



Guía al mundo Ex

Cómo utilizar los aparatos eléctricos en zonas con riesgo de explosión



CORTEM[®]
GROUP

To be sure to be safe.

Índice

1. Preámbulo	pág. 5
2. Clasificación de los lugares peligrosos	pág. 13
3. Selección de los aparatos	pág. 20
3.1. Grupos y categorías EPL	pág. 20
3.2. Modos de protección	pág. 23
3.3. Aparatos eléctricos	pág. 24
3.3.1. Gases	pág. 24
3.3.2. Polvos	pág. 25
3.4. Aparatos no eléctricos	pág. 25
3.5. Abecedario "Ex"	pág. 27
3.6. El aparellaje Cortem Group	pág. 27
3.6.1. Clases de productos	pág. 27
3.6.2. Nuestros modos de protección	pág. 30
3.6.2.1. Cajas a prueba de explosión (literalmente a prueba de fuego) "Ex d"	pág. 33
3.6.2.2. Equipos de seguridad aumentada "Ex e"	pág. 37
3.6.2.3. Equipos "Ex n"	pág. 39
3.6.2.4. Equipos "Ex t"	pág. 39
3.6.2.4.1. Grados de protección de las envolventes (código IP)	pág. 40
3.6.2.5. Modo de protección combinado "Ex de"	pág. 43
3.6.3. Marcado de los equipos antideflagrantes	pág. 43
3.6.4. Las temperaturas ambiente de nuestro equipo	pág. 49
3.6.5. Nuestras clases de temperatura	pág. 49
3.6.6. Materiales utilizados en nuestro equipo	pág. 50
3.6.6.1. Aleación de aluminio	pág. 50
3.6.6.2. Acero inoxidable	pág. 51
3.6.6.3. Poliéster reforzado con fibra de vidrio	pág. 53
3.6.6.4. Vidrio de borosilicato	pág. 53
3.6.6.5. Policarbonato	pág. 54
3.6.6.6. Latón niquelado	pág. 54
3.6.6.7. Acero galvanizado	pág. 54
3.6.6.8. Poliamida 6	pág. 55
3.6.6.9. Neopreno	pág. 55
3.6.6.10. Silicona	pág. 55
3.6.7. Nuestras certificaciones (parte I)	pág. 55
3.6.7.1. Directiva 2014/34/UE	pág. 55
3.6.7.2. IEC-Ex	pág. 57
3.6.7.3. Rusia	pág. 57
3.7. Nuestras certificaciones (parte II)	pág. 59
3.7.1. La "declaración de conformidad UE"	pág. 60
3.7.2. Las "instrucciones para el uso"	pág. 60
4. Instalación	pág. 62
5. Verificación	pág. 65

Índice

6. Mantenimiento y reparaciones	pág. 67
6.1. Mantenimiento	pág. 67
6.2. Reparaciones	pág. 68
7. Final de la vida útil del equipo	pág. 69
7.1. Eliminación	pág. 69
7.2. Reciclabilidad	pág. 70
8. Ejemplos de aplicación para los diferentes tipos de instalaciones	pág. 71
8.1. La industria farmacéutica	pág. 71
8.1.1. Normativas de referencia	pág. 72
8.1.2. Fuentes de emisión de la instalación	pág. 72
8.1.3. Clasificación para los gases	pág. 73
8.1.4. Clasificación para los polvos	pág. 73
8.2. Depósitos de cereales	pág. 74
8.2.1. Peligros de explosión de nubes de polvo	pág. 74
8.2.2. Clasificación de las áreas	pág. 74
8.2.3. Zonas dentro del sistema de contención	pág. 74
8.2.4. Zonas fuera del sistema de contención	pág. 75
8.2.5. Instalaciones eléctricas	pág. 75
8.3. Cabinas de pintura	pág. 76
8.3.1. Cabinas de aplicación de pintura líquida	pág. 76
8.3.2. Cabinas de aplicación de pintura en polvo	pág. 76
8.4. Instalaciones de biogás	pág. 77
8.4.1. Tipo de instalación	pág. 78
8.4.2. El peligro de explosión	pág. 78
8.4.3. Normativa	pág. 78
9. Apéndice	pág. 79
9.1. Descripción sintética de los métodos de protección para aparatos eléctricos destinados a zonas con peligro de explosión debido a la presencia de gases	pág. 79
9.2. Descripción sintética de los métodos de protección para aparatos eléctricos destinados a zonas con peligro de explosión debido a la presencia de polvos	pág. 80
9.3. Descripción sintética de los métodos de protección para aparatos no eléctricos destinados a zonas con peligro de explosión debido a la presencia de gases y polvos	pág. 80
Marcado de los aparatos eléctricos en zonas con riesgo de explosión	pág. 81

1. Preámbulo



Durante la producción, la transformación, el transporte y el almacenamiento de sustancias inflamables en las plantas químicas y petroquímicas, al igual que durante la producción de petróleo y de gas natural en minas y en muchos sectores más como el alimentario, se producen gases, vapores y nieblas que, al entrar en contacto con el oxígeno del aire, pueden dar lugar a atmósferas explosivas. En caso de ignición en dichas atmósferas, la explosión que se produce puede causar daños graves a las personas y al ambiente.

El propósito de esta guía consiste en recorrer juntos el sendero Ex (Fig. 1 en la página siguiente), para proporcionar tanto a expertos como a inexpertos un panorama general del mundo de la protección eléctrica antideflagrante. Antes de comenzar es oportuno recordar que en la Unión Europea, además de las normas que constituyen una herramienta técnica útil para la reducción de los riesgos, existen determinadas directivas comunitarias que, como tales, prevalecen sobre las normas técnicas.

