el año 2.003 y al borrador se le está denominando CEI 61241-10 con el mismo título. En preparación está la norma EN 50281-3 referente al mismo asunto.

Por tanto el procedimiento que vamos a explicar es el descrito en la norma CEI 61241-3.

Es aplicable a los emplazamientos donde está presente una mezcla explosiva de polvo y aire donde hay capas de polvo.

No es aplicable a

- Minas
- Fabricación y manipulación de explosivos
- Áreas donde el riesgo es debido a la presencia de mezclas combinadas de polvo y aire con mezclas de gases o vapores inflamables. Si la concentración de gases o vapores no supera el 20 % del LIE se puede tratar como mezcla pura de polvo y aire. Por encima de este nivel se requiere un análisis específico de la instalación.

Al contrario de los gases y vapores inflamables los polvos inflamables no tienen por que ser eliminados o evacuados por ventilación o difusión cuando el escape a cesado. Esto supone que la clasificación sea diferente.

Si durante largos periodos o muy frecuentemente se originan nubes de polvos muy diluidas y no explosivas, pueden formarse capas de polvo espesas.

Si se dan unos movimientos bruscos del aire puede originarse una mezcla de polvo y aire explosiva a partir de las capas.

Un depósito de polvo ardiendo puede, consecuentemente, inflamar una nube de polvo si es removido.

Para clasificar una planta o local los pasos a seguir son los siguientes:

- 1º. Analizar las características del material.
- 2º. Localizar los contenedores de polvo o los puntos desde lo que se puede fugar el polvo a la atmósfera.
- 3º. Determinar la probabilidad de que un escape origine una mezcla de aire y polvo explosiva.
- 4º. Evaluar la posibilidad de formación de capas de polvo potencialmente explosivas.
- 5º. Designar el tipo de zona en cada lugar de la instalación.

- 6°. Determinar la extensión de cada zona.
- 7°. Elaborar la documentación necesaria.
- 8°. Ejecutar el plano de clasificación de áreas peligrosas.

#### **5.5.1. Análisis de las características de las sustancias**

En primer lugar habrá que analizar las características del material para determinar:

- El tamaño de las partículas.
- La humedad contenida.
- La temperatura de inflamación en forma de capa.
- La temperatura de inflamación en forma de nube de polvo.
- La resistividad eléctrica para ver si es polvo conductor o no.

#### **Polvo**

Partículas sólidas pequeñas en la atmósfera que se decantan bajo su propio peso, pero que pueden permanecer suspendidas en el aire por algún tiempo (incluye polvo y arenilla tal como se define en la ISO 4225).

#### **Polvo combustible**

Polvo que se puede quemar o arder en el aire y que puede formar mezclas explosivas con el aire a presión atmosférica y a temperatura normal.

#### **Polvo conductor**

Polvo con una resistividad eléctrica igual o menor a  $10^3$  ohm-m.

#### **Temperatura de inflamación de una capa de polvo**

Temperatura mínima de una superficie caliente al que se produce la inflamación de una capa de polvo, de un espesor especificado, sobre la superficie caliente (véase EN50281-2-1).

#### **Temperatura de inflamación de una nube de polvo**

Temperatura mínima de la pared caliente interna de un horno a la que se produce la ignición de una nube de polvo en aire contenida en su interior (véase EN 50281-2-1).

#### **5.5.2. Identificación de los contenedores o fuentes de escape**

Se deben identificar los equipos de producción, las etapas de producción o cualquier otra operación que pueda originar una mezcla explosiva de aire y polvo o crear capas de polvo combustible.

En el interior de los contenedores, el polvo puede no escaparse, pero puede estar formando nubes.

Se debe analizar el interior de los recipientes por que no es lo mismo el interior de un contenedor donde se procesan o almacenan grandes cantidades de productos pulverulentos, como un silo, un molino o un mezclador que el de otro contenedor donde normalmente no existen acumulaciones de polvo.

En el exterior de los contenedores de polvo pueden influir varias circunstancias:

- Que la presión en el interior del sistema (transporte neumático) sea superior a la atmosférica o que sea inferior, en cuyo caso la probabilidad de escapes es muy baja.
- Que las conducciones sean flexibles o rígidas.
- La velocidad de transporte.
- El caudal de polvo que se extraiga.
- El peso y dimensión de las partículas.
- La mezcla contenida, etc.

No se consideran fuentes de escape:

- Las paredes y estructuras de los recipientes a presión ni sus orificios o accesos cerrados.
- Las tuberías y las canalizaciones sin juntas.
- Los prensaestopas de las válvulas, las juntas de las bridas diseñadas adecuadamente para evitar las fugas de polvo.

### **5.5.3. Determinación de la probabilidad de escape de las fuentes**

Si se considera la probabilidad de que un polvo combustible pueda escaparse o removerse, las fuentes de escape deben evaluarse como:

- De grado continuo
- De grado primario
- De grado secundario

En orden decreciente.

Ejemplos de distintas fuentes de escape.

#### **De formación continua de nubes de polvo**

Es una localización en la que existe permanentemente una nube de polvo combustible en el aire o por periodos de tiempo prolongado o cortos tiempos pero frecuentemente.

El interior de equipos de fabricación como silos, mezcladores y molinos en los cuales se manipula polvo o se forma polvo en la fabricación.

#### **De grado primario**

Es un punto del que se espera que se origine una fuga o escape en funcionamiento normal.

El interior de ciertas instalaciones de extracción o las proximidades de los puntos de llenado o vaciado de sacos.

### **De grado secundario**

Es una fuente de la cual no se esperan escapes o fugas durante el funcionamiento normal y si ocurren es de forma infrecuente o durante cortos periodos.

Los accesos o registros que solo se abren ocasionalmente y durante cortos periodos de tiempo y un local de manipulación de productos pulverulentos donde pueden originarse depósitos de polvo.

#### **5.5.4. Evaluación de la posibilidad de formar capas de polvo**

En el interior de un compartimiento donde se manipulan o almacenan productos pulverulentos no puede evitarse la formación de capas finas de polvo por que forma parte del proceso de la fabricación.

Por otro lado, en el exterior si puede controlarse la formación de capas a nivel aceptable. Este nivel aceptable dependerá de las características del polvo y de la temperatura superficial del material eléctrico.

Deben ser clasificados en la mayoría de los casos, los locales donde haya capas conteniendo suficiente polvo para formar una atmósfera explosiva.

Debe tenerse en cuenta que a veces se puede formar una capa por la permanencia de una nube diluida de polvo.

#### **5.5.5. Designación de zonas**

Según la probabilidad de formación de una potencial mezcla explosiva de polvo y aire y de capas de polvo potencialmente explosivas las áreas pueden designarse:

**Zona 20:** es un área en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo en el aire esta presente en forma permanente o en periodos de tiempo prolongado o con frecuencia.

**Zona 21:** es un área no clasificada como zona 20, en la que es probable que aparezca en funcionamiento normal una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo en el aire.

**Zona 22:** es un área no clasificada como zona 21 en la cual una nube de polvo combustible solo aparece de forma infrecuente y si lo hace es por cortos periodos. También comprende aquellos emplazamientos en los que pueden producirse capas de polvo en condiciones anormales y que pueden originar mezclas de polvo en el aire. Dependiendo de cómo se muevan las capas, puede originarse una zona 21.

Si la presencia es en forma de nubes de polvo

Fuentes de Escape:

Continua	zona 20
Primaria	zona 21
Secundaria	zona 22

Si se presenta en forma de capas de polvo de espesor controlado y estas capas son movidas frecuentemente.

Fuentes de Escape:

Continua	zona 21
Primaria	zona 21
Secundaria	zona 21

Si se presenta en forma de capas de polvo de espesor controlado y estas capas raramente son movidas.

Fuentes de Escape:

Continua	zona 22
Primaria	zona 22
Secundaria	zona 22

Ejemplos de designación de zonas

### **Zona 20**

Ejemplos de emplazamientos que puedan originar una zona 20 en el interior de los compartimientos de polvo.

- Tolvas, silos, etc.
- Ciclones y filtros.
- Sistema de transporte de polvo a excepción de algunas partes de las cintas y cangilones.
- Mezcladores, molinos, secadores, equipos de ensacado, etc.
- Exterior del contenedor donde un mal mantenimiento permite la formación de capas de espesor imprevisibles.

### **Zona 21**

Ejemplos de emplazamientos que pueden originar una zona 21.

- Emplazamientos en el exterior de los contenedores de polvo y en las puertas de acceso sometidas a frecuentes aperturas para efectuar operaciones cuando las mezclas interiores están presentes a una presión superior a la atmosférica.
- Emplazamiento en el exterior de los contenedores de polvo en la proximidad de los productos de llenado y vaciado, centros de alimentación, tomas de muestras, estaciones

de descarga de camiones, etc., donde no se han tomado medidas para evitar la formación de mezclas explosivas de polvo y aire.

## **Zona 22**

Ejemplos son:

- Salidas de la descarga de los filtros de bolsa por que en caso de un eventual mal funcionamiento pueden originar una atmósfera explosiva.
- Localizaciones próximas a equipos que se abran infrecuentemente o sistemas de los que por experiencia se sabe que pueden originarse fugas.
- Almacenamiento de sacos conteniendo polvo. La rotura de sacos puede originarse durante la manipulación.
- Emplazamientos que normalmente son clasificados como zona 21 pueden convertirse en zona 22 cuando se adoptan medidas para evitar la formación de atmósferas explosivas. Por ejemplo una exhaustiva ventilación en puntos de llenado y vaciado de sacos.
- Emplazamientos donde se forman capas controladas pero es poco probable que se pueda originar una atmósfera inflamable, aunque estas capas contengan cantidad suficiente para formar la atmósfera explosiva. Si las capas se retiran por limpieza antes de que se forme la atmósfera explosiva, el emplazamiento puede considerarse seguro.

Las capas de espesor imprevisto sólo se encuentran en el interior de los compartimientos, ya que en el exterior se supone que se adoptan medidas contra la acumulación.

### **5.5.6. Determinación de la extensión de las zonas**

En la extensión de las zonas influye el tamaño de las partículas.

## **Zona 20**

La extensión de la zona 20 es la siguiente:

Todo el interior de los equipos que producen y manejan polvo en los que una mezcla explosiva está presente continua o frecuentemente.

Todo el interior de los contenedores de polvo donde se pueden formar capas de polvo de espesor imprevisible y excesivo.

El exterior de un compartimiento donde continuamente haya una mezcla explosiva de polvo y aire, debe clasificarse como zona 20. Esta situación es inaceptable en zonas de trabajo. La aparición de una zona 20 en áreas de trabajo debido a la presencia de capas de polvo imprevisible o excesivo debería evitarse con un mantenimiento adecuado.

## **Zona 21**



En la mayor parte de los casos la extensión de la zona 21 puede ser definida evaluando las fuentes de escape respecto al medio ambiente, si ocasionalmente se pueden originar mezclas de aire y polvo explosivas o capas de polvo peligrosas o ambas a la vez. La extensión es la siguiente:

El interior de un equipo de manipulaciones de polvo donde la mezcla explosiva es probable que ocurra.

En el exterior, en los alrededores de una fuente de escape, dependerá de varios parámetros, tales como las cantidades de polvo, el tamaño, y la humedad del producto. Conviene que esta zona sea pequeña.

- Una típica fuente de escape normalmente no creará una mezcla explosiva que se extienda mas de 1 metro del perímetro de la fuente (por ejemplo, un acceso abierto) y una extensión vertical hasta el suelo.
- No obstante una fuente de escape puede originar capas de polvo de dimensiones más extensas. En este caso la extensión de la zona es la extensión de las capas.
- Cuando la propagación de los polvos está limitada por un obstáculo, pared, etc., su superficie se puede considerar como límite de zona.
- En este caso de emplazamiento situados en el exterior de un edificio, el límite de la zona 21 puede ser reducido por razones de los agentes atmosféricos. Normalmente un emplazamiento de 1 metro alrededor de la fuente de escape es suficiente.

## **Zona 22**

En la mayor parte de los casos de extensión de la zona 22 puede ser definida evaluando las fuentes de escape con relación al entorno, si se ocasionan mezclas explosivas, capas peligrosas o ambas a la vez.

La extensión de un emplazamiento alrededor de una fuente de escape depende de varios parámetros, como la cantidad, tamaño y humedad.

En general la zona tendrá horizontalmente una anchura de 1 metro alrededor de la fuente de escape y se extenderá hasta el suelo. Si como consecuencia del escape se originaran capas de mayor extensión la zona 22 coincidirá con la capa.

Un obstáculo puede limitar la extensión de la zona.

Una zona 21 no confinada, es decir, no limitada por estructuras metálicas, tal como un recipiente con orificios abiertos puede originar una zona 22 a su alrededor. Esto es debido a la formación de capas.

En el caso de los emplazamientos situados en el exterior de un edificio la extensión de la zona 22 puede reducirse por los efectos del viento y de la lluvia.

#### **5.5.7. Documentación plano clasificación de áreas**

Es recomendable que la clasificación de los emplazamientos sea realizada de tal manera que estén documentados los diferentes pasos que conducen a la clasificación final.

Conviene que se citen las referencias utilizadas. Ejemplos de tales informaciones o métodos utilizados podrían ser:

- Recomendaciones de códigos y normas aplicables.
- La estimación de la dispersión de polvo desde las fuentes de escape.
- Los parámetros de fabricación que influyen en la información de mezclas y capas.

Deben registrarse los resultados de la clasificación así como las modificaciones posteriores.

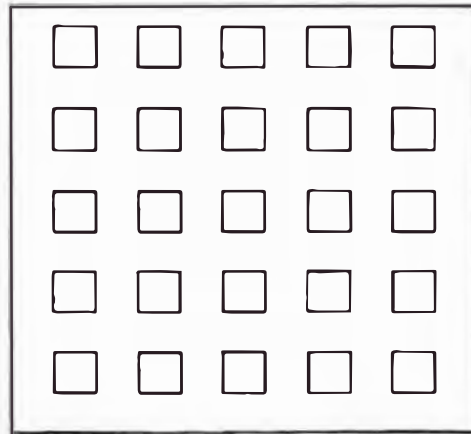
Conviene que sean listadas las propiedades de todos los materiales presentes en la instalación. Esta información debe incluir la temperatura de inflamación en nubes y capas, los límites de explosividad, la resistencia eléctrica, la humedad y el tamaño de las partículas.

#### **5.5.8. Plano de clasificación de áreas**

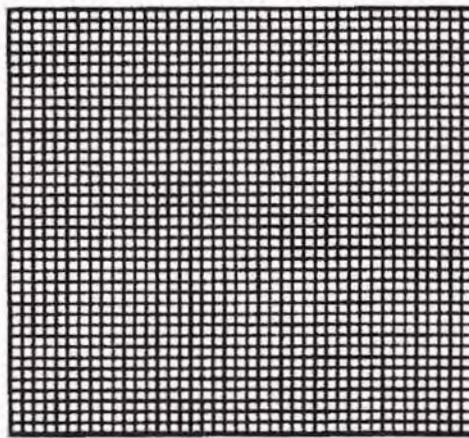
Los planos incluirán vistas en planta y de frente, según el caso, que muestran la extensión de las zonas, las temperaturas de inflamación y por consecuencia las clases de temperatura.

Incluirá información relevante tal como:

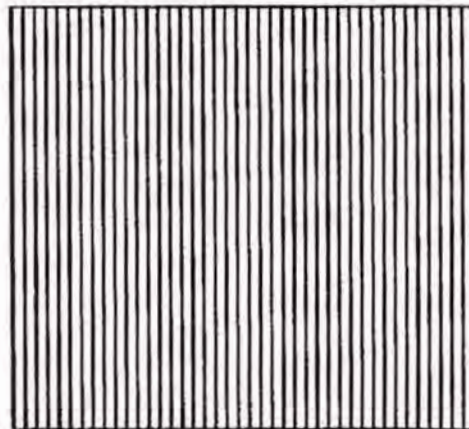
- La localización e identificación de las fuentes de escape.
- Información sobre el mantenimiento y otras medidas consideradas en la realización de la clasificación.
- Métodos para el mantenimiento y revisión periódica de la clasificación así como la revisión cuando los materiales, los métodos y los equipos cambian.
- Lista de la distribución y la clasificación.
- Las razones de las decisiones tomadas para establecer la extensión de las zonas.



ZONA 20



ZONA 21



ZONA 22

Figuras nº 5.9. Los símbolos de los sombreados de Identificación de zonas de Clase II

### **5.6. Procedimiento para clasificar emplazamientos clase III**

Este tipo de clasificación no es aplicable a los emplazamientos de una Refinería de crudo de Petróleo, por lo que solo realizaremos una breve descripción.

Las fibras son sustancias orgánicas de tamaño reducido, sólidas, secas y según su nombre indica, de longitud predominante. Algunos ejemplos de estos emplazamientos pueden ser:

- Plantas de fabricación y procesamiento de fibras combustibles.
- Plantas desmotadoras de algodón
- Plantas de procesamiento de lino
- Plantas de textiles de rayón, algodón, lino, yute, sisal, cáñamo, cacao, miraguano, etc.
- Talleres de confección
- Carpinterías

Para la extensión de zonas de clase III, solo se tendrá en consideración la peligrosidad, sin tener en cuenta la ventilación del local.

## **CAPITULO VI**

### **CONSIDERACIONES DE LA CARGA ESTÁTICA EN ÁREAS CON PRESENCIA DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS**

#### **6.1. Protección frente a la electricidad estática como fuente de inflamación**

Es este un tema de la seguridad industrial poco familiar para el diseñador de plantas químicas y petroleras. Ello y su importancia como fuente de peligro hace que sea oportuno tratarlo aquí con cierto detalle.

Cuando dos materiales están en estrecho contacto físico y más aún si entre ambos hay movimiento relativo con fricción, se produce una cesión de electrones de uno (que se descarga) a otro (que se carga). Si a continuación se separan habrá entre ellos una diferencia de potencial, parecida a la que existe entre las armaduras de un condensador eléctrico cargado, y que puede alcanzar un valor importante. Cuando existe un medio conductor entre los materiales cargados se restablece la situación neutra inicial mediante una descarga eléctrica que efectúa la transferencia electrónica contraria a la inicial. Si el medio interpuesto es poco conductor (el aire, por ejemplo). La carga o diferencia de potencial suficiente y la distancia entre elementos cargados suficientemente pequeña, la descarga ocurrirá mediante chispa. Si tal chispa es de energía suficiente, puede actuar como fuente de inflamación de una mezcla gaseosa inflamable que esté presente. Tal es el mecanismo de los accidentes originados por la electricidad estática en la industria.

El origen de la carga estática es mayor en la fricción de uno, ó dos, materiales poco conductores, como se verá mas tarde, por que se carga con facilidad y se descarga con dificultad. Ejemplos de mecanismos para la generación y acumulación de carga estática son:

- a) Circulación de fluidos (líquidos, gases, nieblas, polvos suspendidos, etc.) por tuberías, filtros, rodets, boquillas, etc.

- b) Formación y desplazamiento de gotículas de un líquido en el seno de otro o chocando contra un sólido.
- c) Movimiento de correas, cintas transportadoras y otros elementos sólidos.
- d) Movimiento de vehículos con ruedas aislantes.
- e) Movimiento de personas con suelas aislantes.

Las diferencias de potencial creadas en casos tales pueden ser de millares de voltios.

Ya se ha mencionado la semejanza entre un sistema cargado con electricidad estática y un condensador eléctrico cargado. Por ello se puede aplicar al primero la ecuación de energía del segundo:

$$E = \frac{1}{2} CV^2 \quad (6.1.)$$

Siendo:

E= energía acumulada (y dispuesta para descarga en chispa si las condiciones son adecuadas) (julios).

C= capacidad eléctrica del sistema o del condensador (faradios).

V= diferencia de potencial (voltios).

En los estudios de electricidad estática es frecuente la expresión de E en milijulios, de C en  $\mu$  faradios y de V en voltios. En tal caso, la ecuación pasa a ser:

$$E = \frac{1}{2} CV^2 \times 10^{-9} \quad (6.2)$$

La chispa salta cuando se rebasa la capacidad disruptiva del aire (3.000 voltios/mm). La capacidad de que una chispa actúe como fuente de ignición depende de la energía desarrollada por aquélla. La experimentación ha demostrado que bastan 0,25 mili julios para producir la ignición de mezclas formadas por aire y vapores de hidrocarburos saturados. Tales valores de capacidad disruptiva y energía dan lugar a la cuantificación de los ejemplos que muestra la tabla:

Tabla N° 6.1. Ejemplos de cuantificación de la capacidad disruptiva y energía

Caso	Potencial (voltios)	Capacidad eléctrica $\mu$ faradios	Distancia (mm)	Efectos y observaciones
A	350	4.000	0,12	Voltaje mínimo para una distancia mínima medible. El efecto de extinción de la chispa impide la inflamación.
B	1.500	222	0,50	Umbral para anulación del efecto de extinción y para la generación de chispas inflamantes.
C	5.000	20	1,66	Visto chispas, por descarga estática del cuerpo humano al andar sobre alfombras de fibra artificial, entre llave y cerradura metálicas.
D	10.000	5	3,33	Objeto cargado del tamaño de una pelota de tenis.
E	20.000	1,25	6,67	Objeto cargado del tamaño de una canica grande.