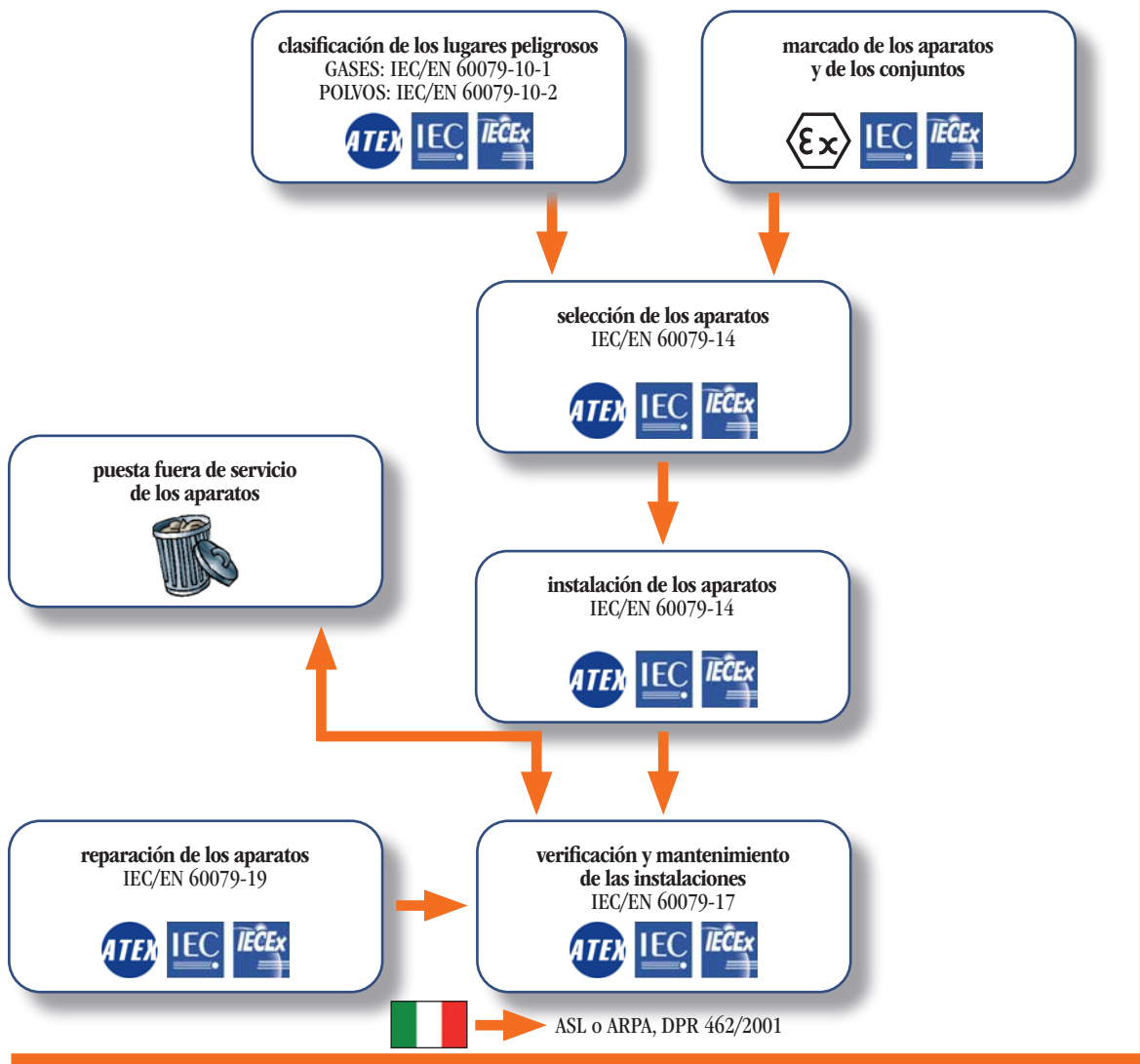
Hay también varios ámbitos en los que la legislación europea interviene reglamentando los diferentes sectores; en nuestras notas podemos referirnos a dos bloques:

- las directivas de producto;
- las directivas sociales.

Las *Directivas de producto* nacen en la primera mitad de la década de los 80 y se encargan de eliminar las legislaciones nacionales y unificar

1. Preámbulo

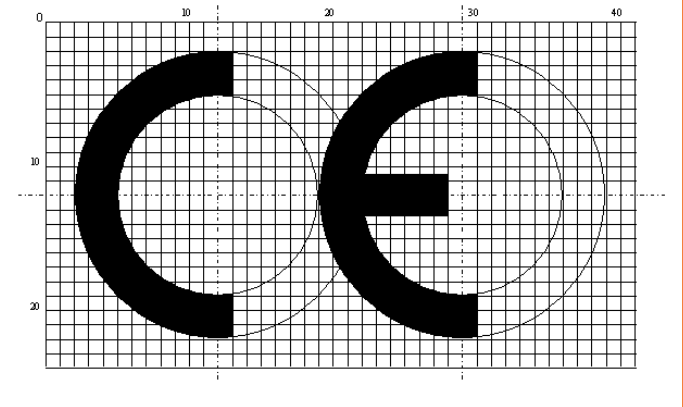
Fig. 1 El trayecto Ex





las referencias técnicas sobre los diferentes productos. Con una única referencia legal europea y la transición de normas nacionales a normas europeas armonizadas, las barreras nacionales se disuelven y los bienes pueden circular libremente dentro de la Comunidad; tal y como lo describía el artículo 100 (actualmente artículo 95) del tratado firmado en Roma en marzo de 1957, en el que se constituía la Comunidad Económica Europea. Esta trayectoria, emprendida con los primeros documentos legislativos (directivas, decisiones, resoluciones) se concluye en la primera mitad de los años 90 cuando se decide que los productos que cumplen con los requisitos esenciales de seguridad y salud definidos en cada una de las directivas pertinentes, deben llevar una marca gráfica que lo haga constar, gracias a la cual puedan circular libremente

dentro de la Unión Europea. Esta marca es precisamente el marcado CE (Fig. 2) que debe utilizarse respetando determinadas proporciones. A lo largo de los años, los primeros documentos legislativos fueron enmendados, integrados y modificados, hasta llegar a la última versión, que

Fig. 2 Il simbolo gráfico CE



Tab. 1 “Directiva marco” 83/189/CEE: promulgación, enmiendas y aplicación en Italia

“Directiva marco” http://ec.europa.eu/enterprise/policies		
	Directiva 83/189/CEE del Consejo del 28 de marzo de 1983 relativa al “procedimiento de información del sector de las normas y reglamentaciones técnicas”	Ley del 21 de junio de 1986, n° 317, sobre la “aplicación de la directiva n° 83/189/CEE relativa al procedimiento de información del sector de las normas y reglamentaciones técnicas”
	(DOUE serie L, n° 109 del 26 de abril de 1983)	(GURI serie General, n° 151 del 2 de julio de 1986)
	modificada por: decisión n° 768/2008/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 9 de julio de 2008 relativa a un marco común para la comercialización de los productos y que abroga la decisión 93/465/CEE	
G.U.U.E. 13 de agosto de 2008 (L 218/82/IT)		

data de 2008 (Tab. 1).

Dentro de este bloque, junto a muchas otras directivas de producto (baja tensión, compatibilidad electromagnética, máquinas, etc.) se incorpora la Directiva 2014/34/UE (en virtud del artículo tratado).

Se dirige a los productores de aparatos destinados a ser utilizados en atmósferas potencialmente explosivas, los cuales, tras el procedimiento de evaluación de conformidad correspondiente para el grupo y la categoría del aparato, llevarán, además del marcado CE, también el símbolo gráfico característico de la Directiva “ATEX”

Tab. 2 Directiva "ATEX": promulgación y aplicación en Italia

 "ATEX" "ATEX"		
Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo y del consejo del 26 de febrero de 2014 concerniente la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en cuanto a los aparatos y sistemas de protección destinados al uso en atmósfera potencialmente explosiva (versión refundida)	Ley del 9 de julio de 2015, n° 114 delegación al Gobierno por la aplicación de las directivas europeas y de los otros actos de la Unión Europea - Ley de delegación europea de 2014. (15G00127). En vigor desde el 15 agosto de 2015	
(G.U.U.E. n° L 96 del 29 de marzo de 2014)	(G.U.R.I. n° 176 del 31 de julio de 2015)	

(Tab. 2). Se denomina oficialmente "marca distintiva comunitaria". El hexágono con el símbolo Ex debe tener las proporciones como indicado en Fig. 3.