Hasta ahora hemos tratado de la carga y de la chispa posible entre dos cuerpos o materiales. Desde el punto de vista eléctrico puede considerarse que la tierra es un “depósito” de electrones capaz de cederlos o tomarlos de un cuerpo cargado. Ello determina:

- La capacidad de soltar chispas entre materiales cargados y la tierra o cuerpos conectados eléctricamente a la misma.
- La posibilidad de descargar cuerpos mediante conexión eléctrica a tierra.

Otro efecto de la carga estática es el que tiene sobre el cuerpo humano cuando aquella se descarga a través del mismo.

La capacidad que tienen ciertos líquidos de generar y acumular electricidad estática (al fluir por tuberías, reducciones, bombas, filtros, etc.) depende de su conductividad eléctrica. Esta variable se refiere a la facilidad para disipar la electricidad estática una vez que ésta se ha generado por fricción. Para medirla se suele utilizar su inversa, que es la resistividad (1/conductividad).

Se da la confluencia de dos fenómenos:

- capacidad de generar carga estática.
- capacidad de disiparla o no. Por ello se define un rango de resistividad de las sustancias ( $10^{10}$  -  $10^{15}$  ohmios  $\times$  cm.) dentro del que éstas se presentan el peligro de generación y

acumulación de carga electrostática en medida crítica (véase la siguiente tabla: se han destacado los líquidos en dicho rango).

Tabla nº 6.2. Resistividad de líquidos dentro de estas presentan peligro de acumulación de carga estática.

<b>Líquido</b>	<b>Resistividad en ohmios – cm.</b>
Acetaldehído	$5,9 \times 10^5$
Ácido acético	$8,9 \times 10^8$
Anhídrido acético	$2,1 \times 10^6$
Acetona	$1,7 \times 10^7$
Benceno	$1,3 \times 10^7$
Acetato etílico	$1,0 \times 10^9$
Alcohol etílico	$7,4 \times 10^8$
Heptano	$1,0 \times 10^{13}$
Hexano	$1,0 \times 10^{18}$
Acetato metílico	$2,9 \times 10^5$
Alcohol metílico	$2,3 \times 10^6$
Metil-etil-cetona	$1,0 \times 10^7$
Alcohol de n-butilo	$1,1 \times 10^8$
Alcohol de n-octadecilo	$2,8 \times 10^{10}$
Alcohol de n-propilo	$5,0 \times 10^7$
Ácido sulfúrico	$1,0 \times 10^2$
Tolueno	$1,0 \times 10^{14}$
Agua	$2,5 \times 10^7$

Ello no obstante, las impurezas modifican de manera importante la resistividad de las sustancias, por lo que, por prudencia, conviene no tomar el rango y la tabla citados como base para excluir el peligro. También hay que considerar situaciones de ignición cruzada, en las que un producto aparentemente inocuo (por ejemplo, alquil-benceno lineal, no inflamable) genera acumulación de carga estática (y chispa) y otro inflamable (que se manipula cerca o a continuación) se incendia.



Cuadro N° 6.1. Energía por carga estática acumulada y su efecto

Energía (julios)	Efecto
0,002	Perceptible
0,010	Claramente perceptible
0,250	Choque severo
10,000	Posiblemente letal

Existen varias formas de eliminar la acumulación de carga estática:

- a) Mediante “puenteo” o conexión eléctrica entre las superficies que se cargan:
  - Humidificación del aire por encima de un 70 por 100 de humedad relativa.
  - Neutralización eléctrica mediante un campo eléctrico de alto voltaje.
  - Ionización del aire mediante llama o material radiactivo.
- b) Mediante conexión (puesta) a tierra de las superficies que se cargan:
  - Conexión eléctrica fija (instalaciones, equipo, estructuras) o temporal (vehículos) a una red conductora que termina en una pica introducida en la tierra o en el mar.
  - Recolección de cargas desde elementos móviles (correas de transmisión, telas y papeles en bobinas, etc.), mediante peines o colectores estáticos que, a su vez, están conectados a una red de puesta a tierra como la que se ha citado antes.

Para los efectos de los proyectos que nos ocupan interesan más los medios citados en b). En general, se trata de conectar las partes que puedan cargarse electrostáticamente entre sí y a tierra mediante conductores con una resistencia eléctrica máxima de un megaohmio. Otra precaución está en permitir, antes de desconectar la puesta a tierra de un vehículo, un tiempo de relajación (disipación de la carga mediante la puesta a tierra) de 1-2 minutos. Aunque hemos dedicado nuestra atención preferentemente a los líquidos, no se debe olvidar la capacidad de los polvos para generar nubes inflamables.

A continuación vamos a ver algunos casos de problemas y soluciones que puedan presentarse en nuestros proyectos:

### 1) Circulación de líquidos por tubería

Se limita la velocidad de circulación por tubería a:

$$Vd \leq 0,5 \quad (6.3.)$$

Donde:

V= velocidad lineal del líquido (m/seg.)

d= diámetro de la tubería (m)

Y que nunca se exceda la velocidad de 7 m/seg.

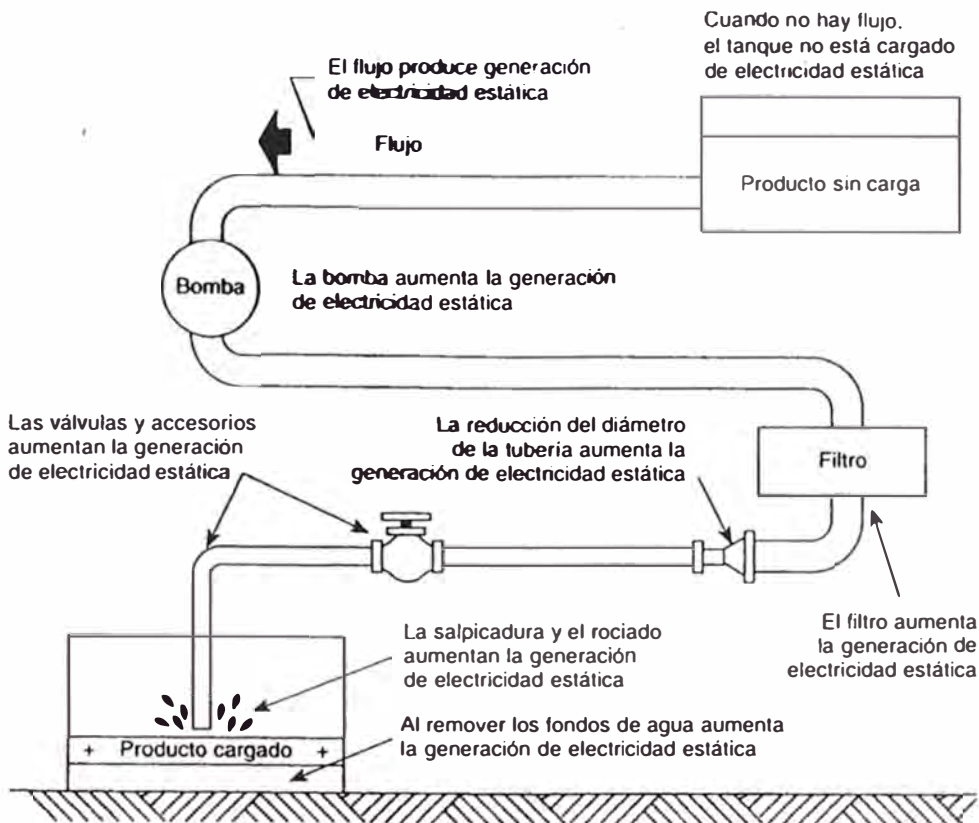


Figura nº 6.1. Circuitos posibles de creación de cargas estáticas

## 2) Llenado de bidones

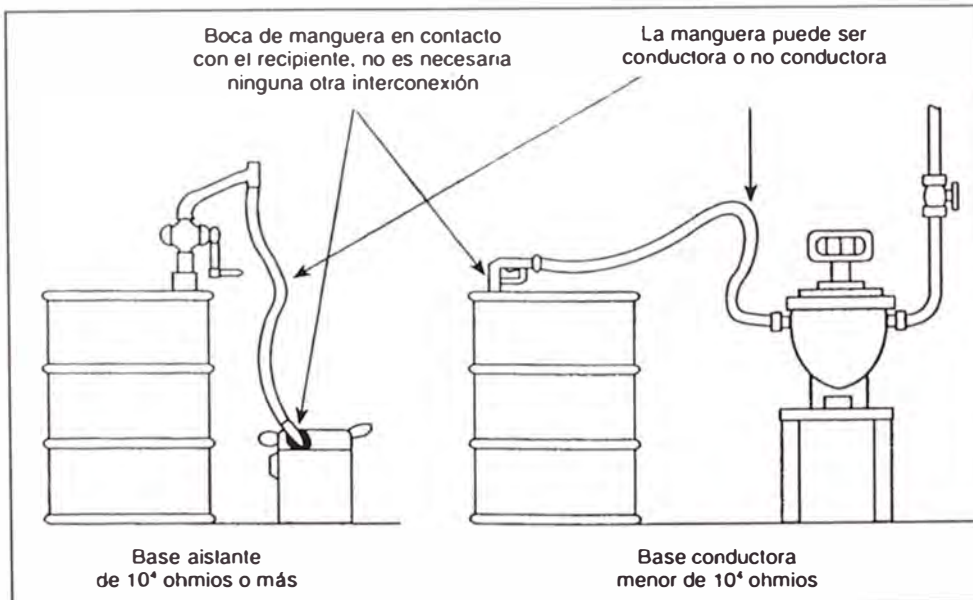


Figura nº 7.2. Trasvase de líquidos entre bidones

Es necesario el empleo de un cable de interconexión, excepto cuando los recipientes están ya interconectados de por sí o cuando el sistema de llenado está siempre en contacto metálico con el recipiente receptor durante la operación de carga.

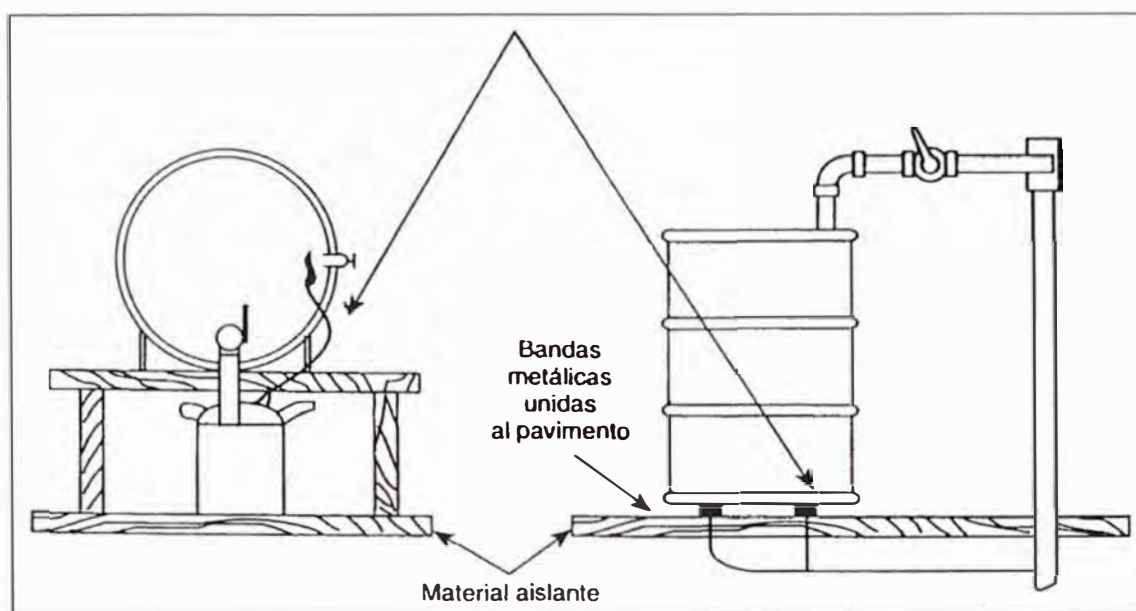


Figura n° 6.3. Protección de Sistemas Eléctricos

### Recipientes conductivos

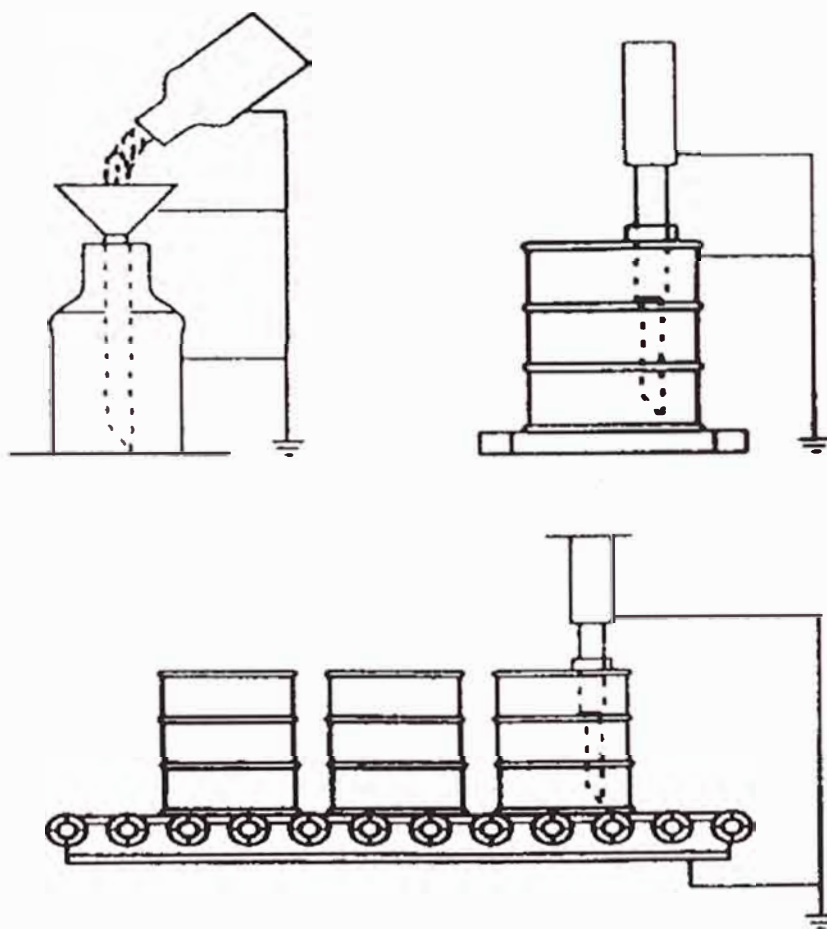


Figura n° 6.4. Electricidad estática en llenado y vaciado de líquidos inflamables o de bidones y envases pequeños; máximos 1.000 litros.

### 3) Llenado de cisternas

Es conveniente incluir en estas instalaciones un sistema detector de puesta a tierra que, en caso de desconexión fortuita o mal contacto, accione una alarma y detenga la operación (enclavamiento con la bomba y la válvula de carga).

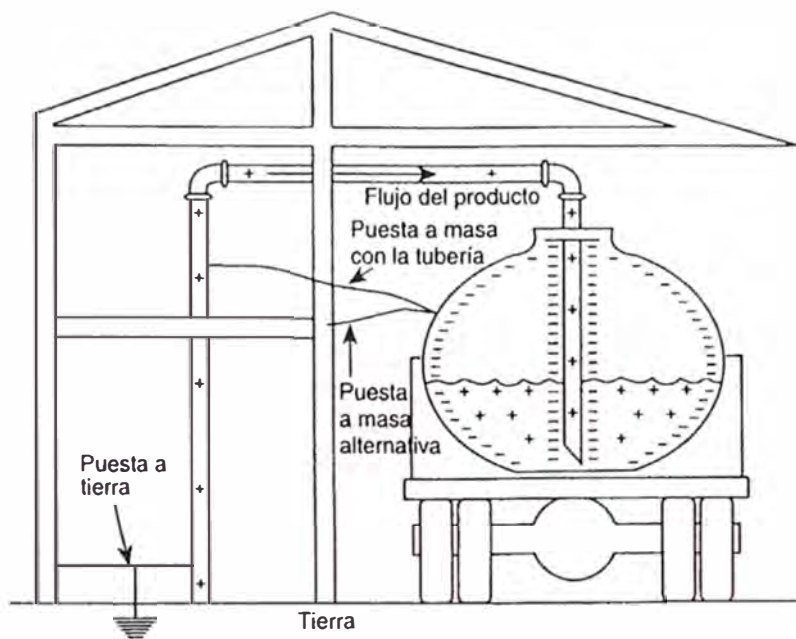


Figura nº 6.5. Conexiones necesarias para el llenado de cisternas por la parte superior.

### 4) Operación de reactores con agitación

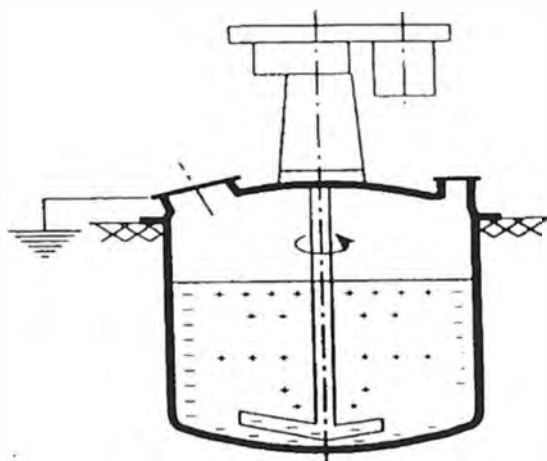


Figura nº 6.6. Generación y puesta a tierra en un reactor de tanque agitado.

## 5) Carga de reactores

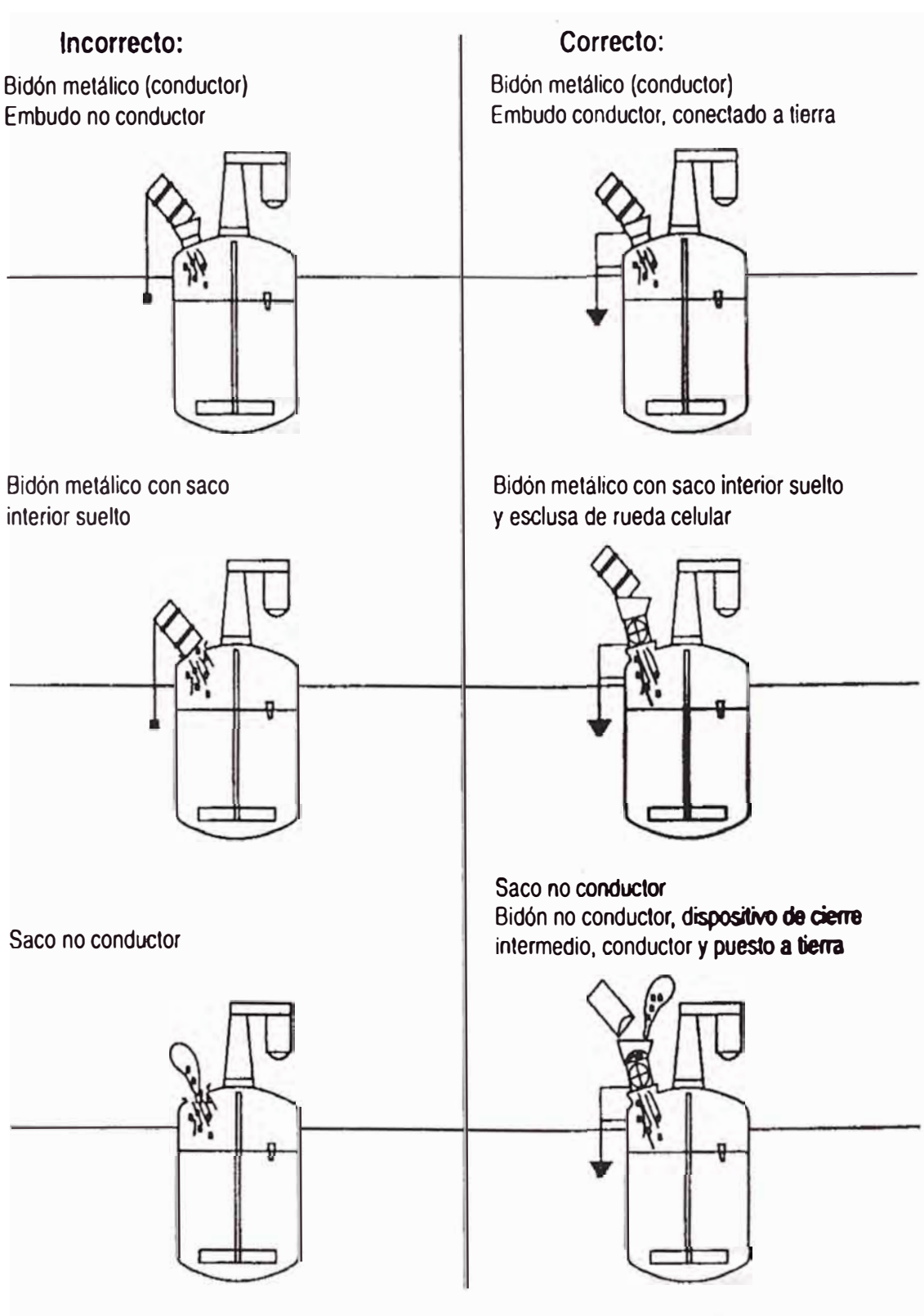


Figura nº 6.7. Situaciones relacionadas con la carga de reactores de tanque agitado.