Las *Directivas sociales* nacen en la segunda mitad de los 80 y se encargan de aplicar medidas que buscan promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores durante el trabajo mediante la obtención de una armonización de los niveles de protección de los trabajadores en el ámbito comunitario, y una definición de los requisitos mínimos para promover la mejora en el lugar de trabajo y garantizar la seguridad y la salud de los

trabajadores, tal y como se disponía, también en este caso, en el artículo 118 (actualmente artículo 137) del tratado firmado en Roma en marzo de 1957, en el que se constituyó la Comunidad Económica Europea (Tab. 3 y 4).

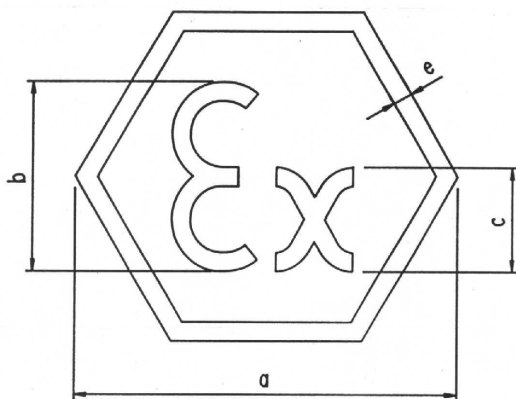
A lo largo de los años, la directiva "marco" se integró con algunas directivas "particulares" que consideraban los diferentes riesgos presentes en los lugares de trabajo (obras, industrias extractivas, agentes físi-

Fig. 3 Marca distintiva comunitaria





$$b=0,4a$$

$$c=0,25a$$

$$e(\text{min})=0,03a$$



Tab. 3 "Directiva marco" 89/391/CEE: promulgación y aplicación en Italia

 	"Directiva marco" http://ec.europa.eu/social		
		Directiva 89/391/CEE del Consejo del 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas que buscan promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores durante el trabajo (DOUE serie L, nº 183 del 29 de junio de 1989)	D.Lgs. del 19 de septiembre de 1994, nº 626, relativo a la "aplicación de las directivas 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE, 2001/45/CE, 2003/10/CE, 2003/18/CE y 2004/40/CE sobre la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores durante el trabajo" (GURI serie General, nº 265 del 12 de noviembre de 1994)

cos, etc.) y, por consiguiente, hubo varias aplicaciones de las cuales la última, a nivel italiano, fue la que dio lugar al "Texto único sobre la salud y la seguridad en el trabajo, con el D.Lgs. del 9 de abril de 2008, nº 81, publicado en la G.U.R.I. del 30 de abril de 2008, nº 101, y después actualizado con D.Lgs. del 14 de septiembre de 2015, nº 151, y publicado en la G.U.R.I. del 23 de septiembre de 2015, nº 221, como disposiciones de racionalización y simplificación de los procedimientos y aplicaciones a cargo de los ciudadanos y empresas y otras disposiciones en materia de relación de trabajo y mismas oportunidades, in aplicación de la ley del 10 de diciembre de 2014, nº 183".

Dentro de este bloque se incorpora la Directiva 1999/92/CE, conocida como "ATEX 137" (en virtud del nº del artículo del tratado) o simplemente como la segunda directiva "ATEX".

Tab.4 Directiva "ATEX 137": promulgación y aplicación en Italia




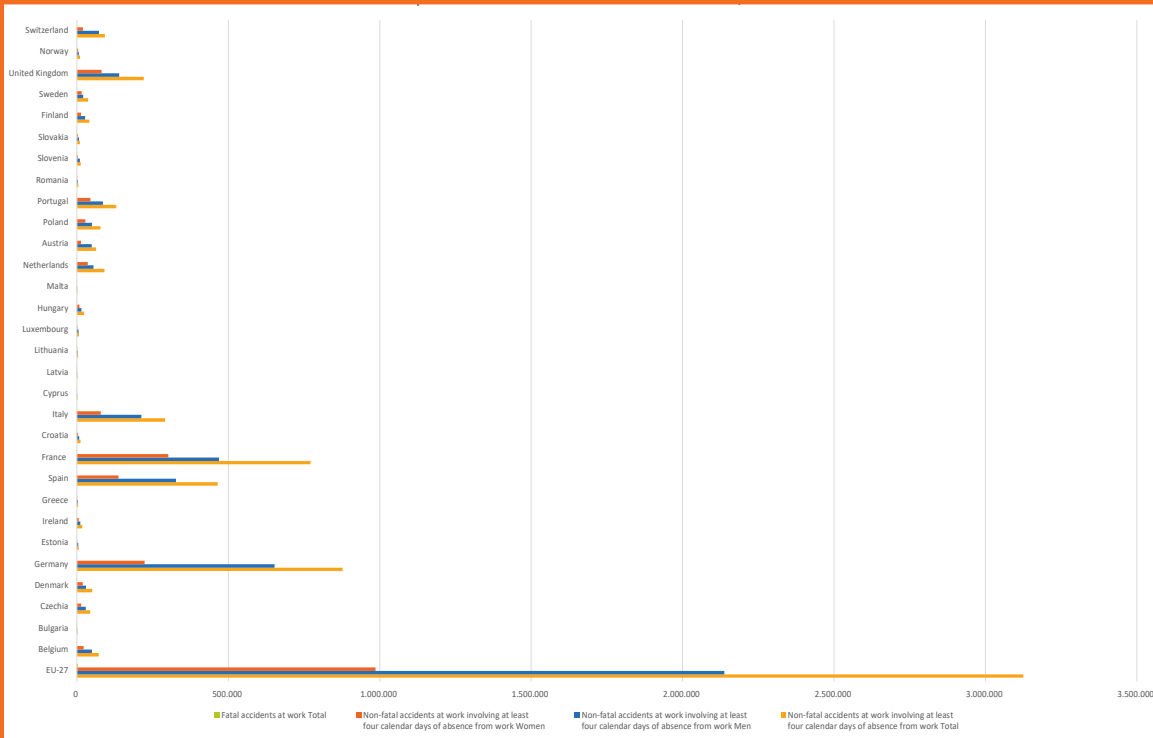
 "ATEX 137" http://ec.europa.eu/social		
	Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 16 de diciembre de 1999 "requisitos mínimos para la mejora de la protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores que pueden verse expuestos al riesgo de atmósferas explosivas" (XV Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) (DOUE. serie L, nº 23 del 28 de enero de 2000)	D.Lgs. del 12 de junio de 2003, nº 233 "aplicación de la directiva 1999/92/CE relativa a los requisitos mínimos para la mejora de la protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores expuestos al riesgo de atmósferas explosivas" (GURI serie General, nº 197 del 26 de agosto de 2003)

Gráfico 1 Número de accidentes de trabajo no mortales y mortales en 2018 dentro de la Unión Europea



Nota: las lesiones no fatales reportadas bajo ESAW son lesiones que implican al menos cuatro días calendario completos de ausencia del trabajo (lesiones graves). Fuente: Eurostat - online data codes: hsw_n2_01 and hsw_n2_02 ESAW (European Statistics on Accidents at Work)

Se dirige a los empleadores de los trabajadores que pueden verse expuestos al riesgo de atmósferas explosivas.

El conjunto de estos dos bloques de directivas, los aparatos o, en general, los “productos” comercializados, independientemente del tipo de uso (doméstico o industrial), por un lado, y la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, por el otro, requieren que cada quien con su respectivo cargo, contribuya a una mejora general de las condiciones de trabajo.

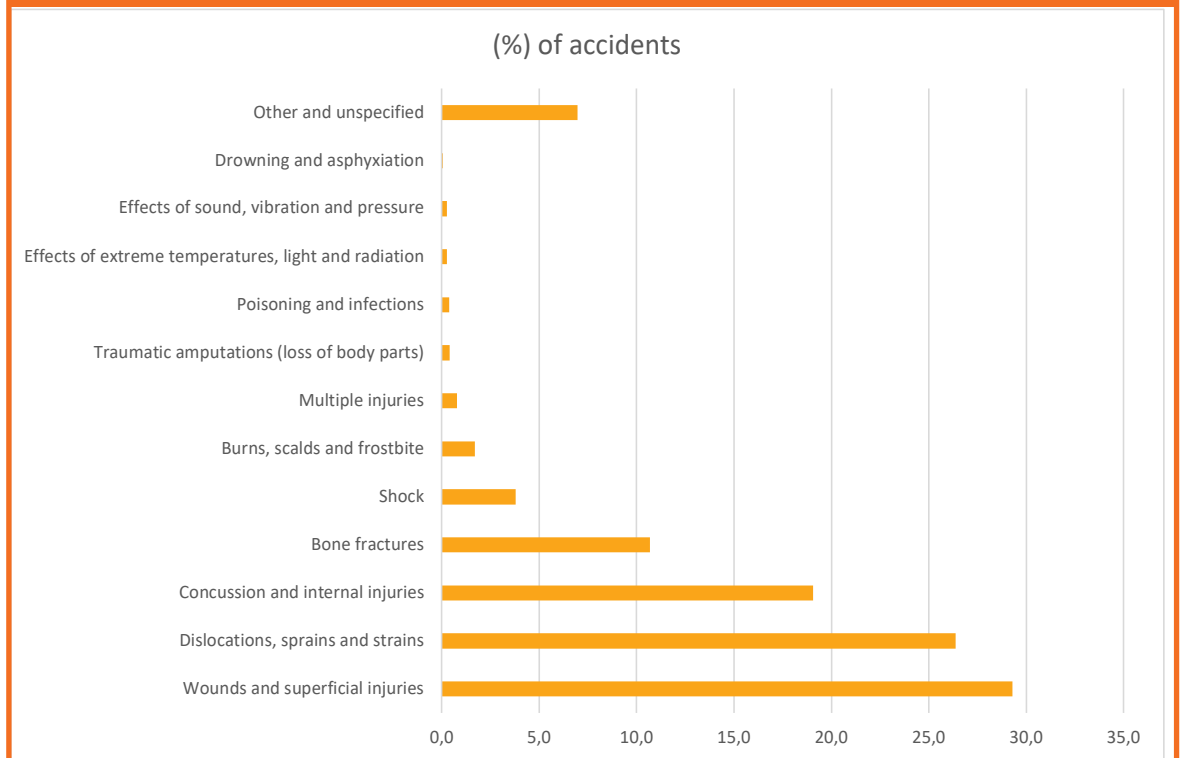
Aunque sigamos estableciendo nuevas reglas, desarrollando la tecnología y nos valgamos del mejor de los organismos notificados independientes para la certificación de nuestros productos, habrá siempre algún nivel de riesgo.

¿Cómo estaría cuantificado este riesgo? Es difícil tener datos precisos, pero para hacernos una idea podemos echar un vistazo a los gráficos 1, 2 y 3, extraído de Eurostat “Estadísticas europeas sobre accidentes de trabajo” (ESAW) (datos procesados en noviembre de 2020). El primer gráfico representa los accidentes de trabajo no mortales y mortales en los países de la Unión Europea, el segundo por tipo de accidente

Notas: EU_V indica que para este tipo de análisis, 20 de 27 Estados miembros han facilitado sus datos. Los dos puntos que se muestran en los Gráficos 1 y 2 indican que el dato no está disponible o es inferior a 4 elementos.



Grafico 2 Accidentes de trabajo mortales y no mortales por tipo de lesión, UE-27, 2018



Fuente: Eurostat - online data code: hsw_n2_07 ESAW (European Statistics on Accidents at Work)

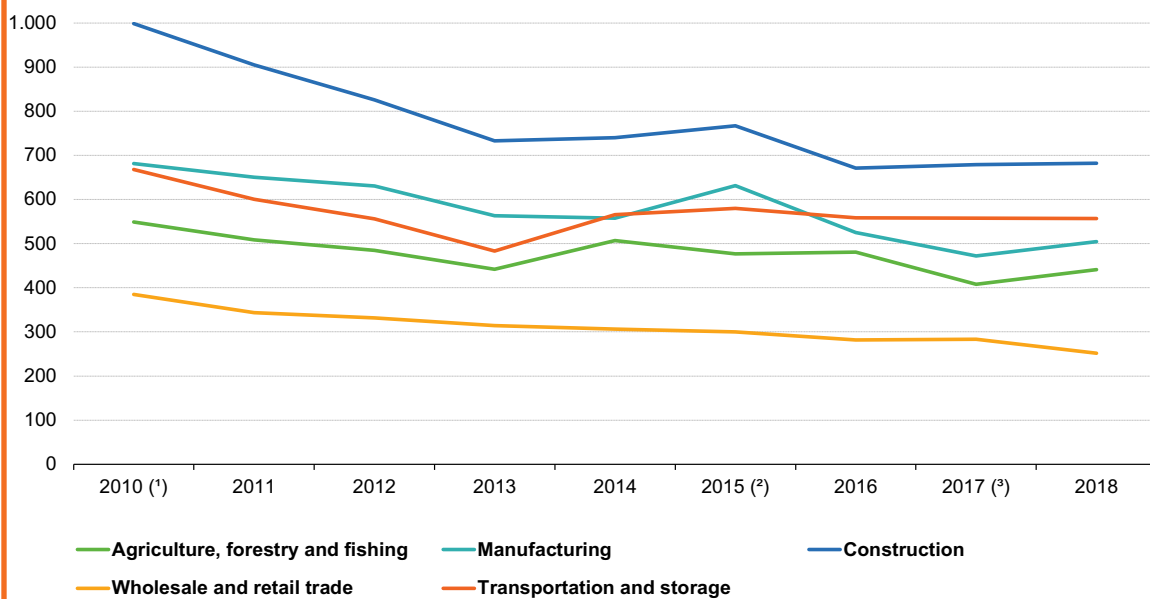
y el tercero por evolución de los accidentes de trabajo mortales en las cinco secciones de la NACE con mayores niveles de riesgo desde 2010 hasta 2018.