## 6) Varios

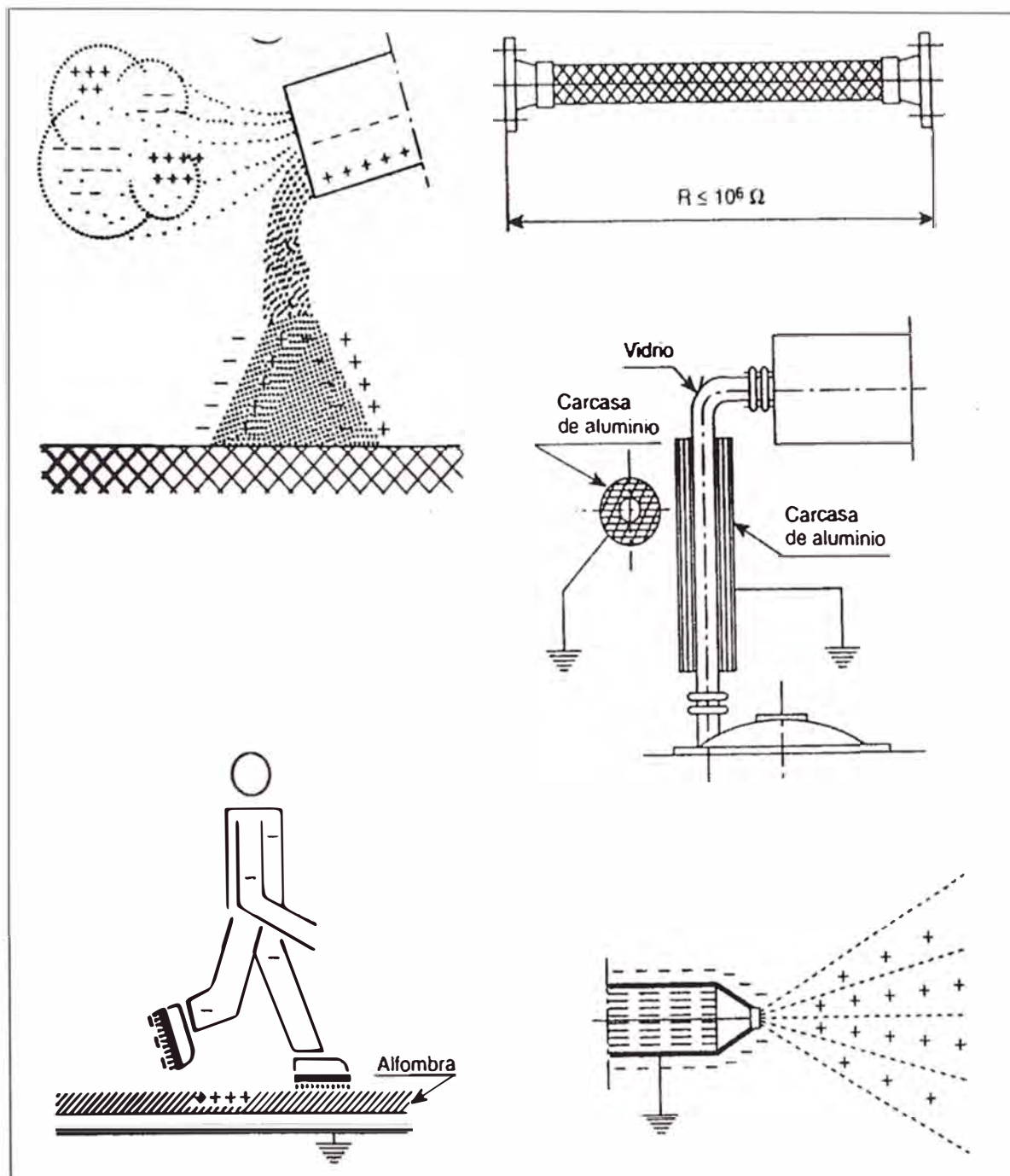


Figura nº 6.8. Varias situaciones en que se genera carga estática, así como algunos remedios.

## 6.2. Generalidades según NFPA 77

Sabemos las diferentes forma de formación de cargas eléctricas estáticas y el fenómeno de la descarga eléctrica a través de un material conductor o medio dieléctrico.

En muchas industrias particularmente en aquellas donde se manipulan materiales combustibles, la electricidad estática puede causar fuego o explosión.

Todo material, sea sólido o fluido, están compuestos de arreglos de átomos.

Los átomos están compuestos de carga nuclear positiva, rodeado por electrones de carga negativa. Los átomos pueden ser considerados eléctricamente neutra en su estado normal, significa que a igual carga positiva y negativa presente. Los electrones en movimiento mas su carga portadora están asociadas con la electricidad estática.

En materiales conductores de electricidad, como los metales, los electrones pueden moverse libremente. En aquellos materiales aislantes los electrones están mas fuertemente atraídos al núcleo del átomo y no son de libres al moviendo (gases no conductivos, caucho, resinas plásticas, etc).

Típica generación de carga por movimiento de volumen de materiales aislantes.

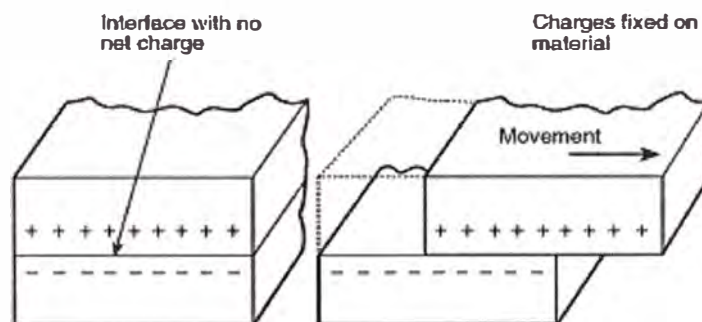


Figura nº 6.8. Generación de carga por movimiento de un cuerpo aislante

Generación de carga estática por atomización

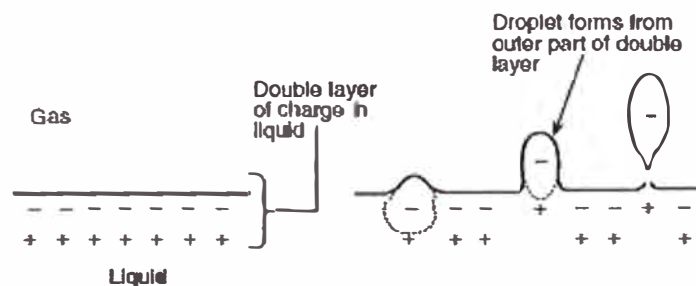


Figura nº 6.9. Generación de carga por atomización

### Acumulación de carga estática:

La electricidad estática puede acumularse cuando la razón en que la separación de las cargas excede la razón de recombinación de cargas.

Se debe realizar mucho trabajo para separar las cargas, y de allí la tendencia para que las cargas retornen a su estado neutral. La diferencia de potencial, entre uno y otro punto es el trabajo por unidad de carga tal que tiene que mover la carga desde un punto a otro, este trabajo depende de la geometría física particular del sistema, y puede ser expresada por la siguiente ecuación:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (6.4.)$$

Ejemplos típicos de acumulación de cargas:

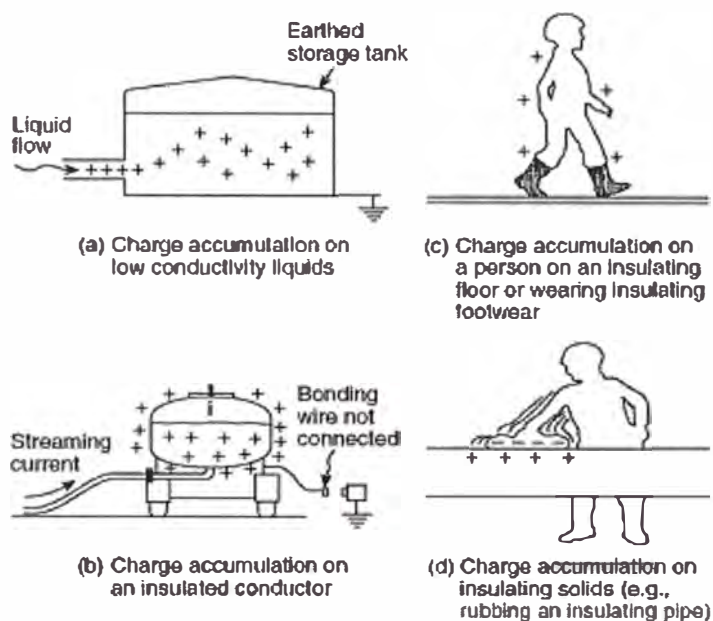


Figura n° 6.10. Ejemplos de acumulación de carga

La separación de cargas no debe ser un peligro de fuego o explosión.

Debe haber una descarga o súbita recombinación de la carga separada, pasar a un peligro de ignición. Una de la mejor protección para la descarga de la electricidad estática es un conductor o semiconductor que permita el paso controlado de la recombinación de cargas.

En fenómenos eléctricos estáticos, las cargas son separadas por una barrera resistiva semejante aun gap de aire o aislamiento entre el conductor o por el aislamiento propio de los materiales presentes en las operaciones de procesos. En muchas aplicaciones, particularmente en aquellos donde los materiales presentes en los procesos son aisladores de cargas (no conductores), no es fácil de medir las cargas o su diferencia de potencial.

Cuando ocurre una recombinación de cargas a través de un camino que tenga una resistencia eléctrica el proceso de ganancia es una razón finita  $t/\tau$  y es descrito por la



relajación de tiempo o tiempo de decaimiento de carga,  $\tau$ . Este proceso de relajamientos típico exponencial y esta expresado por la siguiente relación.

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-t/\tau} \quad (6.5.)$$

La razón de recombinación de carga depende de la capacitancia del material y de la resistencia y es expresada de la siguiente manera:

$$\tau = RC \quad (6.6.)$$

Donde:

$\tau$  = constante de tiempo (segundos)

t = tiempo transcurrido (segundos)

e = 2.718 (base del logaritmo natural)

$Q_0$  = carga origina de separación (coulombs)

$Q_t$  = Carga remanente en el tiempo (coulombs)

R = resistencia (ohms)

C = Capacitancia (farads)

Para un volumen de inmaterial el tiempo de relajación, viene expresado muchas veces en términos del volumen de la resistividad eléctrica del material y la permitividad eléctrica de la siguiente manera:

$$\tau = \rho \cdot \epsilon \epsilon_0$$

$\rho$  = Resistividad (Ohm- metro)

$\epsilon \epsilon_0$  = Permisividad eléctrica (farads por metro)

Ejemplos de generación de cargas en líquidos:

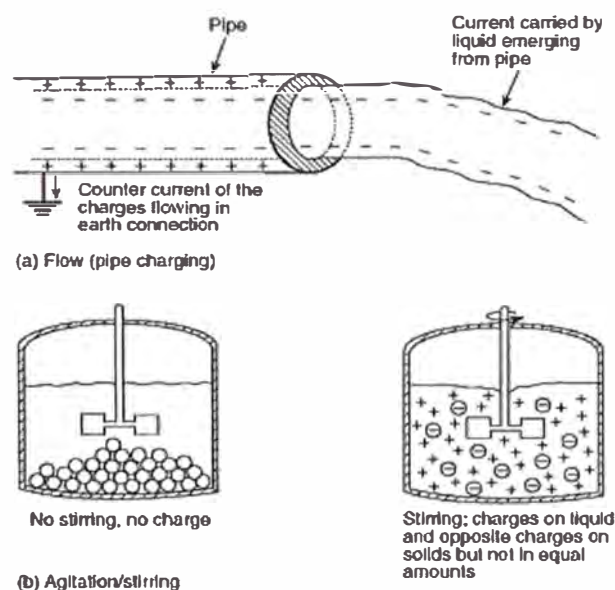


Fig. 6.11. Casos de generación de cargas

### **6.3. Normas y reglamentación**

#### **6.3.1. El Código Nacional de Electricidad**

#### **6.3.2. Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos**

- En el capítulo IV – Instalaciones Eléctricas desde el artículo 50 hasta el 59

Referente a la electricidad estática se toma como referencia a NFPA-77

## **CAPITULO VII**

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MATERIALES ELECTRICOS PARA AREAS CLASIFICADAS**

#### **7.1. Reglamentación**

Estas instalaciones, además de los requisitos exigibles a las áreas no peligrosas, deben cumplir los requisitos de los siguientes documentos:

- Código Nacional de Electricidad
- Reglamentos de normas para la refinación y procesamiento de hidrocarburos
- Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos.

#### **7.2. Criterios en la selección del material para instalaciones clase I**

Una vez realizada la clasificación de áreas, determinada la temperatura de ignición de los gases o vapores y definido del subgrupo correspondiente a la sustancias presentes, la selección del material se realizará considerando los siguientes aspectos:

**La peligrosidad de cada emplazamiento será:**

- Zona 0
- Zona 1
- Zona 2

#### **La clase de temperatura requerida**

El material eléctrico debe seleccionarse de forma que su temperatura superficial máxima no alcance la temperatura de ignición de cualquier gas o vapor que pueda estar presente.

A estos efectos del material será:

1°. Clasificado de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla n° 7.1. Clasificación de acuerdo a la temperatura de ignición

Clase de temperatura	Temperatura de ignición máx.
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	105
T6	85

2°. Definido por el valor real de la temperatura superficial máxima.

3°. Definido por un gas o vapor específico para el que se ha previsto.

Cuando el material eléctrico se diseña para su empleo en un rango de temperaturas distinto al comprendido entre  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se indicará en el marcado con el rango especial o con el símbolo “X”

### El grupo o subgrupo de material

Todo el material debe de pertenecer al grupo II, por que nos estamos refiriendo a instalaciones en superficie.

De acuerdo a las sustancias presentes en la instalación habrá que determinar el subgrupo exigible a los materiales eléctricos, eligiendo entre IIA, IIB, y IIC.

En los modos de protección “d”, “i”, “nC”, y “nL” debe indicarse el subgrupo en función del gas o vapor presente.

Los grupos de explosión IIA, IIB, o IIC se definen a partir del intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS) para “d” y “nC” y a partir de la relación de corriente mínima de ignición (CMI) para “i” y “nL”.

Para el resto de los modos de protección no es necesaria esta clasificación.

### Los subgrupos son:

- Subdivisión IIA ( hidrocarburos) El material puede ser IIA, IIB o IIC.
- Subdivisión IIB (etileno) El material puede ser IIB o IIC.
- Subdivisión IIC (hidrógeno y acetileno) El material debe ser IIC.

### Influencia externa

El material debe protegerse contra influencias externas, por ejemplo, químicas, mecánicas, vibraciones, térmicas, eléctricas, humedad, etc.

#### 7.2.1. Selección de material para zona 0

Los materiales deben seleccionarse de acuerdo al código nacional de electricidad y los reglamentos que para ello se tienen emitidas.

Las instalaciones se solicitan con un alto nivel de seguridad, considerando las condiciones ambientales específicas, las solicitaciones térmicas, mecánicas, química, eléctricas, los fenómenos electrostáticos y los efectos de corrosión.

Solo se admiten:

Materiales de seguridad intrínseca con categoría “ia”. Dispondrá de su certificado de conformidad y su correspondiente marcado.

Materiales especialmente diseñadas para ser utilizadas en zona 0. Deberán disponer de su certificado de control emitido por un laboratorio internacional, que el Perú debería tenerlo incluido en el reglamento.

Las instalaciones de seguridad intrínseca deben realizarse de acuerdo a las exigencias de los propios materiales, pudiéndose aplicar otra regla complementaria específica para zona 0 si la hubiera.

Hay que considerar las descargas atmosféricas y las diferencias entre los potenciales de tierra.

#### **Conforme a la directiva 1,999/92/CE (ATEX 137)**

Establece que este tipo de instalaciones deberán cumplir las medidas organizativas y los criterios de elección de materiales de la Directiva.

Lo que es lo mismo:

Las disposiciones mínimas: formación, documento de protección, planos, etc, a partir de su puesta en funcionamiento para todas las instalaciones nuevas y para las ampliaciones de las existentes, además de elaborar un proyecto al respecto las áreas con presencia de atmósfera explosiva. Esta directiva obliga a los empresarios a elaborar documento muy parecidos a un manual de operación donde incluye el listados de los equipos involucrados en las áreas clasificadas así como sus respectivas certificaciones.

#### **Exigencias según normas y directivas Europeas**

Los equipos serán de acuerdo a las Normas y Directivas internacionales, ATEX 100.

En la zona 0 se deberán utilizar aparatos, sistemas de protección y componentes de Categoría 1.

Aplica a materiales eléctricos y no eléctricos.

Son aparatos con un nivel de protección muy alto.

Deben asegurar el nivel de protección requerido, aún en caso de una avería.

Si falla un medio de protección debe existir un segundo que asegura la protección.

Garantizan la temperatura máxima de superficie indicada en el peor de los casos.

La apertura de diferentes partes sólo será posible en ausencia de energía o en condiciones de seguridad intrínseca (bloqueos).

Tendrán el marcado CE obligatoriamente.

El fabricante deberá seguir el procedimiento de examen CE de tipo.

Un organismo notificado (laboratorio) expedirá un certificado de examen “CE de tipo”.

Los aparatos y materiales deben estar acompañado de:

➤ Procedimiento relativo a la garantía de calidad de la producción.

El fabricante garantiza y declara que sus productos son conformes con el certificado.

Hará una declaración escrita de conformidad.

El fabricante aplicará un sistema de calidad supervisado por el laboratorio.

➤ Procedimiento relativo a la verificación de los productos.

El laboratorio examinará cada aparato, estampará su identificación en cada aparato y expedirá un certificado de conformidad.

#### **Conforme a la norma UNE-EN 60079-14**

Esta norma UNE es la versión española de la norma CENELEC con el mismo número y de la CEI 60079-14 y corresponde a las instalaciones eléctricas en atmósferas peligrosas.

Los circuitos y materiales eléctricos serán del modo de protección de seguridad intrínseca, categoría “ia”.

Se indica la preferencia por equipos asociados con aislamiento galvánico entre los circuitos de seguridad intrínseca y los no intrínsecamente seguros.

Si los equipos asociados no tienen aislamiento galvánico se conectarán a un punto de tierra de alta calidad (impedancia menor que **1 ohm**).

La alimentación de la red al material asociado se realizará por medio de un transformador, cuyo primario estará protegido por fusibles con un poder de corte adecuado.

El circuito (componentes simples, equipos simples, material Exi, equipo asociado y cables) será de categoría “ia”.

La puesta a tierra del circuito se debe hacer fuera de la zona 0.

Si hay riesgo de generación de diferencias de potencial peligrosas, por ejemplo, por presencia de electricidad atmosférica, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobre tensiones entre cada conductor no puesto a tierra y la estructura local preferentemente a 1m. de la entrada de la zona 0.

Los materiales también pueden ser con un modo de protección no conforme a normas, pero previsto para utilizar en zona 0 (marcado s).

### **Conforme a la norma CEI 60079-26**

La norma trata sobre las existencias especiales para la construcción y ensayo de los aparatos eléctricos para zona 0.

Los tipos de protección reconocidos son:

- Aparatos, equipos asociados y circuitos eléctricos, conformes a los requerimientos de la seguridad intrínseca “ia”.
- Aparatos eléctricos protegidos por encapsulado apropiado para zona 0. Corresponde al tipo “ma”.
- Aplicación de dos tipos de protección válidos para zona 1.