Como podéis comprobar, en las cinco secciones de la NACE se ha producido una tendencia a la baja de la siniestralidad gracias a las normas que nos hemos marcado y a la herramienta de “análisis de riesgos” que tiene en cuenta la presencia de potenciales fuentes de ignición, el valor de las mismas y qué efectos pueden producir en caso de contacto con una mezcla potencialmente explosiva dentro del rango de explosividad. Las fuentes que hay que tener en cuenta son:

- superficies calientes; ⚠
- llamas y gases calientes (incluyendo las partículas calientes);
- chispas de origen mecánico;
- material eléctrico; ⚡
- corrientes eléctricas vagabundas, protección contra la corrosión catódica;
- electricidad estática;
- rayos;

1. Preámbulo

Gráfico 3 Número de accidentes mortales en lugar de trabajo por desviación y números de días perdidos a través del 2005 dentro de la Unión Europea (EU_V)



(¹) Estimates, except for agriculture, forestry and fishing and manufacturing.
 (²) Agriculture, forestry and fishing and wholesale and retail trade: low reliability. Manufacturing, construction and transportation and storage: estimates.
 (³) Low reliability.

fuerite: eurostat - ESAW (European Statistics on Accidents at Work)

- ondas electromagnéticas; ⚠
- radiaciones ionizantes; ⚠
- ultrasonidos;
- compresión adiabática y ondas de choque;
- reacciones exotérmicas, incluyendo la autoignición de polvos.

Para que se produzca una explosión no es suficiente hacer que combustible, comburente y causa de ignición se encuentren (Fig. 4); además de esto debe haber también un confinamiento en el que se produzca la explosión (Fig. 5).

Fig. 4 El triángulo del fuego



Fig. 5 El pentágono de la explosión



2. Clasificación de los lugares peligrosos



Al afrontar el capítulo de la clasificación, lo primero en lo que pensamos fue: *¿Qué es la clasificación?*

Las respuestas podrían ser muchas: es un documento, es el dibujo con “globos de texto”, es el número que identifica la zona, es la probabilidad de que la atmósfera explosiva esté presente en una determinada área.

Respuestas correctas, pero solo en su conjunto. Podríamos por tanto definir la clasificación de los lugares como un *método para analizar y clasificar el ambiente en el que pueden formarse atmósferas explosivas por la presencia de gases y/o polvos combustibles, para facilitar la selección e instalación correctas del aparellaje que debe utilizarse en dicho ambiente en condiciones de seguridad.*

Es importante precisar que las referencias de

las normas técnicas de vanguardia en este campo (actualmente IEC 60079-10-1 para los gases, e IEC 60079-10-2 para los polvos combustibles) no aluden a los lugares con presencia de grisú (grupo I), los lugares de tratamiento y producción de explosivos, etc.

¡La clasificación es un trabajo de equipo! La clasificación de los lugares debe ser llevada a cabo por personas que conozcan la importancia y el significado de las propiedades de las sustancias inflamables, y por personas familiarizadas con el proceso y el aparellaje, junto con personal cualificado en el ámbito de la seguridad, de las instalaciones eléctricas y mecánicas y otras; se requiere además, una estrecha colaboración entre especialistas de la seguridad y del aparellaje.

¿Cuáles pueden ser estos lugares?

¡Más de los que nos podemos imaginar! Los

gases combustibles clasificados en la norma IEC 60079-20-1 son 328, mientras que los polvos combustibles contemplados en el BIA report 13/97 son más de 4300, incluyendo entre otros aserrín, harina y pan rallado. ¡Y desde 1997 a la actualidad se han clasificado más!

Considerando las macroáreas, se podría decir que la clasificación debería efectuarse en los siguientes lugares:



Algunos de estos lugares peligrosos se analizarán en el cap. 8.

¿Qué hacer?

¡En primer lugar hay que formar un equipo! Sucesivamente, paso a paso, se podrá afrontar el trabajo.

a) Identificar las sustancias peligrosas

– mediante el uso de la información proporcionada en las hojas de seguridad, en la norma IEC 60079-20-1 “Atmósferas explosivas – parte 20-1: clasificación de los gases y de los vapores – métodos de ensayo y datos”, en el BIA report 13/97 “Combustión y explosión – características de los polvos” y en las referencias bibliográficas. Sin embargo, a veces, y sobre todo para los polvos combustibles, los datos disponibles en la literatura no coinciden con las características de nuestra muestra (tipo de sustancia y granulometría) o estamos tratando con diferentes tipos de polvo. En estos casos, es oportuno consultar con centros especializados para solicitar que realicen la caracterización de la muestra; en Italia, una referencia es la “Estación experimental para los combustibles” (<http://www.ssc.it>) de San Donato Milanese (MI).

Algunos datos sobre los gases resultan interesantes. En la Tab.5 hemos reunido los gases que por algún motivo son representativos de algo:

- los que aparecen en negro en negrita (nº 18, 20, 21 27 y 288) son los que representan los subgrupos de gases;
- el nº 55 y el nº 7 respectivamente para