Si un tipo falla el otro continúa efectivo por eso no deben tener elementos comunes de fallo.

Los dos tipos de protección deben depender de principios físicos de protección diferentes (no deben ser Exd y Exq). Cada tipo podrá ser ensayado individualmente.

Ejemplos de combinaciones independientes:

1. Finales de carrera “ib” en una envolvente encapsulada “m”. La conexión de los cables se haría en una caja “e”.
2. Transmisores con “ib” en una caja “d”.
3. Aparatos “ib” protegidos adicionalmente por un relleno pulverulento “q”.
4. Válvulas solenoides encapsuladas “mb” con una envolvente “d”.
5. Seguridad aumentada “e” en una envolvente presurizada “p”.

Aplicación de un tipo de protección para zona 1 con un elemento de separación.

Se puede utilizar en aparatos montados en una pared que limite la zona 0 y contenga circuitos que no sean “ia”.

El elemento de separación consiste en una pared combinada con una junta resistente a la explosión o un hueco con ventilación natural.

### **Conforme directivas comunitarias Europeas y al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión Español**

Para zona 0 los equipos serán de categoría 1.

#### **7.2.2. Selección de material para Zona 1**

##### **A. Conforme al reglamento electrotécnico español para baja tensión**

En zona 1 deberán emplearse materiales eléctricos dotados con alguno de los siguientes modos de protección:

- Envolverte antideflagrante, “d”.

- Equipos presurizados, “p”.
- Seguridad intrínseca, “i”.
- Seguridad aumentada, “e”.
- Encapsulado, “m”
- Relleno pulverulento, “q”.
- Inmersión en aceite, “o”.

Todos ellos conformes a normas UNE, CENELEC o CEI y deben tener el correspondiente certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado de la CE.

### **B. Conforme a la directiva 1999/92/CE**

Según esta directiva, en la zona 1 se deberán utilizar aparatos, sistemas de protección y componentes de categoría 1 o 2, conforme a la directiva 94/9/CE.

Y es importante resaltar que aplica a materiales eléctricos y no eléctricos.

Los aparatos de categoría 2 aseguran un alto nivel de protección.

Evitaran ser focos de ignición en caso de averías frecuentes o fallos de funcionamiento que deban tenerse en cuenta.

No superarán las temperaturas superficiales indicadas, incluso en caso de que el peligro derive de situaciones anormales.

La apertura de sus partes sólo será posible en ausencia de energía o mediante mecanismos de bloqueo..

Tendrán obligatoriamente el marcado CE.

➤ Para los motores de combustión interna y para el material eléctrico el fabricante deberá seguir el procedimiento de **examen CE de tipo**.

➤ Un organismo notificado (laboratorio) expide un certifica de examen “CE de tipo”.

Combinado con:

➤ Procedimiento relativo a la conformidad con el tipo.

➤ El fabricante hará una declaración escrita de conformidad de sus materiales con el ensayado.

➤ El fabricante realizará en cada aparato las pruebas referentes a los aspectos técnicos.

➤ Procedimiento relativo a la garantía de calidad del producto.

➤ El fabricante hará una declaración escrita de conformidad.

➤ El fabricante seguirá un sistema de calidad evaluado por el laboratorio.

➤ Para el resto de aparatos el fabricante deberá seguir el procedimiento relativo al control interno de la fabricación.



El fabricante garantiza y declara que cumple los requisitos de la Directiva.

El fabricante extenderá una declaración escrita de conformidad y elaborará una documentación técnica que deberá informar al laboratorio.

### **C. Conforme a la norma UNE-EN-60079-14**

Los materiales pueden ser con uno de los siguientes modos o tipos de protección respaldados por un certificado de conformidad:

- Envolvente antideflagrante “d” según CEI 60079-1
- Equipo presurizado “p” según CEI 60079-2
- Seguridad aumentada “e” según CEI 60079-7
- Seguridad intrínseca “i” según CEI 60079-11
- Relleno pulverulento “q” según CEI 60079-18
- Inmersión en aceite “o” según CEI 60079-6

Los equipos en zona 1 serán de categoría 1 o 2

### **7.2.3. Selección de material eléctrico para Zona 2**

#### **A. Conforme al reglamento electrotécnico español de baja tensión Español**

Este reglamento admite en zona 2 el siguiente material eléctrico:

#### **Material eléctrico para Zona 0 ó Zona 1**

Corresponde a los equipos fabricados con los modos de protección:

- Envolvente antideflagrante “d”
- Equipos presurizados “p”
- Relleno pulverulento “q”
- Inmersión en aceite “o”
- Seguridad aumentada “e”
- Seguridad intrínseca “i”
- Encapsulado “m”

Todos ellos conformes a las normas UNE, CENELEC, ó CEI y deben tener el correspondiente certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado europeo.

#### **Material eléctrico de respiración restringida o especialmente diseñado para Zona 2.**

En este caso, respaldado por un certificado de control emitido por un laboratorio acreditado español que garantice que dispone de un nivel de seguridad válido.

Material eléctrico construido de acuerdo con las reglas establecidas en las normas UNE, CEI o CENELEC específicas de dicho material y que, en servicio normal, no genere arcos, arcos chispas o temperaturas capaces de provocar una inflamación.

A nuestro juicio, también es conveniente que este material posea su certificado de control.

Estos modos de protección se podrán utilizar hasta el 30/06/2003.

#### **B. Conforme a la directiva 1999/92/CE**

En la zona 2 se pueden utilizar aparatos, sistemas de protección y componentes de categoría 1, 2 ó 3.

Aplica a materiales eléctricos y no eléctricos.

Los aparatos de categoría 3 aseguran un nivel normal de protección.

Deben de fabricarse de manera que se eviten focos de ignición previsibles en funcionamiento normal.

Las temperaturas superficiales no superarán a la indicadas en las condiciones de funcionamiento previstas. Se pueden superar excepcionalmente si el fabricante adopta unas medidas complementarias.

El fabricante deberá seguir el procedimiento de control interno de la fabricación.

El fabricante marcará cada aparato con CE, extenderá una declaración escrita de conformidad y elaborará una documentación técnica.

#### **C. Conforme a la norma UNE-EN-60079-14**

Según esta norma en zona 2 se puede instalar:

1) Material eléctrico para zona 0 o para zona 1.

Corresponde a los modos de protección para zona 0 y zona 1

2) Material eléctrico que se haya diseñado específicamente para zona 2. Modo de protección “n”.

Las prescripciones de construcción, ensayo y marcado para el material eléctrico con este modo de protección están descritas en las normas UNE-EN 50021 De Mayo 2,000 y en la norma CEI 60079-15.

Como técnicas de construcción de este material se consideran las siguientes

##### **Dispositivos sin formación de chispas “nA”**

Aplicable a motores de inducción, fusibles y portafusibles (la actuación de un fusible no se considera funcionamiento normal), luminarias, transformadores de intensidad, tomas de corriente, y baterías de acumuladores de corriente continua.

##### **Dispositivos de corte blindado “nC”**

Son los que deben resistir una explosión interna sin trasladarla al exterior. Sus características asignadas máximas serán 690 V y 16 A.

#### **Componente no incendiario “nC”**

Aquellos en los que el establecimiento de los contactos o su envolvente se ha construido de forma que no se inflama la potencial atmósfera explosiva. Sus características asignadas máximas serán 254 V y 16 A.

#### **Dispositivos herméticamente sellados “nC”**

Cuando la atmósfera exterior no puede penetrar y el sellado se ha realizado por fusión o soldadura.

#### **Dispositivos sellados o encapsulados “nC”**

No pueden ser abiertos en servicio normal y su volumen interior libre no puede exceder 100 cm<sup>2</sup>.

#### **Envolvente de respiración restringida “nR”**

Limita la penetración de los gases. No apta para aparatos con ciclos de funcionamiento.

El fabricante debe facilitar información sobre la entrada del cable.

#### **Sobre presión interna simple “nP”**

La norma UNE-EN-60079-14 facilita datos sobre el diseño de los conductos de aire y sus accesorios.

La toma del gas de protección o aire debe efectuarse desde un área no peligrosa.

Los conductos de salida deben descargar en zona no peligrosa. Si esto no es posible y dentro de la envolvente presurizada hay equipos que en funcionamiento normal pueden producir chispas hay que emplear barreras que impidan el paso de partículas y chispas.

El equipo de presurización será apto para el emplazamiento donde vaya instalado.

En caso de fallo de la presurización, si dentro de la envolvente presurizada no hay ninguna fuente de escape, las acciones a tomar son:

- Si el equipo eléctrico contenido es de uso general, dar una alarma.
- Si el equipo es adecuado para zona 2 no hay que tomar acción.

Si la alarma se activa, se debe tomar una acción inmediata que restaure al seguridad del sistema.

Si la envolvente presurizada tiene unas fuentes de escape interna en caso de fallo se debe dar una alarma y tomar una medida correctiva para mantener la seguridad.

Se puede omitir la purga previa la puesta en tensión interior, si se establece que la atmósfera interior es inferior a un 25% del LIE. Además se puede usar detectores de gas en el interior.

### **Limitación de energía “nL”**

Es una técnica basada en el criterio de seguridad intrínseca. Las partes que originan chispas se conectan a circuitos apropiados para asegurar que no va a ocurrir una inflamación.

En esta técnica de protección están implicados los materiales y los cables de conexión que constituyen los circuitos.

El material de energía limitada deberá ser suministrado con una documentación que incluya todos los detalles para que pueda ser instalado de forma segura. Se indicarán los valores máximos de tensión, intensidad, potencia, así como la inductancia y capacitancia del propio material y de los cables a conectar.

Se denomina material asociado de energía limitada a aquel que contiene a la vez circuitos de energía limitada y circuitos sin limitación de energía. Debe disponer de un medio fiable de limitación que impida el paso de la tensión e intensidad disponible en la parte de energía no limitada a la limitada, por ejemplo, diodos, zener o resistencias en serie. Para poder utilizar este material en un emplazamiento peligroso debe disponer de un modo de protección Ex adecuado.

Los materiales y los circuitos pueden ser definidos como de energía limitada por evaluación o sometiéndoles a ensayos.

Un circuito se puede definir como de energía limitada, sin necesidad de ensayo, si la tensión e intensidad no son mayores que las determinadas en las curvas de inflamación y tablas dadas en los anexos de las normas EN 50021 y EN 50020.

### **Certificación**

Según indica la norma EN 50021 al organismo certificador y al laboratorio no les incumbe la verificación de la conformidad de los materiales con los requerimientos de la norma. Es el propio fabricante quien debe realizar una declaración de conformidad con esta norma.

### **Marcado**

Debe efectuarse en lugar visible. Debe comprender:

- El nombre del fabricante o su marca.
- La designación del tipo dada por el fabricante.
- El símbolo EExn seguido de :

**A:** Para material no productor de chispas

**C:** Para material productor de chispas en el que los contactos están protegidos por un modo que no se a respiración restringida, limitación de energía y sobrepresión interna.

**R:** Para envoltentes de respiración restringida.

**L:** Para material de energía limitada.

**P:** Para envoltentes con sobrepresión interna simple.

El material asociado de energía limitada debe tener el marcado entre corchetes:

(EenL) IIB para zona segura

EenR (L) IIB para área peligrosa

- Símbolo del grupo II ó IIA, IIB, IIC para “nC” y “nL”.
- Símbolo de la clase de temperatura.
- Símbolo X si existen condiciones especiales.
- Símbolo U si es un componente.
- Nombre del laboratorio si el material ha sido certificado.

### **Documentación**

La documentación a entregar por el fabricante será:

- Declaración de conformidad con la norma o certificado de uso por un laboratorio reconocido.
- Identificación del fabricante
- Designación del tipo.
- Marcado y cualquier otra información.
- Condiciones adicionales si las hubiera, incluyendo las condiciones especiales (símbolo X).

### **Responsabilidad del fabricante**

Al marcar el material, el fabricante certifica bajo su propia responsabilidad que se cumple los requisitos de la norma.

3) Material eléctrico que cumple con los requisitos de una norma reconocida para material industrial, que en funcionamiento normal, no presente superficies capaces de originar una explosión y que:

- No produzca arcos o chispas.
- Produce arcos y chispas pero los parámetros en circuito, incluyendo los cables (U, I, L y C) no exceden los valores especificados en la norma de seguridad intrínseca CEI 60079-15.

El grado de protección (IP) y la resistencia mecánica de la envolvente tiene que ser al menos igual a la requerida en un emplazamiento no peligroso con un medio ambiente similar.

No requiere un marcado especial, pero debe estar claramente identificado bien en el equipo o bien en la documentación, que ha sido evaluado por una persona que:

- Esta familiarizada con los requisitos de cualquier norma.
- Tiene acceso a toda la información.
- Cuando sea necesario, utilizará procedimientos y ensayos.

4) Material eléctrico no conforme con una norma CEI o CENELEC

Se marcará con el símbolo “s”.

Se debe mencionar la norma ó código aplicado para asegurar una correcta selección e instalación.

### **Conforme a directivas europeas comunitarias y reglamento electrotécnico Español-revisado**

En zona 2 se pueden instalar equipos de categoría 3, 2 y 1.

#### **7.3. Canalizaciones y cables**

#### **Según directivas Europeas comunitarias y al reglamento electrotécnico Español para baja tensión**

##### **Zona 0**

Los cables para las instalaciones que no sean de seguridad intrínseca, deben incorporar una protección adicional a la protección exigida para zona 1. Esta protección adicional será mecánica, eléctrica o ambiental dependiendo de los riesgos que deba evitar.

##### **Zona 1 y 2**

Las canalizaciones eléctricas cumplirán las instrucciones:

MIBT 006 (Empalmes y conexiones, instalación de los conductores, protección puesta a tierra de las armaduras, corte omnipolar, cruzamientos, paralelismos).

MIBT 018 (Canalizaciones con conductores aislados bajo tubo, conductores aislados sin tubos protectores, paso a través de elementos de la construcción).

- Los cables aislados y sin cubierta sólo pueden instalarse bajo tubo o en el interior de una envolvente.
- El reglamento exige que la capacidad de carga de los conductores se disminuya un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.
- Los tendidos de más de 5 metros deberán tener una protección contra cortocircuitos y sobrecargas, de acuerdo a la limitación del 15%.
- Los cables aéreos y los enterrados en zanjas rellenas de arena serán con cubierta no propagadora de la llama (UNE 20432 o CEI 60332-1).

Los mazos de cables en zanjas sin relleno o en conductos deberán ser no propagadores del incendio (UNE 20427).

- Cuando un tubo contenga tres o más cables, la sección ocupada será inferior al 40 % de la del tubo o conducto.
- Las entradas de cables a los apartados serán de acuerdo al tipo de protección previsto.
- Los orificios no utilizados deberán cerrarse mediante componentes acordes con el modo de protección. No se podrán realizar taladros adicionales a los autorizados por el fabricante.
- Los tubos se sellarán al pasar de un emplazamiento peligroso a otro, para evitar el paso de gases.

Los cables para equipos fijos pueden ser:

- Simplemente aislados y se deben instalar bajo tubo o en el interior de una envolvente o
- Con una protección mecánica (armados) y se pueden instalar directamente.

Los cables armados que no tengan funda, dispondrán de una cubierta interior de estanqueidad.

Las canalizaciones a equipos móviles o portátiles pueden ser con cables flexibles con o sin armadura.

### **Cortafuegos**

Se instalarán en las canalizaciones entre envolventes antideflagrantes.

**Conforme a la norma UNE-EN 60079-14**

La norma CEI 60079-14 admite para canalizaciones fijas en zonas 1 y 2 cables con cubierta termoplástico, elátomera o mineral en posiciones tales que no estén expuestos a daños mecánicos.

Solamente exige medidas de protección adicionales como instalación bajo tubo o cable armado cuando estén expuestos a daños metálicos o a influencias de corrosión y químicas y a efectos del calor.

Solo permite el uso de cables sin cubierta en el interior de cuadros o envolventes.

Requiere que los cables de instalaciones fija tengan una característica que superen la CEI 60332-1, salvo que estén enterrados en zanjas rellenas de arena o tenga otra protección contra la propagación de la llama.

No exige la disminución de la capacidad de carga de los cables.

Las aberturas no utilizadas se cerrarán con elementos ciegos adecuados al modo de protección.

Hay componentes que permiten la ventilación y el desagüe de agua con un modo de protección adecuado.

Se debe impedir el paso o la acumulación de gases, vapores y líquidos en a las zanjas, En zanjas se puede usar una ventilación eficaz o el relleno con arena.

Los circuitos que atraviesan un área peligrosa deben ser apropiados a la zona.

Las aberturas en paredes se deben obturar adecuadamente.

Los empalmes en un emplazamiento peligroso deben hacerse en una envolvente con un modo de protección adecuado o con una unión adecuada rellena de epoxy o con cubierta termoretráctil.

Los cables para equipos fijos pueden ser con cubierta termoplástica, termoestable, elastómera o con aislante mineral.

Los cables para equipos portátiles deben tener una cubierta robusta de policloropreno o una cubierta elastómera sintética. La armadura de estos cables flexibles no debe utilizarse como conductor de protección.

En las canalizaciones bajo tubo hay que colocar cortafuegos o sellador si se unen directamente envolventes antideflagrantes. En estos conductos se pueden utilizar cables sin cubierta.

Las envolventes unidas a una canalización larga deben tener previsto un dispositivo de desagüe.

**Conforme a directivas europeas comunitarias y al reglamento Español-revisado**



Los sistemas de cableado de las instalaciones de seguridad intrínseca serán de acuerdo a UNE-EN-50039 y UNE-EN 60079-14.

La tensión mínima asignada de los cables será 450/750 V

Las entradas de cables serán adecuadas al modo de protección del equipo.

La intensidad admisible se disminuirá un 15% respecto a otra instalación. Los cables se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos:

- Para sobrecargas la corriente anterior.
- Para cortocircuitos la intensidad mínima de corto al final del cable.

Las canalizaciones se sellarán para evitar el paso de los gases.

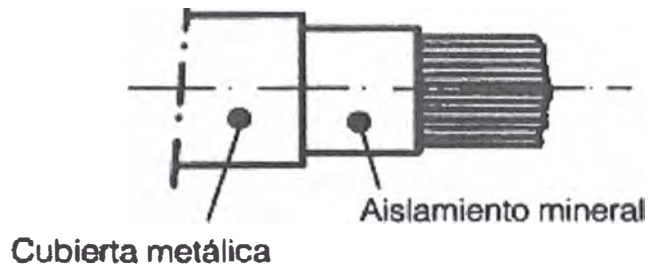
Los cables serán:

- Aislados con mezclas termoplásticas o termoestables si van bajo tubo metálico rígido o flexible.

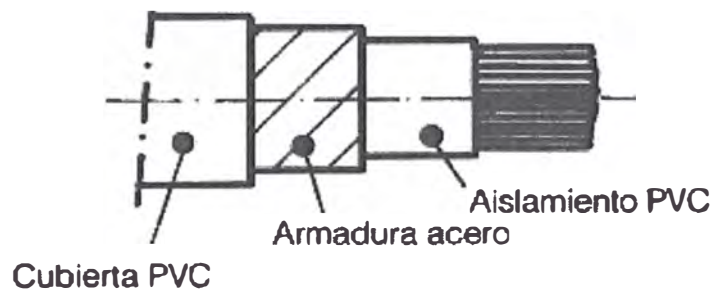
También serán válidos los tubos aislados y los canales protectores reconocidos en el apartado del propio reglamento.

- Con protección mecánica, con cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica.

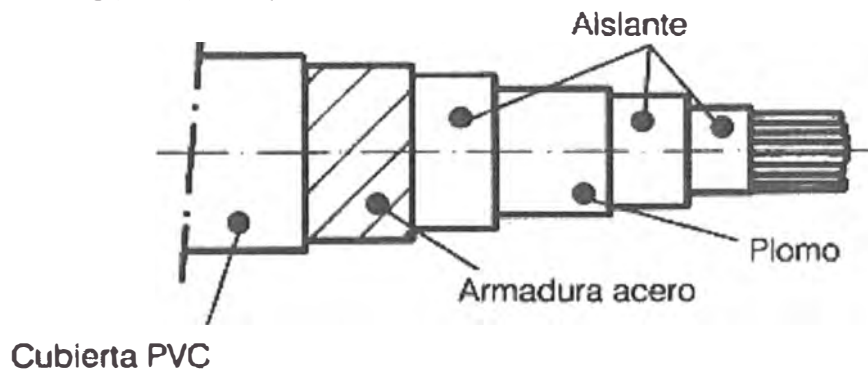
Entendemos que podrán ser con cualquier armadura metálica.



Cubierta metálica



Cubierta PVC



Cubierta PVC



Fig. 7.1. Cubierta de protección mecánica y aislamiento eléctrico de cables

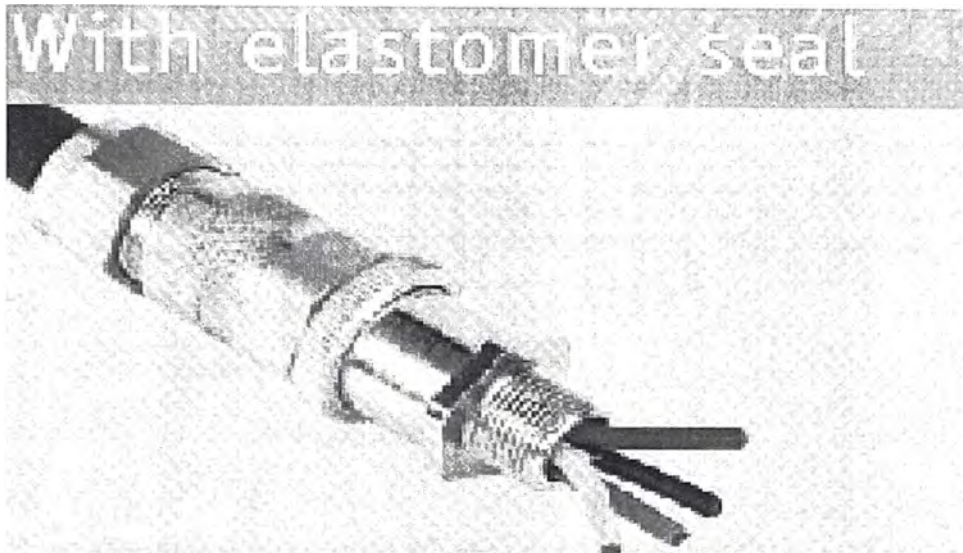


Figura nº 7.2. Prensaestopas de para cables eléctricos

#### 7.4. Esquemas de Distribución

Los esquemas de distribución normalizados son los siguientes

##### Esquema TN

El neutro del transformador está conectado directamente a tierra.

Las masas de los receptores se conectan al conductor de protección.

Se distribuye el conductor de protección.

Estos esquemas pueden ser:

##### Esquema TN-S

El conductor de protección y el neutro son distintos en todo el recorrido.

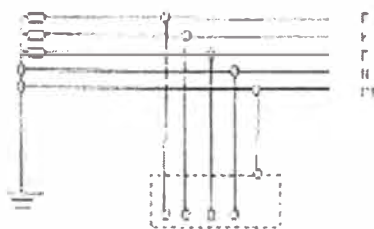


Figura nº 7.3. Tipo TN-S

##### Esquema TN-C

El conductor de protección y el neutro coinciden en un solo conductor.

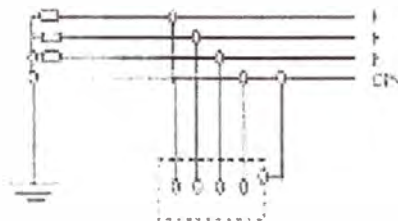


Figura nº 7.4. Tipo TN-C

### Esquema TN-C-S

El conductor de protección y el neutro coinciden en parte de la instalación.

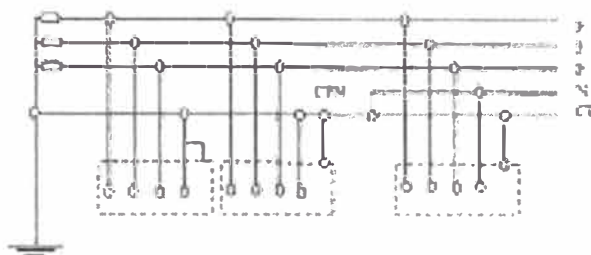


Figura nº 7.5. Tipo TN-C-S

### Esquema TT

El neutro del transformador está conectado directamente a tierra.

La masas de los receptores están conectados a una toma de tierra separada.

No se distribuye el conductor de protección.

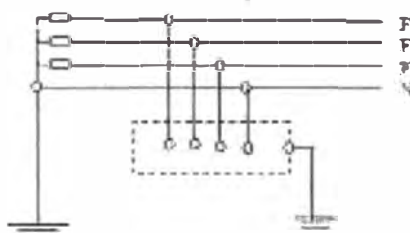


Figura nº 7.6. Tipo TT

### Esquema IT

El neutro del transformador no está conectado a tierra.

Las masas de los receptores están puestas directamente a tierra.

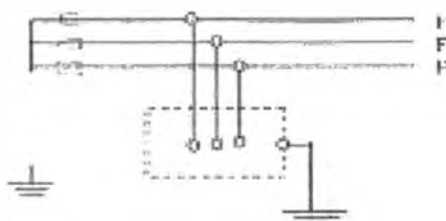


Figura nº 7.7. Tipo IT

### Conforme directivas Europeas Comunitarias y al Reglamento Electrotécnico Para Baja Tensión Español

Las exigencias son las siguientes:

Se admite el esquema TN-S con el conductor de protección y el neutro separados en el conjunto de la red. Sólo se podrán unir en el punto que se pone a tierra junto al transformador.

En los emplazamientos peligrosos no se permite el esquema TN-C.

El esquema TT se admite en zona 1 si hay protección por corriente diferencial, aunque sea un circuito de pequeña tensión de seguridad ( $50V > V$ ).

En zona 0 no se admite el esquema TT.

En redes IT ( el neutro esta aislado de tierra) con las masas puestas a tierra, si se produce un defecto no hay que actuar el dispositivo de corte, si existe un dispositivo de vigilancia que da una alarma al aparecer el defecto y se asegura que hay disparo en caso de dos efectos en fases distintas o una fase y neutro. Estas redes se admiten en zona 0 si se desconecta instantáneamente al primer defecto.

#### **Conforme a la norma UNE-EN 60079-14**

Se admite el esquema TN-S con el conductor de protección y el neutro separados.

No se admite el esquema TN-C.

La red es TN-C-S es válida si la transición del TN-C a TN-S se hace en zona segura.

El sistema TT se puede utilizar en zona 1 con diferencial. Si la resistividad del terreno es alta, este sistema puede no ser válido.

Se puede utilizar el sistema IT si hay supervisión o control del aislamiento de la red con alarma por primer defecto.

#### **Red Equipotencial**

Es obligatorio instalar una red equipotencial que conecte todas las partes conductoras y las masas de los sistemas TN, TT e IT.

La red equipotencial se puede conseguir con los conductores de protección, los tubos metálicos las pantallas y armaduras metálicas de los cables y las partes metálicas de las estructuras, pero no se pueden utilizar los conductores neutros.

Si los aparatos están en contacto metálico y se fijan firmemente a estructuras ya conectadas a la red equipotencial sus masas no necesitan una conexión separada a la red equipotencial.

Las partes conductoras que no forman parte de la estructura o de la instalación eléctrica, por ejemplo puertas, no necesitan conectarse a la red equipotencial.

Deben adaptarse medidas para reducir a valor seguro los efectos de la electricidad estática, de las descargas atmosféricas y de las radiaciones electromagnéticas.

Las partes metálicas con protección catódica por un sistema activo de corriente, son elementos activos, potencialmente peligrosos. Las bridas de aislamiento deben situarse fuera de un emplazamiento peligroso.

Para información adicional, se puede ver la norma CEI 60.364-4-41.

### **7.5. Criterios importantes de otras protecciones eléctricas**

En el diseño de las instalaciones deben tenerse en cuenta:

- Los efectos de la electricidad estática
- Los efectos de las descargas atmosféricas
- Los efectos de la radiación electromagnética

Todos ellos deben reducirse a un nivel seguro.

#### **Protección catódica**

Las partes metálicas situadas en un área peligrosa que tengan protección catódica con un sistema de corriente impresa deben considerarse como potencialmente peligrosas.

En zona 0 no debe emplearse protección catódica, salvo si son especiales. Las bridas de aislamiento deben ubicarse fuera del área peligrosa.

#### **Sistemas MBTS y MBTF**

Los sistemas de muy baja tensión de seguridad (MBTS) y de muy baja tensión de funcionamiento (MBTF) deben estar de acuerdo a alguna norma internacional de prestigio, ejemplo CEI 60364-4-41.

#### **Protección Eléctrica**

Los conductores y los materiales (no aplica a "i") deben protegerse contra sobrecargas, cortocircuitos y defectos a tierra.

Los disparos de protección no deben tener rearme automático.

Si la desconexión eléctrica puede introducir un riesgo a la seguridad, se puede sustituir por una alarma si hay una intervención correctiva rápida.

#### **Las máquinas rotativas**

Se pueden proteger con:

- Un relé de protección, de pendiente de la corriente, retardado y que supervise todas las fases.
- Un dispositivo de control directo de la temperatura de los devanados.
- Debe haber un dispositivo que pare el motor por la pérdida de una fase

- En el caso de motores de seguridad aumentada, “e”, el dispositivo de protección contra sobrecargas con retardo a tiempo inverso desconectará el motor en un tiempo inferior a  $t_E$  en caso de rotor bloqueado.

En los motores con condiciones de arranque difíciles (cerrado el tiempo total de arranque excede de 1,7 veces  $t_E$ ) y en los de arranque frecuentes el dispositivo de protección debe garantizar que no se excede la temperatura límite.

Se denomina  $t_E$  el tiempo que tarda un devanado en alcanzar la temperatura límite estando el rotor bloqueado.

### **Transformadores**

Deben protegerse contra sobrecargas.

### **Seccionamiento y desconexión de Emergencia**

En casos de emergencia debe haber uno o varios puntos exteriores al área peligrosa desde los que se pueda desconectar la energía eléctrica.

Los aparatos eléctricos que deban seguir funcionando para evitar un peligro adicional debe alimentarse desde otro circuito.

Para poder efectuar trabajos de forma segura se deben proveer medios de seccionamiento que incluyan las fases y el neutro.

### **Motores alimentados con convertidor de frecuencia tensión variables**

En los motores de seguridad aumentada “e” deben ensayarse conjuntamente el motor con el convertidor especificado y con el dispositivo de protección provisto.

En los motores de protección antideflagrante “d” se deben instalar sensores de temperatura que permitan desconectar el motor mediante la acción de un relé adecuado. No se necesita ensayar conjuntamente y el motor y el convertidor. Otra posibilidad es que se ensaye el motor con el convertidor y con el dispositivo de protección provisto.

Los motores con modo de protección “n” serán ensayados como una unidad conjunta con el convertidor especificado. Si la onda de alimentación no es senoidal también debe efectuarse un ensayo con una alimentación similar. En casos excepcionales donde no se pueda hacer el ensayo la clase de temperatura puede ser determinada por cálculo.

Conforme a la directiva **ATEX 100** Europeo, los motores serán de la categoría que se requiera para la zona y los certificados de conformidad o las declaraciones escritas de conformidad tendrán que incluir la alimentación a través del convertidor a instalar.

## **Paneles Locales**

### **Paneles ubicados en zona 1**

Pueden ser:

#### **Antideflagrantes “d” o una combinación “de”**

El certificado o la declaración de conformidad debe ser para el conjunto realmente suministrado o instalado, como garantía de que el equipamiento de la envolvente se ha realizado por un taller autorizado.

#### **Presurizado**

Se aplicará a la norma EN 50016:1995

La técnica de sobrepresión debe ser con flujo continuo de gas de protección.

La sobrepresión se mantiene con un caudal de gas inerte o aire a través de la envolvente.

Puede lograrse con un caudal suficiente para compensar las fugas de la envolvente y de las canalizaciones o con flujo continuo a través del panel.

Las aberturas se podrán cerrar después de efectuar el purgado. Un purgado con aire se puede considerar terminado cuando la concentración de gas inflamable es inferior al 25% del LIE, con un gas inerte la concentración de oxígeno no será superior al 2% en volumen.

Las puertas y tapas pueden disponer de cierres especiales o deben estar enclavados con los dispositivos de desconexión eléctrica de los aparatos sin modo de protección, de forma que se desconecten automáticamente. No se podrá energizar hasta que se cierren las puertas y se haya efectuado otro purgado.

Los dispositivos de presurización y lo de desconexión eléctrica deben ser aptos al emplazamiento peligroso. Estos dispositivos pueden ser suministrados por el fabricante o por el usuario. En este último caso el material se marcará con “X”.

Debe mantenerse una sobrepresión mínima de 50 Pa respecto al exterior. Habrá dispositivos para actuar cuando la sobrepresión descienda por debajo de un valor mínimo .

Si el material del interior del panel es apto para zona 2 y no hay fuentes de escape internas, es suficiente con dar una alarma de pérdida de sobrepresión si hay una acción rápida.

#### **Paneles con material conteniendo sustancia inflamable en su interior**

Hay que estudiar si de los equipos que contengan gases, vapores o líquidos inflamables y que constituyen el llamado sistema de confinamiento son:

##### **Sin escape :**

- Cuando no hay fuentes de escape. Uniones realizadas con soldaduras, o



- Cuando el contenido del sistema de confinamiento está en la fase de gas o vapor y su concentración es inferior al LIE, o
- Cuando la sobrepresión del interior del panel es 50 Pa superior a la presión del gas o vapor contenido en el sistema de confinamiento y hay un dispositivo que actúa si la sobrepresión es inferior a 50 Pa (0,5 mbar).

El gas de protección puede ser aire.

#### **Con escape limitado :**

- Cuando la cantidad de gas que se desprende tiene una limitación de flujo de forma que la cantidad que escape en caso de defecto esté controlada. La cantidad de sustancia que se desprenda será la contenida en el sistema de confinamiento más la que pueda entrar del proceso. Los limitadores de flujo se instalarán en el exterior del panel o envolvente. Si hay llama interior, ésta se considerará apagada y la mezcla de la combustión se añadirá al escape.

El gas de protección debe ser un gas inerte.

#### **Con escape ilimitado:**

- Cuando el sistema de confinamiento contienen líquidos que puedan desprender gases o vapores y el escape máximo no pueda ser previsto.

El gas de protección debe ser un gas inerte, que limite la concentración de oxígeno al 2% en volumen.

No se admite la sobrepresión con compensación de fugas.

Se denomina zona de atenuación a aquella, donde, después del purgado, la concentración de mezcla inflamable es superior al LIE.

Los materiales susceptibles de provocar una ignición no deben situarse en la zona de atenuación. Los materiales eléctricos situados en la zona de atenuación deben tener un tipo de protección.

#### **Paneles en zona 2 sin fuente de escape interna**

Si los equipos existentes en el interior del panel presurizado contienen equipos aptos para zona 2, no hay que adoptar ninguna acción por pérdida de la presurización.

Si los equipos del interior no son aptos para zona 2 es suficiente dar una alarma, si hay una acción correctora inmediata.

#### **Paneles según ATEX 100**

Serán de una categoría adecuada a la peligrosidad de la zona y se exigirá la declaración escrita de conformidad que proceda.

## **Casetas de Analizadores**

Consideraciones generales de seguridad:

- Se debe limitar la cantidad de sustancia inflamable en el interior de la caseta al mínimo admisible para el funcionamiento normal del analizador.
- El sistema de ventilación debe ser lo suficientemente eficaz para diluir por debajo del LIE cualquier escape de gas o vapor.
- Se instalarán medidas de protección que tengan presente el fallo de la ventilación.
- Se preverá un dispositivo de seguridad para eliminar las muestras.

## **Requerimientos**

Debe ser un edificio separado, excepto de la sala de ventiladores.

En la caseta deben analizarse los efectos de las sustancias inflamables manejadas, en especial si la caseta se instala en un emplazamiento no peligroso.

### **Alcances adicionales según normas Europeas**

El mantenimiento se hará siguiendo lo establecido en a norma UNE –EN 60079-17.

Para la reparación de equipos y sistemas se aplicará lo establecido en la norma CEI 60079-19.

Las instalaciones en Clase I se ejecutarán de acuerdo a la norma UNE-EN 60079-14. En clase II se aplicará la norma EN 50281-1-2.

Los modos de protección admisibles son los correspondientes a las categorías del RD 400/1996, que es la directiva 94/9/CE /ATEX 100).

En los sistemas de cableado para seguridad intrínseca se cumplirán las normas UNE-EN 60079-14 y UNE-EN 50039.

La intensidad admisible de los cables deberá disminuirse un 15%.

Los cables en instalaciones fijas serán :

- Aislado con mezclas termoplásticas o termoestables si se instalan bajo tubo conforme a UNE-EN 50086-1.
- Armados con alambre y con cubierta exterior según UNE 21.123.
- Con aislamiento mineral y cubierta metálica según UNE 21.157 parte 1.

Los cables a equipos portátiles serán con cubierta de policloropreno según UNE 21027 parte 4 o UNE 21150. La longitud máxima será 30 metros.

Se definen las características de los tubos protectores de cables y de los tubos que conecten envolventes antideflagrantes provistos de cortafuegos.

## **CAPITULO VIII**

### **PLAN DE INSPECCIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS MATERIALES EQUIPOS Y SISTEMAS EN EMPLAZAMIENTOS DE CLASE I, II Y III**

Nuestra reglamentación no contempla nada al respecto del mantenimiento de los equipos e instalaciones en estas áreas.

Para tener una idea al respecto mencionaremos las directivas y normas Europeas Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (con excepción de las minas)

Según UNE-EN 60079-17 y aprobada por CEI 60079-17:1996

#### **8.1. Introducción**

Las instalaciones eléctricas en áreas con riesgo poseen características especialmente diseñadas para hacerlas adecuadas para operar en tales atmósferas. Es esencial por razones de seguridad es esas áreas que, durante la vida de tales instalaciones, se mantenga la integridad de esas características especiales; éstas, por consiguiente, requieren una inspección inicial y además:

- 1) Inspecciones periódicas regulares, o
- 2) Supervisión continua por personal especializado y, mantenimiento cuando sea necesario.

#### **Notas**

- 1) En algunos países, el término “personal especializado” puede ser interpretado como “ingeniero responsable”.
- 2) El funcionamiento correcto de las instalaciones en emplazamientos peligrosos no significa y/o se debe interpretar como que se deba preservar la integridad de las características especiales mencionadas anteriormente.

## 8.2. Objeto y campo de aplicación

Esta norma internacional está destinada a su aplicación por usuarios, abarcando factores directamente relacionados con la inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas situadas en el interior de áreas peligrosas. Esto no incluye los requisitos convencionales para instalaciones eléctricas ni el ensayo y certificación del material eléctrico. No cubre el material del Grupo I (destinadas a minas con grisú). No cubre la alternativa de “vigilancia continua por personal cualificado”.

Esta norma completa los requisitos contenidos en la CEI 60364-6-61.

## 8.3. Definiciones

A efecto de esta parte de CEI 60079, se aplicarán las siguientes definiciones:

8.3.1. Mantenimiento: Es una combinación de acciones llevadas a cabo para conservar un elemento de la instalación en condiciones, o restaurarlo para que sea capaz de cumplir con los requisitos de la especificación correspondiente y desarrollar sus funciones requeridas.

8.3.2. Inspección: Es una acción que comprende una revisión cuidadosa de un elemento de la instalación llevada a cabo sin realizar desarmes, o con desarmes parciales según sea necesario, complementada por medios tales como mediciones, con el objeto de llegar a una conclusión confiable sobre la condición del elemento.

8.3.3. Inspección visual: Inspección que permite detectar, sin el uso de equipamiento de acceso o herramientas, aquellos defectos que sean evidentes a la vista, tales como la falta de tornillos.

8.3.4. Inspección cercana: Inspección que abarca aquellos aspectos cubiertos mediante una inspección visual y, además, identifica aquellos defectos, por ejemplo, tornillos flojos, que son evidentes solamente con el uso de equipamiento de acceso, tales como escaleras (donde sea necesario), y de herramientas. La inspección cercana normalmente no requiere que se realice la apertura de la envolvente o se desconecte el equipo.

8.3.5. Inspección detallada: Inspección que abarca aquellos aspectos cubiertos por una inspección cercana y, además, identifica los defectos, por ejemplo conexiones flojas, los cuales solo se hacen evidentes con la apertura de la envolvente y/o con el uso de herramientas y equipos de ensayo, cuando sea necesario.

8.3.6. Inspección inicial: Inspección de todos los materiales, sistemas e instalaciones eléctricas antes de su puesta en servicio.

8.3.7. Inspección periódica: Inspección de todos los materiales, sistemas e instalaciones eléctricas efectuadas de forma sistemática.

8.3.8. Inspección por muestreo: Inspección realizada sobre una parte de los materiales, sistemas e instalaciones eléctricas.

## **8.4. Requisitos Generales**

### **8.4.1. Documentación**

Deben estar disponibles los siguientes documentos actualizados:

- la clasificación de áreas peligrosas
- grupo del material y clase de temperatura
- registros suficientes para permitir que el equipo protegido contra explosión, sea mantenido de acuerdo con su modo de protección.