2. Clasificación de los lugares peligrosos

Tab. 5 Algunos de los gases más representativos

	n° GAS	Nombre	Fórmula	L.E.L. [vol %]	U.E.L.	M.I.T. [°C]	M.I.E.* [μJ]	GRUPO
7	64-18-6	ácido fórmico (ácido metanoico)	HCOOH	18,00	57,00	525		IIA
18	74-82-8	metano	CH ₄	4,40	17,00	600	280	IIA
		grisú		4,40	17,00	595		I
20	74-85-1	eteno (etileno)	CH ₂ =CH ₂	2,30	36,00	440	82	IIB
21	74-86-2	etino (acetileno)	CH=CH	2,30	100,00	305	19	IIC
27	74-98-6	propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	1,70	10,90	450	250	IIA
35	75-15-0	bisulfuro de carbono	CS ₂	0,60	60,00	90	9	IIC
37	75-21-8	oxirano (óxido de etileno)	CH ₂ CH ₂ O	2,60	100,00	429		IIB
55	78-10-4	tetraetoxisilano (ácido silícico éster tetraetílico)	(C ₂ H ₅) ₄ Si	0,45	7,20	174		
170	110-05-4	bis (1,1-dimetil) peróxido	(CH ₃) ₂ COOC(CH ₃) ₂	0,74	100,00	170		IIB
181	110-96-3	2-metil-N-(2-metilpropil)-1-propanamina (diisobutilamina)	((CH ₃) ₂ CHCH ₂) ₂ NH	0,80	3,60	256		IIA
206	123-42-2	4-hidroxi-4-metilpentano-2-ona (alcohol diacetona)	CH ₃ COCH ₂ C(CH ₃) ₂ OH	1,80	6,90	680		IIA
288	1333-74-0	hidrógeno	H ₂	4,00	77,00	560	16	IIC
293	1712-64-7	ácido nítrico 1-metiletil éster (nitrato de isopropilo)	(CH ₃) ₂ CHONO	2,00	100,00	175		IIB

Leyenda: LIE: Límite Inferior de Explosividad; LSE: Límite Superior de Explosividad; TMI: Temperatura Mínima de Ignición; EMI: Energía Mínima de Ignición

- el límite inferior de explosividad (LIE) más bajo y más alto;
- el n° 181 y el n° 21, 37, 170, 293 respectivamente, para el límite superior de explosividad (LSE) más bajo y más alto;
- el n° 181 y el n° 170 respectivamente, para el rango de explosividad más restringido y para el más amplio;
- el n° 35 y el n° 206 respectivamente para la temperatura de ignición mínima y máxima.



Gráfico 4
Subdivisión de los gases en subgrupos

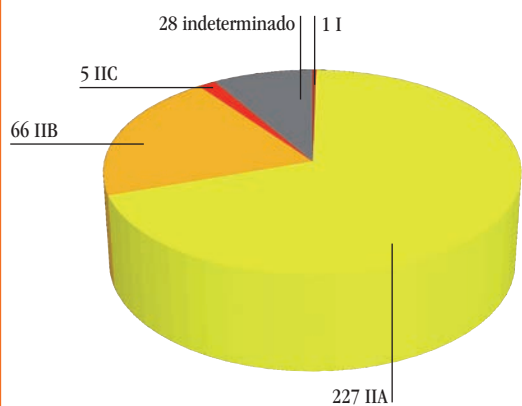
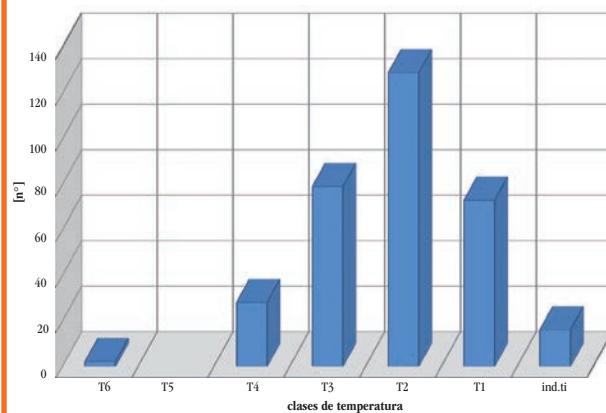


Gráfico 5
Número de gases por clase de temperatura



Tab. 6 Algunos de los polvos más representativos

Combustibles	Granulometría [µm]	Explosividad LIE [g/m³]	TMI [°C]		EMI [mJ]	K _{st} [°C]
			en nube T _d	en capa de 5 mm T _{5mm}		
leña	70	40	440	325	20	128
harina de trigo	57	60	430	450	50	87
lactosa	23	125	450	fonde	10	81
arroz	45	60	490	"	80	101
azúcar	35	200	350	490	30	138
polietileno	< 10	25	450	"	80	156
resina fenólica	< 10	25	460	fonde	10	129
aluminio	29	40	700	320	50	415
magnesio	28	30	600	490	120	508
cinc	< 10	480	680	460	650	176
coque	15	80	"	"	80	47
urea	13	70	450	"	80	136
celulosa	112	30	350	465	"	112

Legenda: LIE: Límite Inferior de Explosividad; LSE: Límite Superior de Explosividad; TMI: Temperatura Mínima de Ignición; EMI: Energía Mínima de Ignición

fuelle: BIA-Report 13/97

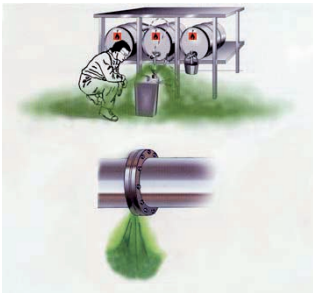
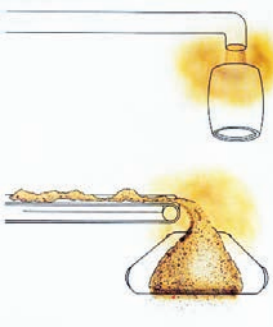
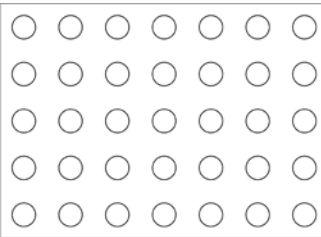
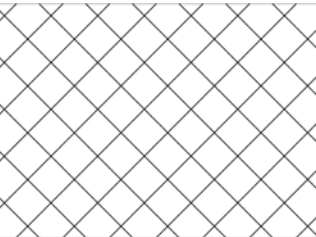

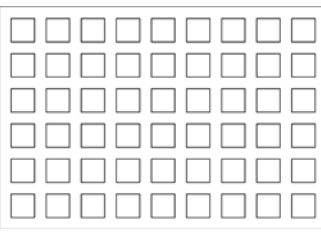
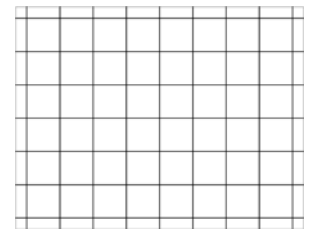

2. Clasificación de los lugares peligrosos

En el Gráfico 4 se puede observar la gran prevalencia del subgrupo IIA, mientras que el Gráfico 5 muestra la distribución de los gases en la determinación de la clase de temperatura con una tendencia gaussiana.

En cuanto a los polvos, prácticamente desconocidos, la extrapolación de los números resulta más compleja. Después de definir la naturaleza del polvo, el segundo dato fundamental para su caracterización es la granulometría media. Veamos algunos ejemplos de polvos en la Tabla 6 de la página anterior. Los datos que aparecen a la derecha de la se-

gunda columna de la Tabla 6 dependen de los de las dos primeras columnas. Hay algo nuevo respecto a la forma en la que estábamos acostumbrados a tratar los gases: las temperaturas de ignición de los polvos (TMI) se caracterizan por dos condiciones de estado diferentes; la ignición puede producirse cuando, debido a movimientos de convección, se desplazan en el aire formando “nubes” (T_{cl}), o cuando se depositan en las superficies formando poco a poco capas cada vez más gruesas; convencionalmente se toma como referencia unacapa de 5 mm (T_{5mm}).