### **8.4.2. Cualificación del personal**

La inspección y mantenimiento de instalaciones se debe llevar a cabo solamente por personal experimentado cuya preparación haya incluido la instrucción sobre los distintos modos de protección y prácticas de instalación, normas y reglamentos aplicables y los principios generales de clasificación de las áreas. Se deben dar regularmente cursos de repaso a todo el personal.

### **8.4.3. Inspecciones**

A. Generalidades: Antes de la puesta en servicio de una planta o aparato, se debe realizar una inspección inicial.

Para asegurar que la instalación se mantenga en una condición satisfactoria para uso continuo en un área peligrosa, son necesarias:

- a) Inspecciones periódicas regulares, o
- b) Vigilancia continua por personal cualificado, y si es necesario se procederá al mantenimiento.

No es fácil determinar con exactitud un intervalo adecuado de inspección periódica pero se debe realizar en función del deterioro que se prevea.

Una vez que se ha fijado dicho intervalo, la instalación se deberá someter provisionalmente a inspecciones por muestreo, que pueden utilizarse para confirmar o modificar el intervalo propuesto. En forma similar, se debe determinar el grado de inspección y aquí nuevamente se pueden usar las inspecciones por muestreo para reafirmar o modificar el grado propuesto. Será necesaria una revisión regular de los resultados de las inspecciones para justificar el intervalo entre inspecciones y su grado.

En el anexo A se muestra en forma de diagrama un procedimiento típico de inspección.

Después de cualquier situación, reparación, modificación o ajuste, los elementos involucrados se deben inspeccionar de acuerdo con los puntos aplicables de la columna detallada de la tabla 1, 2 y 3.

Si en cualquier momento parece un cambio en la clasificación de área o si cualquier material se cambia de un lugar a otro, se debe efectuar una verificación para asegurar que el modo de protección, grupo de materia y clase de temperatura, donde sea aplicable, son adecuados para las nuevas condiciones.

Cuando se instale un gran número de elementos similares, tales como luminarias, cajas de empalme, etc., en un ambiente similar, puede ser conveniente llevar a cabo inspecciones periódicas por muestreo teniendo en cuenta que tanto el número de muestras como la frecuencia de inspección esta sujeta a revisión. Sin embargo, es altamente recomendable, que todos los elementos se sometan, por lo menos, a inspección visual.

Si durante el curso de una inspección se desmonta parte de la planta o el material, se deben tomar precauciones cuando se vuelva a montar, para asegurar que no se deteriore la integridad del modo de protección.

#### B. Tipos de inspección

a) Las inspecciones iniciales se usan para verificar que el modo de protección seleccionado y su instalación son los adecuados. Estas deben ser detalladas, de acuerdo a lo indicado en las tablas 1, 2 y 3.

b) Las inspecciones periódicas pueden ser visuales o cercanas, según sea el caso, conforme a lo indicado en las tablas 1, 2 y 3.

Una inspección visual o cercana puede conducir a la necesidad de una posterior inspección detallada.

El grado de inspección y el intervalo entre inspecciones periódicas se deben determinar teniendo en cuenta el tipo de equipamiento, las indicaciones del fabricante, si existen, los factores que favorecen su deterioro, la zona de uso y los resultados de las inspecciones previas. Cuando se han establecido los grados de inspección y los intervalos para materiales, plantas y medios ambientales de características similares, esta experiencia se debe utilizar para determinar la estrategia de inspección.

El intervalo entre inspecciones periódicas no deberá exceder los tres años sin la consulta a un experto.

El material eléctrico móvil (manual, portátil y transportable) es particularmente fácil de dañar o de efectuar con él uso, por consiguiente, puede ser necesario reducir el intervalo

entre inspecciones periódicas. El material eléctrico móvil se debe someter a una inspección detallada por lo menos cada 12 meses. Las envolventes que son abiertas frecuentemente (por ejemplo las cajas de pilas o de baterías) deben someterse a inspecciones detalladas. Además, el material debe ser verificado visualmente por el usuario, antes del uso, para asegurar de que el material no está visiblemente dañado.

c) Las inspecciones por muestreo pueden ser visuales, cercanas o detalladas. Se debe determinar el tamaño y composición de todas las muestras teniendo en cuenta el propósito de la inspección.

Se deben registrar los resultados de las inspecciones.

#### C. Grados de Inspección:

El grado de inspección puede ser visual, cercano o detallado. Las tablas 1, 2 y 3 detallan los controles específicos requeridos para estos tres grados de inspección.

Las inspecciones visual y cercana se pueden ejecutar con el material conectado (en tensión). Las inspecciones detalladas, generalmente, requerirán que el material quede desconectado.

#### 8.4.4. Requisitos para el mantenimiento

**Medidas de corrección y modificaciones del material:** Se deben revisar periódicamente las condiciones generales de todos los materiales como se estipula en 3.3 y cuando sea necesario se deben tomar las medidas de corrección adecuadas. Sin embargo, se debe tener cuidado para mantener la integridad del modo de protección proporcionado por el material; para lo que puede necesitarse la consulta con el fabricante. Las piezas de repuestos deben estar de acuerdo con la documentación de seguridad.

Las modificaciones del material no se deben llevar a cabo sin la apropiada autorización, cuando la documentación de seguridad indique que puede conducir a una disminución de la seguridad de los materiales.

**Mantenimiento de cables flexibles:** Los cables y conductores flexibles y sus terminales son particularmente propensos a averías. Estos se deben inspeccionar a intervalos regulares, debiendo ser reemplazados si se encuentran dañados o defectuosos.

**Retirada de servicio:** Si por razones de mantenimiento, fuera necesario retirar el material de servicio, los extremos expuestos de los conductores, deben estar:

- a) correctamente protegidos en una envolvente adecuada, o
- b) desconectados de toda fuente de energía y aislados, o
- c) desconectados de toda fuente de energía y puestos a tierra.



Si el material se retira de servicio en forma permanente, el cableado asociado, que debe ser desconectado de toda fuente de energía, debe ser o bien eliminado o bien terminado correctamente en una envolvente apropiada.

Cierres y herramientas: Cuando se requieren bulones y otros cierres especiales, o herramientas especiales, estos elementos deben estar disponibles y se los debe utilizar.

#### **8.4.5. Condiciones Ambientales**

Los materiales eléctricos situados en un área peligrosa pueden ser afectados en forma adversa por las condiciones ambientales en que son utilizados. Algunos de los elementos claves a considerar son la corrosión, temperatura ambiente, radiación ultravioleta, entrada de agua, acumulación de polvo o arena, efectos mecánicos y ataque químico.

La corrosión del metal, o la influencia de agentes químicos (particularmente los disolventes) en los componentes plásticos y elastómeros puede afectar el modo y grado de protección de los materiales. Si la envolvente o el componente están severamente corroídos, se debe reemplazar la parte afectada. Las envolventes metálicas de los materiales, donde sea necesario, deben ser tratadas con un recubrimiento de protección adecuado como precaución contra la corrosión; la frecuencia y naturaleza de tal tratamiento se determinará en función de las condiciones ambientales.

Se debe verificar que el equipo eléctrico haya sido diseñado para resistir la temperatura ambiente máxima y mínima a la que puede ser sometido.

Todas las partes de las instalaciones se deben mantener limpias y libres de acumulaciones de polvo y sustancias perjudiciales que puedan causar un excesivo aumento de temperatura.

Es necesario asegurarse que se conserva la protección contra la intemperie del material. Se deben reemplazar las juntas de estanquidad dañadas.

Se deben verificar los dispositivos anticondensación, tales como elementos de respiración y de drenaje o calefactores, para asegurar su correcta operación.

Si el material está sujeto a vibraciones, se debe tener especial cuidado para asegurar que los bulones y entradas de cable permanezcan firmes.

Se debe tener cuidado para evitar que se genere electricidad estática durante la limpieza del material eléctrico no conductor.

#### **8.4.6. Desconexión de los materiales**

A. Instalaciones distintas de las de seguridad intrínseca

a) Los materiales eléctricos que contengan partes conectadas que no sean de seguridad intrínseca, y que están localizados en áreas peligrosas, no se deben abrir ( excepto en las condiciones que se describen en b y c ) sin seccionar todas las conexiones de entrada y, cuando sea necesario por causa de las tensiones de neutro con respecto a tierra, las de salida, incluyendo el conductor neutro. Seccionar, en este contexto, significa la retirada de fusibles o la apertura de un seccionador o un interruptor. La envolvente no se debe abrir hasta que haya transcurrido un tiempo suficiente para permitir que cualquier temperatura superficial o energía eléctrica almacenada disminuya a un valor por debajo del cual es incapaz de causar la ignición.

b) Si, por un periodo de tiempo necesario para los trabajos previstos, la autoridad responsable puede garantizar la ausencia continua de una atmósfera explosiva, emitiendo a tal efecto una autorización por escrito, se puede llevar a cabo los trabajos en los que resulten necesario disponer de partes en tensión, aplicando las precauciones que se deben aplicar en área segura.

c) Solamente en emplazamientos zona 2 y cuando lo permitan específicamente las normas y reglamentos de aplicación, pueden relajarse los requisitos de a y b. Los trabajos pueden realizarse sometidos a los requisitos necesarios para área segura, si un estudio de evaluación de riesgos prueba que se satisfacen las siguientes condiciones:

- El trabajo previsto sobre materiales conectados, no produce chispas capaces de producir la ignición;
- Los circuitos están concebidos de tal manera que está excluida la producción de tales chispas;
- Los materiales y cualquier circuito asociado situado en área peligrosa, no presenta superficies calientes capaces de provocar una inflamación.

Si se pueden cumplir estas condiciones, se pueden llevar a cabo los trabajos sujetos a la precauciones que se deben aplicar en área segura.

Los resultados de la evaluación de seguridad se deben registrar en documentos, que deben contener:

- La o las formas que puede tomar el trabajo propuesto sobre el material conectado;
- Los resultados de la evaluación, incluyendo los resultados de cualquier ensayo llevado a cabo durante la misma;
- Cualquier condición asociada con el mantenimiento del material conectado que la evaluación haya demostrado que es necesaria.

El equipo de evaluadores que efectúe el estudio debe:

- Estar familiarizado con los requisitos de cualquier norma aplicable, las recomendaciones de cualquier código de práctica y cualquier interpretación de uso común;
- Tener acceso a toda la información necesaria para llevar a cabo la evaluación;
- Cuando se necesario; utilizar materiales de ensayo y procedimientos similares a aquellos utilizados por las autoridades nacionales.

B. Instalaciones de seguridad intrínseca: El trabajo de mantenimiento se puede llevar a cabo con el material conectado, sujeto a las condiciones detalladas a continuación:

a) Trabajo de mantenimiento en áreas peligrosas.

Cualquier trabajo de mantenimiento se debe restringir a lo siguiente:

- Desconexión, desmontaje o sustitución de las partes de material eléctrico y cableado.
- Ajuste de cualquier control que sea necesario para la calibración del material eléctrico o sistema.
- Desmontaje y sustitución de cualquier componente o conjunto enchufable.
- Utilización de cualquier instrumento de ensayo especificado en la documentación relevante. Si dicha especificación no existe, se puede usar cualquier instrumento que no afecte la seguridad intrínseca del circuito a ensayar.
- Cualquier otra actividad de mantenimiento específicamente permitida por la documentación relevante.

La persona que lleva a cabo cualquiera de las funciones descritas se debe asegurar de que el sistema y/o material intrínsecamente seguro cumple con los requisitos de la documentación relevante después de completar cualquiera de esas funciones.

b) Trabajo de mantenimiento en áreas no peligrosas

El mantenimiento del material eléctrico asociado y de partes de circuitos intrínsecamente seguros ubicados en áreas no peligrosas se debe restringir a lo descrito en (a) mientras tal material eléctrico o partes de circuitos permanezcan interconectados con partes de sistemas intrínsecamente seguros ubicados en áreas peligrosas. No se deben desconectar las conexiones de puesta a tierra de las barreras de seguridad sin desconectar primero los circuitos del área peligrosa.

Los otros trabajos de mantenimiento en material asociado o partes de un circuito intrínsecamente seguro instalado en un área no peligrosa se deben llevar a cabo solamente si se desconecta el material eléctrico o parte del mismo de la parte del circuito ubicado en área peligrosa.

#### **8.4.7. Puesta a tierra y uniones equipotenciales**

Se debe tener cuidado para asegurar que los dispositivos de puesta a tierra y de unión equipotencial en áreas peligrosas se mantengan en buenas condiciones ( véase el punto B6 y B7 de la tabla 2 y el punto B3 de la tabla 3)

#### **8.4.8. Condiciones de utilización**

Se aplican condiciones especiales para el uso seguro a cualquier tipo de material certificado protegido contra explosión cuando el número de certificado tiene un sufijo "X". Se deben estudiar los documentos de certificación para informarse de las condiciones de utilización.

#### **8.4.9 Material móvil y sus conexiones**

El material eléctrico móvil (portátil, transportable y manual) debe ser controlado para que solamente sea usado en áreas adecuadas a su modo de protección, grupo de gas y clase de temperatura.

#### **8.4.10 Programas de inspección (tablas 1 a 3)**

- A. El material es el adecuado para la clasificación del área. Véase CEI 60079-14
- B. El grupo de material es correcto.
- C. La temperatura superficial máxima es correcta.
- D. Identificación de los circuitos del material: El propósito de este requisito es para asegurar que el material puede ser correctamente seccionado, cada vez que se tenga que efectuar un trabajo. Esto se puede lograr de diferentes formas, tales como:
  - a. El material dispone de una etiqueta permanentemente que especifica la fuente de alimentación.
  - b. El material dispone de un número de identificación o el cable dispone de un número de identificación en las proximidades del material. La fuente de alimentación se puede determinar a partir de un plano o diagrama, usando el número de identificación del material o del cable.
  - c. El material está indicado en forma clara y precisa en un plano, en el que la fuente de alimentación está identificada, tanto en forma directa o indirecta, por medio de un diagrama.

Por razones de seguridad, es necesario confirmar en la inspección inicial, para todo el material, que la información es correcta. Se debe verificar la disponibilidad de la información necesaria, para todo el material, en la inspección periódica. La verificación de que la información es correcta, se debe realizar en el curso de una inspección detallada,

cuando el circuito está seccionado de la fuente de energía para realizar otras verificaciones detalladas.

E. Dispositivos de entrada de cable: La verificación de la robustez de los dispositivos de entrada de cable en una inspección cercana se puede realizar a mano sin la necesidad de quitar las cintas o cubiertas de protección contra la intemperie. Las inspecciones detalladas puede necesitar que se desarme la entrada de cable.

F. El tipo de cable es adecuado. Véase CEI 60076-14, apartado 9.2 y 9.3

G. Sellado: El sellado de canalizaciones, tubos y/o conductos es satisfactorio.

Véase CEI 60079-14, apartado 9.1.5.

H. Sobrecargas: Véase CEI 60079-14, capítulo 7 y apartado 11.2 relativas a las máquinas eléctricas rotativas.

Es necesario verificar que:

El dispositivo de protección está ajustado a la corriente nominal  $I_N$  (en la inspección inicial y detallada).

Las características del dispositivo de protección son tales que operará en 2 horas o menos a 1,20 veces la corriente de ajuste (nominal), y no opera antes de 2 horas a 1,05 veces la corriente de ajuste (nominal) (en la inspección inicial)

## **8.5. Requisitos adicionales para programas de inspección**

8.5.1. Modo de protección “d”- Envoltente antideflagrante. (Véase la tabla 1 y CEI 60079-1)

A. Juntas antideflagrantes (Véase CEI 60079-1, apartado 4.4.1)

Cuando se vuelven a montar las envoltentes antideflagrantes, se deben limpiar todas las juntas minuciosamente y lubricar ligeramente con una grasa adecuada para evitar la corrosión y ayudar a la protección contra la intemperie. Los orificios roscados para los bulones se deben mantener libres de grasa. Solamente se pueden usar cepillos no metálicos y fluidos de limpieza que no sean corrosivos para limpiar las juntas.

Normalmente no se considera necesario verificar los juegos diametrales de varillas, espigas, ejes y juntas roscadas, a menos que haya una evidencia de desgaste, distorsión, corrosión u otro daño, en cuyo caso se deben consultar los documentos del fabricante.

Las juntas que no son aptas para ser desarmadas en servicio normal, no necesitan someterse a las verificaciones de inspección A10 y A11 de la tabla 1.

8.5.2. Modo de protección “e” – Seguridad aumentada. Véase la tabla 1 y CEI 60079-7)

A. Sobrecargas: Los devanados de los motores Ex “e” están protegidos por dispositivos adecuados para asegurar que no se pueda exceder en servicio la temperatura límite (incluyendo el caso de bloqueo del motor).

Por consiguiente, es necesario verificar que el dispositivo de protección esté seleccionado de manera que el tiempo de disparo en frío para la relación de corriente  $I^A / I^N$  del motor a ser protegido, determinado a partir de las características de retardo del dispositivo de protección, no es mayor que el tiempo establecido  $t^E$  en la placa de marcado del motor (en la inspección inicial).

Dependiendo de la experiencia, puede ser o no necesario medir los tiempos de disparo mediante la inyección de corriente en la inspección inicial y/o periódica. El tiempo de disparo en operación real debe ser el mismo que el tiempo tomado de las características de retardo con una tolerancia máxima de +20%.

#### 8.5.2. Modo de protección “i” – Seguridad intrínseca. (Véase la tabla 2 CEI 60079-11)

A. Documentación: La documentación indicada en la tabla 2 debe, como mínimo, incluir detalles de:

- a. Documentos sobre la seguridad de los circuitos, si es aplicable,
- b. Fabricante, tipo de material y número de certificado, categoría, grupo de material y clase de temperatura;
- c. Cuando es aplicable, parámetros eléctricos tales como capacidad y autoinducción, longitud, tipo y trazado de los cables;
- d. Requisitos especiales del certificado de los materiales, y métodos detallados mediante los cuales tales requisitos se cumplen en instalación en particular;
- e. Ubicación física de cada elemento en la planta.

B. Etiquetas: Se deben inspeccionar las etiquetas para asegurar que son legibles y cumplen con las exigencias establecidas en la documentación apropiada, para asegurar que el material realmente montado es el especificado.

Modificaciones no autorizadas: Los requisitos para verificar que existen “modificaciones no autorizadas” puede presentar algunos problemas, debido a que es difícil detectar alteraciones, por ejemplo, en un circuito impreso. Puede ser factible utilizar el hecho de que la soldadura asociada con la mayoría de las reparaciones/alteraciones no es del mismo tipo o calidad que la original. Puede ser útil contar con fotografías de las placas originales, acompañadas de listas de componentes claves sobre los cuales depende la seguridad del circuito.

C. Dispositivos de interfase entre circuitos intrínsecamente seguros y circuitos que no los son: Se deben inspeccionar las barreras de seguridad intrínseca de diodos para asegurar que se ha utilizado el tipo correcto de barrera y que todos los dispositivos están firmemente fijados a la barra de puesta a tierra, de forma tal que proporcione una buena continuidad de la puesta a tierra.

Las instalaciones se deben inspeccionar para asegurar que los relés y los dispositivos similares que actúan como barreras de seguridad entre circuitos, no están dañados por operación repetitiva o vibraciones que reducen la separación requerida.

D. Cables: Se deben inspeccionar las instalaciones para asegurar que los cables utilizados cumplen con la documentación. Se debe prestar especial atención a la utilización de conductores de reserva en cables multiconductor que contienen más de un sistema de seguridad intrínseca, así como a la protección proporcionada cuando se montan en el mismo tubo, conducto o bandeja, cables que contienen sistemas de seguridad intrínseca y otros cables.

Apantallado de cables: Se deben inspeccionar las instalaciones para asegurar que las pantallas de los cables están puestas a tierra de acuerdo con la documentación apropiada. Se debe prestar especial atención a las instalaciones que utilizan cables multiconductores que contienen más de un sistema de seguridad intrínseca.

E. Conexiones punto a punto: Esta verificación se requiere solamente en la inspección inicial.

Continuidad de la conexión a tierra de los circuitos no aislados galvánicamente: Se debe medir en la inspección inicial la resistencia de la conexión a tierra entre circuitos de seguridad intrínseca y el punto de puesta a tierra.

La medida se debe realizar utilizando un instrumento específicamente diseñado para uso en circuitos de seguridad intrínseca.

Se debe medir periódicamente una muestra representativa de las conexiones, seleccionadas por la persona responsable, para confirmar la integridad de la comunidad de las mismas.

F. Conexiones de puesta a tierra que mantienen la integridad de la seguridad intrínseca: Se debe medir según se indica en 4.3.8, la continuidad de la conexión a tierra necesaria para mantener la integridad del sistema de seguridad intrínseca (por ejemplo, la pantalla de puesta a tierra del transformador, la masa de los relés de barreras de seguridad).

No existen requisitos para medir la impedancia del lazo de unión a tierra de los aparatos asociados alimentados de red con circuitos de seguridad intrínseca que no sean los

requeridos para la protección contra descargas eléctricas en la instrumentación normal de salas de control. Puesto que en algún equipamiento la puesta a tierra de seguridad intrínseca está conectada internamente a la carcasa del equipo o entre la carcasa del equipo y el panel de control) e deben realizar utilizando un instrumento específicamente diseñado para uso en circuitos de seguridad intrínseca.

**Puesta a tierra y/o aislamiento de circuitos de seguridad intrínseca:** Es necesario comprobar el aislamiento de los circuitos de seguridad intrínseca, para confirmar que están puestos a tierra o que están totalmente aislados de tierra, según lo que se requiera en las condiciones originales de diseño.

El ensayo de aislamiento de sistemas o circuitos de seguridad intrínseca, se debe llevar a cabo utilizando solamente un dispositivo de ensayo específicamente aprobado para la conexión a los mismos.

Cuando, para realizar estos ensayos, se desconecte la conexión normal a tierra, el control sólo se puede efectuar si la planta no presenta riesgos de presencia de atmósfera explosiva, o si se desconecta la alimentación de todos los circuitos dependientes de la conexión a tierra. Solamente se requiere efectuar este ensayo mediante muestreo.

**G. Separación entre circuitos de seguridad intrínseca y circuitos no intrínsecamente seguros:** Se deben inspeccionar las cajas de unión y las cajas que contienen barreras de seguridad, para verificar que no contienen cableado no especificado en la documentación de aplicación para cualquier sistema que pase por ellas. Véase también los apartados 12.2 y 12.3 de CEI 60079-2.

**Modo de protección “p”–Envoltente presurizada.(Véase la tabla 3 de CEI 60079-2)**

Véase el capítulo 13 de CEI 60079-14.

### **8.5.2. Material utilizado en zona 2**

El material protegido frente a explosión, se debe inspeccionar de acuerdo con la columna apropiada de las tablas 1, 2 y 3.

El material cubierto por el capítulo 14 y por el apartado 5.2.3 puntos b o c de CEI 60079-14, se debe inspeccionar de acuerdo con las columnas Ex “n” de la tabla 1.

**Envoltentes con respiración restringida:** Con la excepción de las luminarias, los dispositivos con respiración restringida se deben someter a ensayos periódicos de presión (véase CEI 60079-15), con una periodicidad de 6 meses o más si la experiencia lo aconseja.



Tabla n° 8.1. Programa de inspección para instalaciones Ex "d", Ex "e" y Ex "n" (D= detallada; C= cercana y V=visual)

Verificar que:	Ex "d"			Ex "e"			Ex "n"		
	Grado de la inspección								
	D	C	V	D	C	V	D	C	V
<b>A MATERIAL</b>									
1 El material es adecuado a la clasificación del área	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 El grupo de material es correcto	*	*		*	*		*	*	
3 La clase de temperatura del material es correcta	*	*		*	*		*	*	
4 La identificación de circuito del material es correcta	*			*			*		
5 La identificación del circuito del material está disponible	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6 La envolvente, las piezas de vidrio y las juntas de cierre y/o las juntas selladas para uniones de vidrios con metal están correctas	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7 No hay modificaciones no autorizadas	*			*			*		
8 No hay modificaciones no autorizadas visibles		*	*		*	*		*	*
9 Los bulones, los dispositivos de entrada de cable (directa e indirecta) y los tapones ciegos son del tipo correcto y están completos y firmes:									
- verificación física	*	*		*	*		*	*	
- verificación visual			*		*				*
10 Las superficies de las juntas planas están limpias y sin daño, y las juntas de estanquidad, si las hay, están correctas	*			*			*		
11 Los intersticios de las juntas planas están dentro de los valores máximos permitidos	*	*							
12 Las características, el tipo y la posición de las lámparas son correctas	*			*			*		
13 Las conexiones eléctricas están firmes				*			*		
14 Las condiciones de las juntas de estanquidad son satisfactorias				*			*		
15 Los dispositivos de corte cerrados y los dispositivos herméticamente sellados están sin daño							*		
16 Las envolventes de respiración restringida están correctas							*		
17 Los motores de ventiladores tienen una separación suficiente de las envolvente y/o tapas	*			*			*		
<b>B INSTALACIÓN</b>									
1 El tipo de cable es el apropiado	*			*			*		
2 No existe daño evidente en los cables	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3 Los sellados de canalizaciones, tubos y/o conductos están correctos	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4 Las cajas de conexión y las cajas de empalme están correctamente cerradas	*			*			*		
5 Se mantiene la integridad del sistema de conducto y la interfase con sistemas mixtos	*			*			*		
6 Las conexiones a tierra, incluyendo cualquier tierra suplementaria están correctas (por ejemplo: las conexiones están firmes y los conductores tienen un diámetro suficiente)									
- verificación física	*			*			*		
- verificación visual		*	*		*	*		*	*
7 La impedancia del bucle de defecto (sistemas TN) o la resistencia de puesta a tierra (sistemas IT) es satisfactoria	*			*			*		
8 La resistencia de aislamiento está correcta	*			*			*		
9 Los dispositivos automáticos de protección eléctrica operan dentro de los límites permitidos	*			*			*		
10 Los dispositivos automáticos de protección eléctrica están ajustados correctamente (el rearme automático no es posible en zona 1)	*			*			*		
11 Se cumplen las condiciones especiales de utilización (si es aplicable)	*			*			*		
12 Los extremos de los cables que no están en servicio están correctamente protegidos	*			*			*		
13 Las obstrucciones próximas a las juntas antideflagrantes planas están en conformidad con los requisitos de la CEI 60079-14	*	*	*						
<b>C AMBIENTALES</b>									
1 El material está protegido adecuadamente contra la corrosión, la intemperie, las vibraciones y otros factores adversos	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 No existe acumulación anormal de polvo y suciedad	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3 Los aislantes eléctricos están limpios y secos	*			*			*		

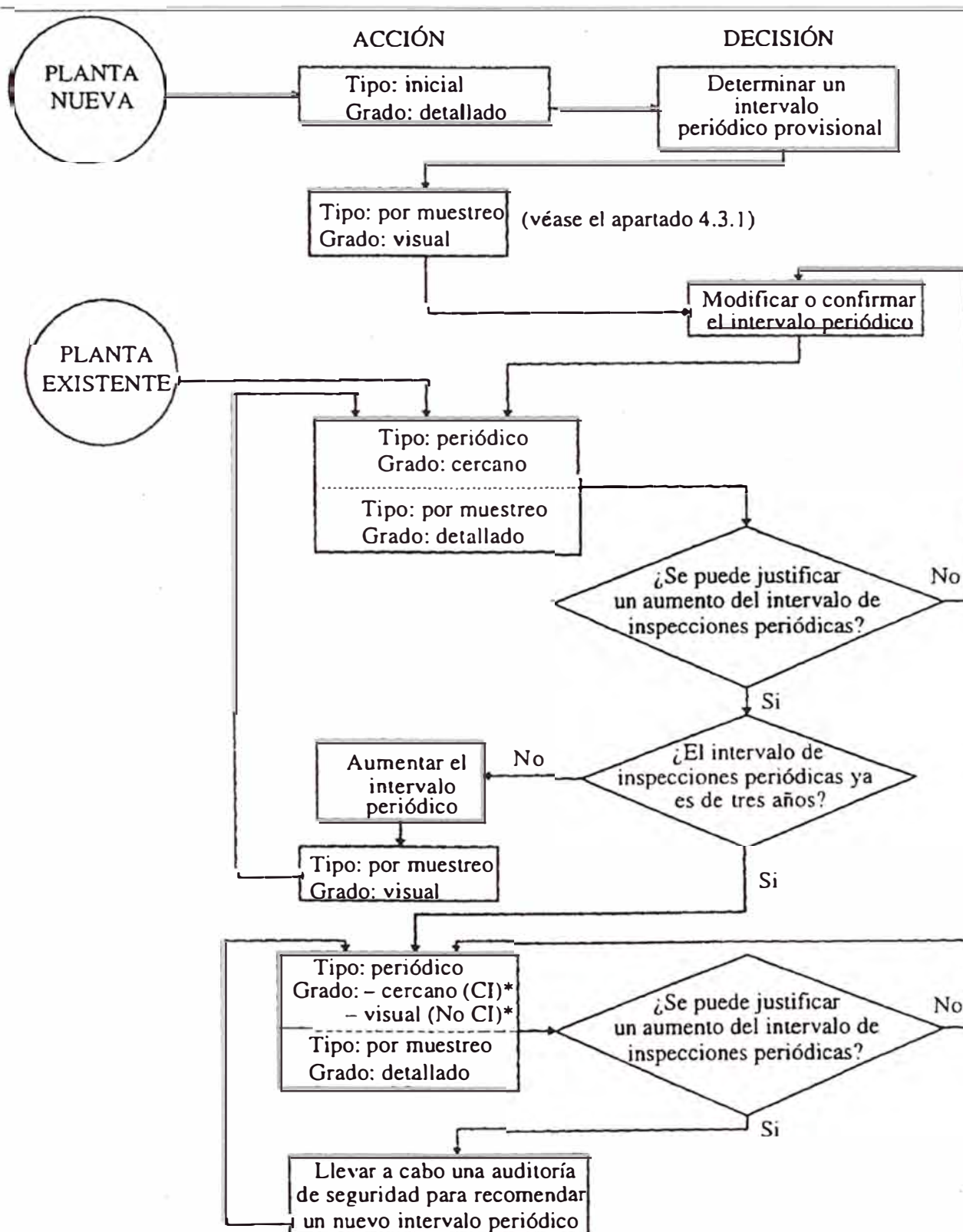
Tabla nº 8.2. Programa de inspección para instalaciones Ex “i”

Verificar que:	Grado de la inspección		
	Detallada	Cercana	Visual
<b>A MATERIAL</b>			
1 La documentación del circuito y/o del material es adecuada a la clasificación del área	*	*	*
2 El material instalado es el que se especifica en la documentación - solamente para material fijo	*	*	
3 La categoría y el grupo del circuito y/o material son los correctos	*	*	
4 La clase de temperatura del material es correcta	*	*	
5 La instalación está claramente identificada	*	*	
6 No hay modificaciones no autorizadas	*		
7 No hay modificaciones no autorizadas visibles		*	*
8 Las barreras de seguridad, los relés y otros dispositivos de limitación de energía son de un tipo aprobado, están instalados de acuerdo con los requisitos de certificaciones y están adecuadamente puestos a tierra, cuando sea necesario	*	*	*
9 Las conexiones eléctricas están firmes	*		
10 Las tarjetas de circuito impreso están limpias y sin daño	*		
<b>B INSTALACIÓN</b>			
1 Los cables están instalados de acuerdo con la documentación	*		
2 Las pantallas de los cables están puestos a tierra de acuerdo con la documentación	*		
3 No existe daño evidente en los cables	*	*	*
4 Sellado de canalizaciones, tubos y/o conductos están correctos	*	*	*
5 Todas las conexiones punto a punto están correctas	*		
6 La continuidad de las conexiones a tierra es satisfactoria (por ejemplo: las conexiones están firmes y los conductores tienen un diámetro suficiente)	*		
7 Las conexiones de tierra mantienen la integridad del modo de protección	*	*	*
8 El circuito de seguridad intrínseca está aislado de tierra o puesto a tierra solamente en un punto (según la documentación)	*		
9 Se mantiene la separación entre circuitos de seguridad intrínseca y circuitos que no son de seguridad intrínseca, en una misma caja de distribución o en una misma caja de relés	*		
10 Cuando sea aplicable, la protección contra cortocircuito de la fuente de alimentación está de acuerdo con la documentación	*		
11 Se cumplen las condiciones especiales de utilización (si es aplicable)	*		
12 Los extremos de los cables que no están en servicio están correctamente protegidos	*	*	*
<b>C AMBIENTALES</b>			
1 El material está protegido adecuadamente contra la corrosión, la intemperie, las vibraciones y otros factores adversos	*	*	*
2 No existe acumulación anormal de polvo y suciedad	*	*	*

Tabla n° 8.3. Programa de inspección para instalaciones Ex “p”

Verificar que:	Grado de la inspección		
	Detallada	Cercana	Visual
<b>A MATERIAL</b>			
1 El material es adecuado a la clasificación del área	*	*	*
2 El grupo de material es correcto	*	*	
3 La clase de temperatura del material es correcta	*	*	
4 La identificación de circuito del material es correcta	*		
5 La identificación del circuito del material está disponible	*	*	*
6 Las envolvente, las piezas de vidrio y las juntas de cierre y/o las juntas selladas para uniones vidrios con metal están correctas	*	*	*
7 No hay modificaciones no autorizadas	*		
8 No hay modificaciones no autorizadas visibles		*	*
9 Las características, el tipo y la posición de las lámparas son correctas	*		
<b>B INSTALACIÓN</b>			
1 El tipo de cable es el apropiado	*		
2 No existe daño evidente en los cables	*	*	*
3 Las conexiones a tierra, incluyendo cualquier tierra suplementaria están correctas (por ejemplo: las conexiones están firmes y los conductores tienen un diámetro suficiente)			
– verificación física	*		
– verificación visual		*	*
4 La impedancia del bucle de defecto (sistemas TN) o la resistencia de puesta a tierra (sistemas IT) es satisfactoria	*		
5 Los dispositivos automáticos de protección eléctrica operan dentro de los límites permitidos	*		
6 Los dispositivos automáticos de protección eléctrica están ajustados correctamente	*		
7 La temperatura de entrada del gas de protección. Es inferior al máximo especificado	*		
8 Los conductos, tubos y envolventes están en buen estado	*	*	*
9 El gas de protección está sustancialmente libre de contaminantes	*	*	*
10 La presión y/o el caudal del gas de protección son adecuados	*	*	*
11 Los medidores de presión y/o caudal, las alarmas y los enclavamientos funcionan correctamente	*		
12 El período de purga previo a la puesta en tensión es correcto	*		
13 Se cumplen las condiciones de instalación de las barreras anti-chispas y anti-partículas en los conductos de salida del gas que atraviesa las áreas peligrosas	*		
14 Se cumplen las condiciones especiales de utilización (si es aplicable)	*		
<b>C AMBIENTALES</b>			
1 El material está protegido adecuadamente contra la corrosión, la intemperie, las vibraciones y otros factores adversos	*	*	*
2 No existe acumulación anormal de polvo y suciedad	*	*	*

Cuadro nº 8.1. Procedimiento típico para las inspecciones periódicas



Cuadro nº 8.2. Normas internacionales citadas en esta norma con las referencias a las normas Europeas correspondientes

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras normas por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las normas referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa norma (incluyendo sus modificaciones).

NOTA 1 – En el caso en que una norma internacional haya sido modificada por modificaciones comunes CENELEC, indicado por (mod), se debe aplicar la EN/HD, correspondiente.

NOTA 2 – Si la norma mencionada a continuación pertenece a la serie EN 50000, se debe aplicar esta norma europea en lugar de la norma internacional.

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente <sup>1)</sup>
CEI 60079-0	1983	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 0: Reglas generales	EN 50014	1992	UNE-EN 50014:1995
CEI 60079-1	1990	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 1: Construcción, verificación y ensayos de los envoltentes antideflagrantes del material eléctrico	EN 50018	1994	UNE-EN 50018:1996
CEI 60079-2	1983	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 2: Material eléctrico con modo de protección "p"	EN 50016	1995	UNE-EN 50016:1996
CEI 60079-7	1990	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Seguridad aumentada "e"	EN 50019	1994	UNE-EN 50019:1997
CEI 60079-10	1995	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Clasificación de áreas peligrosas	EN 60079-10	1996	UNE-EN 60079-10:1997
CEI 60079-11	1991	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Seguridad intrínseca "i"	EN 50020	1994	UNE-EN 50020:1997
CEI 60079-14	1996	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 14: Instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (a excepción de las minas)	EN 60079-14	1997	UNE-EN 60079-14:1998
CEI 60079-15	1987	Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 15: Material eléctrico con modo de protección "n"	–	–	
CEI 60364	Serie	Instalaciones eléctricas en edificios	HD 384	Serie	UNE 20460 serie
CEI 60364-6-61 (mod)	1986	Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 6: Verificación.	HD 384.6.61 S1	1992	UNE 20460-6-61:1994
A1	1993	Capítulo 61: Verificación inicial	–	–	

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### **Exigencias Administrativas Para Un Proyecto Nuevo y para las instalaciones existentes**

#### **Reglamentación aplicable**

#### **Código Nacional de Electricidad**

En el código hace referencias en el Tomo V, Capítulo 6: **Instalación en emplazamientos especiales**, y en ningún párrafo se hace mención a las normas a considerarse para los diferentes puntos de las Atmósferas Explosivas, tampoco en él referencia considerar el **Reglamentos de normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos**.

En el no encontramos las exigencias adecuadas para el diseño, montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento de este tipo de instalaciones.

#### **Reglamentos de normas para la refinación y procesamiento de hidrocarburos**

#### **Título IV: De la autorización de construcción y funcionamiento**

#### **Autorización de construcción y funcionamiento**

Artículo 9o.- Si se desea construir nuevas refinerías o plantas de procesamiento de hidrocarburos, o agregar nuevas instalaciones en las refinerías y plantas existentes que impliquen un aumento de la capacidad de procesamiento o impliquen la producción de nuevos productos, deberán obtener la aprobación de la Dirección General de Hidrocarburos, previo al inicio de la Construcción. La solicitud de autorización incluirá la siguiente documentación:

1. Memoria descriptiva del proyecto, que contendrá lo siguiente:
  - b) Descripción de las unidades de procesamiento y de servicios proyectadas, naturaleza y origen de las materias primas, capacidad de procesamiento y producción, naturaleza y destino de los productos y subproductos. *En esta parte debe solicitarse una lista de las sustancias tóxicas e inflamables, mencionando sus características..*

2. Planos relativos al proyecto, incluyendo diagramas de flujo de proceso, planos de ubicación, arreglo de planta y de equipos, sistemas de contraincendio, principales elevaciones, cortes y especificaciones de equipos, y toda información que permita verificar en lo posible el cumplimiento de las normas y disposiciones dadas en este Reglamento. *En esta parte no se menciona, como mínimo, la obligación de presentar un plano de clasificación de áreas peligrosas.*

5. Relación de los profesionales colegiados responsables de la ejecución del proyecto. *En esta parte no se hace mención expresa de que deben existir profesionales con experiencia en la supervisión de áreas con presencia de atmósferas explosivas, no definen al profesional responsable de la ejecución del proyecto.*

6. Informe de una empresa Auditora Técnica, sobre calificación de la seguridad técnica de las instalaciones proyectadas. *No se tiene un anexo, con una relación de las empresas auditoras homologadas al respecto, para nuestro país. En definiciones se menciona Auditoría Técnica.- Proceso analítico que consiste en exámenes técnicos, realizados por personas jurídicas inscritas en el Registro de Empresas de Auditoría e Inspectoría de la Dirección de Fiscalización de la Dirección General de Hidrocarburos, de acuerdo con el Decreto Supremo No 012-93-EM -Reglamento del Decreto Ley No. 25763.*

**Resumen:** No existe la exigencia de la emisión de un proyecto especial de las instalaciones con riesgos de incendio y/o explosión (atmósferas explosivas), donde como mínimo debe exigirse presentar el plano de clasificación de áreas peligrosas, la lista de fuentes de escape, lista de las sustancias explosivas a manipular.

#### **Aprobación u observación de proyectos**

Artículo 10o.- La DGH aprobará u observará el proyecto presentado en un plazo no mayor de treinta días calendario, en caso contrario éste quedará aprobado tal como lo propuso el responsable del proyecto.

De existir observaciones éstas deberán absolverse en un plazo máximo de sesenta días calendario, caso contrario se declarará en abandono la solicitud.

#### **Autorización de Instalación**

Artículo 11o.- Aprobado el proyecto, la Dirección General de Hidrocarburos expedirá una resolución directoral de Autorización de Instalación.