Fig. 6 División de las zonas peligrosas según la presencia y la concentración de los gases (Zona 0, 1 y 2) y de los polvos (Zona 20, 21 y 22)

	Zona 0	Zona 1	Zona 2
			
	Zona 20	Zona 21	Zona 22
			

Nota: las líneas gráficas que aparecen en cada uno de los recuadros son las normalizadas a nivel internacional

Además, cabe añadir que recientemente, a nivel de norma técnica, los polvos se han clasificado en tres subcategorías, como se había hecho en años anteriores con los gases; los subgrupos son:

- IIIA: partículas combustibles o “partículas sólidas, incluyendo las fibras, de tamaño nominal mayor de 500 µm”;
- IIIB: polvos no conductores o “partículas sólidas finamente divididas, de tamaño nominal menor o igual a 500 µm, con resistividad eléctrica mayor de 10³ Ωm”;
- IIIC: polvos conductores o “partículas sólidas finamente divididas, de tamaño nominal menor o igual a 500 µm, con resistividad eléctrica menor o igual a 10³ Ωm”.

b) Identificar las fuentes de emisión – (continua, de primer grado, de segundo grado).

c) Definir la capacidad de emisión de las fuentes – (velocidad, forma, concentración, volatilidad, temperatura).






d) Establecer el grado de ventilación.

e) Definir las zonas peligrosas (Fig. 6).

f) Definir la extensión de las zonas peligrosas.






La clasificación de las zonas, tal y como se muestra en la Fig. 6 de la página anterior, es un sistema ampliamente utilizado; de hecho, es el que han adoptado tanto Europa como las normas internacionales IEC. Si esta popularidad no bastase, refuerza asimismo este concepto la UNECE, comisión de la ONU que en su último informe de 2011 (<http://www.unece.org/>) invita también a tomar como referencia las normas internacionales IEC.

Tab. 7 Comparación entre la clasificación de las zonas peligrosas por la presencia de gases según las normativas internacionales (IEC Zone System) y las normativas norteamericanas

 GASES			
 	Zona 0 Área en la que existe, de forma constante o duradera, una atmósfera explosiva formada por la mezcla de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla con el aire.	Zona 1 Área en la que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva constituida por la mezcla de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla con el aire.	Zona 2 Área en la que, bajo condiciones de funcionamiento normal, no se prevé la aparición de una atmósfera explosiva constituida por la mezcla de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla con el aire y, si esta aparece, es de corta duración.
 NEC 500	Clase I, División 1		Clase I, División 2
 NEC 505	Clase I, Zona 0	Clase I, Zona 1	Clase I, Zona 2

2. Clasificación de los lugares peligrosos

Tab. 8 Comparación entre la clasificación de las zonas peligrosas por la presencia de polvos según las normativas internacionales (IEC Zone System) y las normativas norteamericanas

 POLVOS						
 	Zona 20	Área en la que existe, de forma constante o duradera, una atmósfera explosiva formada por una nube de polvo combustible en el aire.	Zona 21	Área en la que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva formada por una nube de polvo combustible en el aire.	Zona 22	Área en la que, bajo condiciones de funcionamiento normal, no se prevé la aparición de una atmósfera explosiva formada por una nube de polvo combustible en el aire y, si esta aparece, es de corta duración.
	NEC 500	Clase II, División 1			Clase II, División 2- Clase III	
	NEC 505	Clase II, Zona 20	Clase II, Zona 21		Clase II, Zona 22	

Sin embargo, algunos documentos redactados de acuerdo con las normativas norteamericanas (Estados Unidos y Canadá) pueden referirse a las normativas nacionales y, por tanto, la nomenclatura puede diferir respecto a la adoptada a nivel internacional. Las Tablas 7 y 8 ponen en evidencia la relación entre los dos sistemas.

Independientemente de la referencia normativa empleada, la clasificación de los lugares peligrosos deberá hacerse mediante un documento descriptivo, en el que se identifiquen el establecimiento, los procesos tenidos en cuenta, el listado de las sustancias peligrosas presentes, etc., y un plano de vista en planta y uno de vista en alzado en los que, mediante los símbolos gráficos conven-

cionales, se tracen los límites de las “globos de texto”, o de la extensión de cada una de las zonas clasificadas.

Este documento, como es de suponer, es imprescindible para el empleador, quien deberá utilizarlo como base para adoptar algunas medidas de acción. Es importante que de este documento pueda extraerse determinada información, necesaria para el proceso sucesivo:

- zona de instalación o categoría/EPL del aparato que se ha de instalarse;
- subgrupo de gases o gas(es) específico(s) o subgrupo de polvos o polvo(s) específico(s);
- clase de temperatura máxima admisible del aparato que se ha de instalar;
- temperatura ambiente. ■

3. Selección de los aparatos



3.1. GRUPOS Y CATEGORÍAS, EPL (Equipment Protection Level)

La Directiva 2014/34/UE se aplica a los siguientes productos:

- a) aparatos y sistemas de protección para el uso en atmósfera explosiva;
- b) dispositivos de seguridad, de control y de regulación, para ser usados afuera de atmósferas potencialmente explosivas pero necesarios o útiles para el funcionamiento seguro del equipo y sistemas de protección, respecto a los riesgos de explosión;
- c) componentes para ser encajados en los aparatos y sistemas de protección de que se habla en la letra a).

La Directiva 2014/34/UE no se aplica a los siguientes productos:

- a) equipos médicos para el uso en ambiente médico;

b) aparatos y sistemas de protección cuando el peligro de explosión es exclusivamente debido a la presencia de material explosivo o de material químico volátil;

c) aparatos para el uso en ambiente doméstico y no comercial, en los que una atmósfera potencialmente explosiva puede ser causada solo raramente y únicamente por una fuga accidental de gas;

d) equipo de protección individual, tema de la Directiva 89/686/CEE del Consejo, del 21 de diciembre de 1989, relativa a las legislaciones de los Estados miembros sobre a los aparatos de protección individual ((G.U. Ley 399 del 30.12.1989, pag. 18);

e) naves marítimas y unidades móviles offshore, así como el equipo usado a bordo de tales naves o unidades;

f) medios de transporte; es decir, vehículos y

Tab. 9 Relación entre la categoría del aparato y la zona de instalación para el grupo II

	1	2	3
G	Zona 0	Zona 1	Zona 2
D	Zona 20	Zona 21	Zona 22

sus remolques exclusivamente para el transporte de personas por vía aérea o por redes viarias, ferrocarriles o de navegación y medios de transporte en la medida en que son concebidos para transportar mercancías por vía aérea o por redes viarias públicas o ferrocarriles o de navegación. Los vehículos para ser utilizados en atmósfera potencialmente explosiva, no son excluidos por la aplicación

Tab. 10 Relación entre la categoría del aparato y el nivel de protección

	M1	M2	1G	2G	3G
EU			1D	2D	3D
World	Ma	Mb	Ga	Gb	Gc
			Da	Db	Dc

de esta directiva

g) los productos regulados por el artículo 346, punto 1, letra b) del tratado sobre el funcionamiento de la Unión europea.