#### **Informe a DGH. Inspección. Pruebas**

Artículo 12o.- Terminada la etapa de construcción, el responsable del proyecto participará de ello por escrito a la DGH, solicitando que se ordene la inspección y se hagan las pruebas



que fueran necesarias, con el objeto de obtener la Autorización de Uso y Funcionamiento. *No se indica en que estándar o norma tomar como referencia y sobre el tema de áreas peligrosas no se menciona.*

## **Titulo V: Del diseño y la construcción**

### **Capitulo 1: Generalidades**

#### **De las refinerías y plantas de procesamiento**

En las Refinerías y plantas de procesamiento de hidrocarburos, **en tanto no se tenga normas nacionales**, deberán ser diseñadas y construidas de acuerdo con los códigos y estándares internacionales reconocidos en la industria de la refinación y procesamiento de hidrocarburos, especial en los aspectos relativos a la seguridad del personal e instalaciones, control de la contaminación ambiental y conservación de la energía.

#### **Discrepancia entre otras**

En caso de discrepancia entre códigos y estándares o entre estas y las normas indicadas en el presente reglamento, prevalecerán las que den mayor seguridad a las instalaciones.

#### **Deficiencias de seguridad**

Acorde con su complejidad, características de inflamabilidad de los productos manufacturados y grado de riesgo de las condiciones inseguras, presentarán un programa de adecuación a las disposiciones pertinentes del presente capítulo del Reglamento, acompañado del examen especial llevado a cabo por una empresa de Auditoría Técnica, en el que se describa las acciones e inversiones necesarias a efectuar.

Hace mención a las normas NFPA y API.

### **Capitulo II: Disposición en planta**

#### **Cuartos de control**

Deben ser presurizados y de tener aire acondicionado por lo menos a 12 metros sobre el nivel del piso para evitar el ingreso de hidrocarburos y gases tóxicos.

#### **Sistemas de seguridad**

Artículo 32o.- Los sistemas de generación y distribución de vapor, energía eléctrica, agua cruda, agua tratada y aire comprimido, deberán localizarse lo más lejos posible de las unidades de proceso, por seguridad. Los generadores de vapor y electricidad deberán estar a no menos de 35m de distancia de los equipos de proceso o tanques de almacenamiento de bajo punto de inflamación, a fin de que puedan seguir operando en caso de fuego o explosiones de equipos adyacentes. Equipos paquetes de generación de vapor no críticos

que son usados principalmente en arranques de planta pueden ser localizados dentro de las áreas de proceso.

### **Capítulo III: Equipos y sistemas**

#### **Sistemas de instrumentación y control**

Artículo 55o.- La selección, diseño, e instalación de instrumentos y sistemas de control, deberá realizarse de acuerdo con los códigos, estándares y prácticas de diseño recomendadas en el ANSI B 16.5, 31.3 y C2; NEMA ICS-6 e ICS-2; API RP 550 y 551; NFPA 70; ISA S51.1 y el Manual de Estándares de Medición de Petróleo del API, o equivalentes.

#### **Sistemas eléctricos**

Artículo 56o.- Los sistemas eléctricos deberán ser seleccionados, diseñados e instalados de acuerdo con el Código Eléctrico del Perú, y los códigos y estándares NFPA 70 (NEC), NES de la NBS, API, ANSI, NEMA e IEEE o equivalentes.

#### **Clasificación de área**

Artículo 57o.- Los sistemas eléctricos deberán ser seleccionados, diseñados e instalados de acuerdo con la clasificación de Área que le corresponda.

La clasificación de Área para instalaciones eléctricas deberá estar de acuerdo con la última edición de los estándares **API RP-500**.

#### **Conexión a tierra**

Artículo 58o.- Los sistemas de conexión a tierra de las instalaciones eléctricas, estructuras y equipos deberán ser diseñados y construidos de acuerdo con el Código Eléctrico del Perú y los códigos y estándares NFPA 70 (NEC), NFPA 78, NBSA, IEEE 1442 o equivalentes.

#### **Sistemas de iluminación**

Artículo 59o.- Los sistemas de iluminación deberán ser diseñados e instalados de acuerdo con las especificaciones del Código Eléctrico del Perú y códigos y estándares NFPA 70-NEC, NEMA y API RP 540, o equivalentes.

#### **Recubrimiento a prueba de fuego**

Artículo 61o.- Todos los recipientes, estructuras de acero, soporte de recipientes, hornos, enfriadores de aire, soportes de tuberías y otros equipos que contengan material inflamable, **instrumentos y cables eléctricos** que sean vitales durante emergencias.

#### **Sistema contra incendio**

Artículo 63o.- Las Refinerías y Plantas de Procesamiento de Hidrocarburos deberán ser provistas de instalaciones y equipos para la lucha Contra incendio acordes con su tamaño,

complejidad y características de los productos que manufacturan, de acuerdo con las normas establecidas en el Reglamento de seguridad para las Actividades en Hidrocarburos. *En este Reglamento, como en el CNE, no menciona, por ejemplo, las consideraciones para los sistemas de detección extinción de incendio en CCM, CP, CMT, CAT y de los ambientes de las SEs y Centros de distribución. Recordemos que están a cierta distancia de las áreas de proceso, por tanto, existe probabilidad de tener presencia de atmósfera explosiva, y estar en peligro, más aun si no se realiza un buen diseño.*

## **Capítulo VI: De la operación y mantenimiento**

### **EQUIPOS COMPETENTES PARA REPARACIONES**

**Artículo 69o.-** *Las reparaciones o mantenimiento de equipos eléctricos deberán ser efectuados por personas competentes, quienes deben verificar que el equipo esté aislado de los circuitos eléctricos antes de efectuar la reparación, ajustes o pruebas.*

Carteles de atención deberán ser colgados o fijados a los interruptores principales para prevenir su conexión accidental cuando los trabajos de reparación o mantenimiento se están realizando. Después que las reparaciones se han terminado, una persona competente deberá certificar que el equipo está mecánica y eléctricamente en condiciones de operación.

#### **Operación:**

##### **Personal de operación. Procesos y servicios**

**Artículo 71o.-** El personal de operación de las unidades de proceso y servicios deberá ser provisto de manuales detallados de operación, incluyendo los procedimientos de arranque y paro de planta, procedimientos para situaciones de emergencia por falla en el suministro de combustible, aire de instrumentos, **energía eléctrica**, vapor, **paro de bombas** de alimentación, etc.

##### **Implementos de protección**

**Artículo 73o.-** El personal de operación deberá ser dotado de todos los implementos de protección que sean necesarios según la naturaleza y grado de riesgo de su labor, tales como los que se indican en el **artículo 64° (error en el Reglamento)**.

##### **Cumplimiento de normas de seguridad**

**Artículo 78o.-** Las Refinerías y Plantas de Procesamiento deberán dar cumplimiento a las normas y disposiciones contenidas en el Reglamento de Seguridad para las Actividades en Hidrocarburos, así como las indicadas en el presente Reglamento.

##### **Manuales de seguridad**

Artículo 79o.- Se deberá contar con manuales de seguridad para cada unidad y hacerla de conocimiento de todo el personal de operación. Los aspectos que serán cubiertos incluirán:

a) Identificación de los riesgos mayores y su localización en la Planta. *Se debe incluir las áreas peligrosas, además de identificar con unos avisos definidos por algunos estándares que indiquen la presencia de atmósferas explosivas.*

b) Instrucciones sobre la disponibilidad y uso de los equipos de seguridad y contraincendio. *Deben incluir los SCI de equipos y sistemas de eléctricos, tal y como los reglamentos de países, y que Repsol YPF lo contempla en sus normas corporativas que están de acuerdo a las normas NFPA*

c) Planes detallados de contingencias en el caso de fuego o explosión.

d) Instrucciones sobre las acciones a seguir en caso de accidentes.

### **Precaución frente a fugas**

Artículo 83o.- Se deberá tomar medidas de precaución de protección al personal contra posibles fugas de ácido **sulfhídrico**, especialmente en áreas vecinas a los sistemas de desulfurización y recuperación de azufre. Se instalarán monitores de ácido sulfhídrico y alarmas. Se proporcionará máscaras con filtros y se entrenará al personal sobre los peligros de este gas.

### **Protección contra descargas de electricidad:**

Artículo 84o.- Se deberán tomar las medidas de protección contra descargas de electricidad estática en el llenado de tanques y recipientes: Instalando las conexiones a tierras, previendo el chorreo de líquidos en los tanques cuando el nivel del líquido esté debajo de la línea de llenado y reduciendo las velocidades de los líquidos a menos de 1 metro por segundo.

### **Inspección de equipos:**

Artículo 86o.- La inspección de los equipos deberá ser realizada por inspectores calificados, quienes deberán mantener información actualizada de los equipos, que incluya: *No especifica del tipo de cualificación de los inspectores ó especialistas para el programa de inspección de los equipos eléctricos, en las áreas clasificada.*

### **Permiso de trabajo**

Artículo 88o.- Ningún trabajo de construcción, reparación, mantenimiento o servicio podrá realizarse si no se cuenta con el permiso de trabajo correspondiente en frío o en caliente y otorgado por el personal autorizado.

Los permisos de trabajo son válidos sólo para:

- a) El día y hora autorizados.
- b) La unidad, equipo o área específica que en dicho permiso se debe indicar.

### **Trabajo en caliente. Implicancias:**

Artículo 89o.- Los permisos de trabajo en caliente se requieren cuando existe la posibilidad de fuego en instalaciones con material inflamable, en operaciones que implican por ejemplo:

- j) Todo trabajo que se realice en instalaciones eléctricas, así estén desenergizadas.

### **Definiciones**

#### **Nomenclatura**

ANCA: Asociación para Acondicionamiento y Movimiento de Aire.

ANSI: Instituto Americano de Estándares Nacionales.

API: Instituto Americano de Petróleo.

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

ASTM: Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.

CTI: Instituto de Torres de Enfriamiento.

HIS: Instituto de Estándares de Hidráulico.

IEEE: Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos.

ISA: Sociedad Americana de Instrumentación.

NBS: Agencia de Estándares Nacionales.

NEC: Código Eléctrico Nacional.

NEMA: Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos.

NFPA: Asociación Nacional de Protección Contra incendio.

TEMA: Asociación de Fabricantes de Intercambiadores Térmicos.

UBC: Código Uniforme de Construcción.

UL: Laboratorios Underwriter.

### **Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos**

#### **Capítulo IV:**

##### **Instalaciones eléctricas. Normatividad**

**Artículo 50o.-** Las instalaciones eléctricas se harán de acuerdo a la última versión de la Norma NFPA 70. La clasificación de áreas se hará según el API RP-500.

##### **Electricidad estática y conexiones a tierra**

**Artículo 51o.-** Las instalaciones relativas a electricidad estática y conexiones a tierra cumplirán con la última versión de la Norma NFPA-77.

**Diseño y selección compatibles con clasificación de área**

**Artículo 55o.-** El diseño de las instalaciones eléctricas y la selección de los equipos y materiales que se empleen en áreas Clase I Div. 1 y 2, se deberá realizar de acuerdo al NFPA compatibles con la clasificación de área. Los equipos y materiales a prueba de explosión utilizados en este tipo de instalaciones deberán tener inscripciones o certificación que indique la clase, división y grupo correspondiente a la clasificación de área y temperatura de ejecución.

**Estructura metálicas. Conexión a tierra**

**Artículo 58o.-** Todas las estructuras metálicas, bombas, plataformas, tanques y otros, deberán poseer una correcta puesta a tierra. Las partes con corriente estática deberán tener puestas de tierra independiente de aquellos elementos con corriente dinámica.

**Sistemas de pararrayos. Conexión a tierra**

**Artículo 59o.-** En zonas con tormentas eléctricas, se preverá que las instalaciones dispongan de adecuados sistemas de protección mediante pararrayos y conexiones a tierra.

Según lo indicado por **El Reglamentos de Normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos**, utilizamos las normas referenciadas en ella.

En particular en Repsol-YPF Perú, se ha confeccionado las normas corporativas para su grupo, las cuales toman como base las normas europeas y americanas.

## ANEXO B

### Reglamentación vigente, y la normativa de atmósferas explosivas en el Perú

En el Perú contamos al respecto con dos reglamentos en las que hacen mención al tema de atmósfera explosivas las cuales describiremos a continuación:

#### Código nacional de electricidad

Tomo 5 - Sistema de Utilización en el Capítulo 6, esta vigente, y en él clasifica las áreas de la siguiente forma:

Cuadro n° B1



## **Reglamentos de normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos**

Titulo V – Capitulo III Equipos y Sistemas (artículos desde 55 hasta el 63)

Sistemas de instrumentación y control: artículo 55, hace referencia a los estándares de la ANSI, NFPA 70, API RP 550.

Sistemas eléctricos: artículo 56, los sistemas eléctricos deben ser seleccionados, diseñados e instalados de acuerdo con Código Eléctrico del Perú y los códigos estándares NFPA 70 (NEC), NES de la NBS, API, ANSI, NEMA e IEEE o equivalentes.

Clasificación de área: La clasificación de área para instalaciones eléctricas deberá estar de acuerdo con la ultima edición de los estándares API RP-500.

Conexión a tierra: Los sistemas de conexión a tierra de las instalaciones eléctricas, estructuras y equipos deberán ser diseñados y construidos de acuerdo al Código Eléctrico del Perú y los códigos estándares NFPA 70 (NEC), NFPA 78, NBSA, IEEE 1442 o equivalentes

Sistemas de Iluminación: Los sistemas de iluminación deberán estar diseñados e instalados de acuerdo al Código Nacional de Electricidad y al estándar NFPA 70 (NEC), NEMA, API RP 540 o equivalentes

Sistemas de contra incendio: Las refinerías y plantas de procesamiento de Hidrocarburos deberán ser provistas de instalaciones y equipos para la lucha contra incendio de acorde con su tamaño y complejidad y características de los productos que manufacturan, de acuerdo con las normas establecidas en el Reglamento de Seguridad para las actividades en Hidrocarburos

### **Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos**

En el capitulo IV – Instalaciones Eléctricas desde el artículo 50 hasta el 59

Hace referencia a la NFPA 70, y que la clasificación de áreas se realizara según la API RP 500. Referente a la electricidad estática se toma como referencia a NFPA-77



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Los reglamentos existentes en el país al respecto, deberían revisarse tomando como referencia las mejoras alcanzadas en otros países, tanto en la parte técnica como en gestión.
2. La directiva 1999/92/CE (ATEX 137) contiene importantes mejoras al respecto del asunto de emplazamientos peligrosos, pues esta directiva es relativa establece a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas. Fue aprobada por el Parlamento Europeo el 16 de Diciembre de 1.999 y se publicó el 28 de Enero de 2.000, en España entra en vigencia el 30 de Junio de 2.003. Compromete al empresario a tomar medidas, prevé una clasificación de zonas, realizada por el empresario, de las áreas donde puedan formarse atmósferas explosivas y determinar que grupos y categorías de aparatos y sistemas de protección deben ser usados en cada zona.
3. Es inevitable que estas situaciones pasen desapercibidas. En el caso puntual de España se ha emitido un Real Decreto. Creando entidades autorizadas para impartir adiestramiento a empresas y personas que estén involucradas en el tema, además que crean nuevas fuentes de empleo en las entidades colaboradoras del gobierno (OCAS), con este sistema se tiene que destinar personal apto para realizar inspecciones en esta materia, esto lógicamente lleva consigo todo un proceso, pero que bien gestionado, provee a las personas e instalaciones un ambiente de trabajo más seguro.
4. De un breve análisis del Reglamento de Normas para la Refinación y procesamiento de Hidrocarburos, no se encuentra alcances que definan los diseños para los sistemas contra incendio de los cuadros eléctricos en las subestaciones, de los ambientes de los transformadores y zonas de cables eléctricos.

5. Para los sistemas contra incendio, no existe en las refinerías actuales del país una gestión eficaz al respecto, por una simple razón “no existe un reglamento específico que obliga a los empresarios a realizar inversiones para implementar estos sistemas”. Una de las razones es que en tiempos pasados, no existía las herramientas electrónicas y de software (todos ellos homologados para el efecto) para exigir una mejor gestión de seguridad en las empresas que tengan riesgos de salud laboral.
6. Una de las debilidades del reglamento peruano actual, es que no contempla la existencia de un plan de inspección, mantenimiento de estos sistemas. En el deben definirse quien realiza estos trabajos. Se ha analizado que en el nuevo Reglamento de baja tensión Español, adecuado a las directivas de la Comunidad Europea, se deberá efectuar revisiones periódicas, ejecutadas por instaladores autorizados o técnicos competentes. En los reglamentos, para el caso específico de inspección y mantenimiento, no menciona las normas internacionales para este punto, claro está que estos equipos y sistemas son especiales y su inspección, mantenimiento, reparación y modificación también son especiales, y solo deben hacerlo personal idóneo en el tema. Esta debe ser una manera de crear mano técnica calificada para estos aspectos, para asegurar un óptimo funcionamiento de estos sistemas y mantener el nivel de seguridad de las instalaciones.

## RECOMENDACIONES

1. En el Perú, se puede poner en marcha una política de forma tal de crear empleo y mano de obra calificada, las cuales repercuten en mejoras sociales del país, así como elevar nuestro nivel científico e investigación. Ello solo se logra promoviendo un reglamento, similar a las dos directivas europeas comentadas.
2. La directiva Europea 1999/92/CE (ATEX 137) contiene mejoras importantes en los emplazamientos peligrosos para la salud del trabajador, quien se encuentra expuesto diariamente a riesgos, los mismos que podemos adecuar a la reglamentación del Perú.
3. La directiva Europea 94/9/CE (ATEX 100) relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas, fue aprobada por el parlamento europeo el 23 de Marzo de 1994, el mismo que fue puesta en marcha en España por el RD 400/1996 de 1 de Marzo de 1996. Aplica a material eléctrico y no eléctrico. Obliga a la homologación de conceptos y marcado de equipos, así como crea responsabilidades, tanto a los fabricantes como a los que realizan el montaje de los equipos y los empresarios para realizar sus inspecciones y mantenimientos adecuados a los certificados.
4. Se puede promover a profesionales a especializarse en la materia de atmósferas explosivas, para mejorar los frentes al respecto, toda vez que estamos entrando a los años del gas natural, y que en sus instalaciones se presentan estas instalaciones. Los ministerios deben empezar a tomar la respectiva importancia al asunto, para disminuir los riesgos.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Ministerio de energía y minas. “Código Nacional de Electricidad del Perú”. Dirección general de electricidad- Perú- 1982.
- (2) Ministerio de energía y minas. “Reglamentos de normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos”. Dirección general de hidrocarburos-Perú- 1993.
- (3) Ministerio de energía y minas. “Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos”. Dirección general de Hidrocarburos-Perú- 1993.
- (4) Parlamento Europeo. “Directiva ATEX 94/9/CE”. Dirección de investigación técnica del parlamento europeo-Europa-1994.
- (5) Parlamento Europeo “Directiva 1999/92/CE”. Dirección de investigación técnica del parlamento europeo-Europa-1999.
- (6) Ministerio de Industria. “Reglamento Electrotécnico de baja tensión Español”, Boletín oficial Español – España - revisada en septiembre del 2002.
- (7) Montoliu Gili, Antonio. “Fuego y la electricidad en instalaciones de baja y alta tensión”. España- 1998.
- (8) Instituto Superior de la Energía ISE. “Manual de operación de Refinerías”. Instituto ISE – España- 2003.
- (9) Grupo Repsol-YPF. “Especificaciones de diseño (ED)” Central de ingeniería de Repsol-YPF- España- con ultimas revisiones al 2004
- (10) FLENDER LOHER. “Manual para selección de motores eléctricos de baja tensión, para emplazamientos potencialmente explosivos”. FLENDER LOHER – Alemania-2003.
- (11) ABB. “Manual para selección de motores eléctricos de baja tensión, para emplazamientos potencialmente explosivos”. ABB – Alemania-2003.
- (13) CEAG NORTEM SA. “Compendio para instalaciones en atmósferas explosivas”. CEAG NORTEM SA-España-2000.
- (14) NORTEM. “Material antideflagrante, seguridad aumentada y seguridad intrínseca”. NORTEM-España-1999.
- (15) STAHL. “Instrumentación para atmósferas explosivas”, STAHL- Alemania- 2003

- (16) STAHL. “Sistemas de protección por seguridad intrínseca”, STAHL-España-2000
- (17) STAHL. “Separación galvánica en circuitos de medida y regulación”, STAHL-España-1999.
- (18) Aplei. “Material eléctrico y de instrumentación para áreas potencialmente explosivas”, APLEi-España-2004.
- (19) Instituto Mapfre. “Revistas y publicaciones de seguridad industrial”. MAPFRE-España-desde 2002 al 2004.
- (20) NFPA. “NFPA 70, 77”. Normas en línea para asociados NFPA-EEUU- ultimas ediciones.
- (21) API. “API RP 500 Recomendaciones para clasificación de áreas Clase I-División 1 y 2 ”. American Petroleum Institute. EEUU- 1995.
- (22) IEC. “Normas UNE-EN”, AENOR-España-Ultimas ediciones desde el 2001.