Criterios para la clasificación de los grupos de aparatos en categorías

1) Aparatos de Grupo I

Son aparatos cuyo uso es previsto en las mineras y en sus instalaciones superficiales don-

Tab. 11 Organismos normalizadores divididos por competencia técnica y por territorialidad

	Sector		
	Electrotécnico y electrónico	Internacional	Internacional
Internacional	Electrotechnical Commission Commission Electrotechnique Internationale Ginebra, Suiza http://www.iec.ch	International Telecommunication Union Ginebra, Suiza http://www.itu.int	International Organization for Standardization Organisation internationale de normalisation Ginebra, Suiza http://www.iso.org/iso/home.htm
Europea	European Committee for Electrotechnical Standardization Comité Européen de Normalisation Electrotechnique Bruselas, Bélgica http://www.cenelec.eu	European Telecommunications Standards Institute Sophia Antipolis, Francia http://www.etsi.org	European Committee for Standardization Comité européen de normalisation Bruselas, Bélgica http://www.cen.eu
Italia	Comitato Elettrotecnico Italiano Milán, Italia http://www.ceiweb.it	CONCIT Comitato Nazionale di Coordinamento per l'Informatica e le Telecomunicazioni Roma, Italia http://www.isticom.it	Ente Nazionale Italiano di Unificazione Milán, Italia http://www.uni.com

de puede estar el grisù.

Dentro del Grupo I existen dos categorías, M1 y M2.

Categoría de aparatos M1

Incluye aparatos diseñados para garantizar un nivel de protección muy alto y, en su caso, equipados con medios de protección especiales para operar de acuerdo con los parámetros operativos establecidos por el fabricante.

- Los aparatos de esta categoría son diseñados para obras subterráneas en las minerías y en sus instalaciones superficiales expuestas al riesgo de propagación del grisù y/o de polvos combustibles.
- Los aparatos de esta categoría tienen que quedarse operativos en atmósfera explosiva, también en caso de fallo excepcional del aparato y son caracterizados de medios de protección tales que:
 - en caso de fallo de uno de los medios de protección, por lo menos un segundo medio independiente garantice el nivel de protección pedido;
 - o si ocurren dos fallos independientes, sea garantizado el nivel de protección pedido.

Categoría de aparatos M2

Incluye aparatos diseñados para operar de acuerdo con los parámetros operativos establecidos por el fabricante y basados en un alto nivel de protección.

- Los aparatos de esta categoría son diseñados para obras subterráneas en las minerías y en sus instalaciones superficiales expuestos al riesgo de propagación del grisù y/o de polvos combustibles.
- En presencia de atmósfera potencialmen-

te explosiva, la alimentación de energía de estos aparatos tiene que interrumpirse.

- Los medios de protección relativos a los aparatos de esta categoría garantizan el nivel de protección pedido durante el funcionamiento habitual, incluido en condiciones de funcionamiento complicadas, en particular aquellas derivadas por fuertes esfuerzos y por continuas variaciones ambientales.

2) Aparatos de Grupo II

La categoría de aparatos 1 incluye los aparatos diseñados para operar en acuerdo con los parámetros operativos establecidos por el fabricante y garantizar un nivel de protección muy alto.

Dentro del Grupo II existen tres categorías 1, 2 y 3.

Categoría de aparatos 1 (presencia constante o duradera de atmósfera explosiva)

Incluye los aparatos diseñados para operar en acuerdo con los parámetros operativos establecidos por el fabricante y garantizar un nivel de protección muy alto.

- Los aparatos de esta categoría son diseñados para lugares en los que se detecta, siempre, con frecuencia o en forma duradera, una atmósfera explosiva por mezclas de aire y gas, vapores, niebla o mezclas de aire y polvos.
- Los aparatos de esta categoría tienen que garantizar el nivel de protección pedido, también en caso de fallo excepcional del aparato y son caracterizados de medios de protección tales que:



- en caso de fallo de uno de los medios de protección, por lo menos un segundo medio independiente garantice el nivel de protección pedido;
- O si ocurren dos fallos independientes, sea garantizado el nivel de protección pedido.

Categoría de aparatos 2 (probable formación de atmósfera explosiva)

Incluye los aparatos diseñados para operar en acuerdo con los parámetros operativos establecidos por el fabricante y garantizar un nivel de protección muy alto.

- Los aparatos de esta categoría son diseñados para ambientes en los que existe la probabilidad que ocurren atmósferas explosivas por gas, vapores, niebla o mezclas de aire y polvos.
- Los medios de protección de estas categorías garantizan el nivel de protección pedido también en presencia de anomalías constantes o defectos de funcionamiento de los aparatos de los que se debe tener en consideración.

Categoría de aparatos 3 (poco probable la formación de atmósfera explosiva)

Incluye los aparatos diseñados para operar en acuerdo con los parámetros operativos establecidos por el fabricante y garantizar un nivel de protección normal.

- Los aparatos de esta categoría son diseñados para ambientes en los que la probabilidad que ocurren atmósferas explosivas por gas, vapores, niebla o mezclas de aire y polvos es poca o de corta duración.
- Los aparatos de esta categoría garantizan

el nivel de protección pedido en funcionamiento habitual.

3) Aparatos de grupo III (ver Tabla 6)

Los aparatos del Grupo III son diseñados para el uso en lugares con atmósferas explosivas por la presencia de polvo combustible diferentes por las minerías con probable presencia de grisù.

Dentro del Grupo III existen tres categorías:

- IIIA: partículas combustibles
- IIIB: polvo no conductor
- IIIC: polvo conductor

Los números de las categorías del grupo II (1, 2, 3) van seguidos por una letra mayúscula:

- G, para los gases;
- D, para los polvos combustibles.

Por ejemplo: II 2G.

En base a las definiciones del grupo II y comparándolas con las de la Directiva 99/92/CE “ATEX 137”, se crea el vínculo biunívoco que se muestra en la Tabla 9, entre la categoría del aparato y la zona de instalación.

El que se ha descrito hasta ahora es válido para la Unión Europea.

Fuera de la UE, hasta 2007, los aparatos se marcaban únicamente con el modo de protección. Por tanto, tomando como referencia el sistema europeo, se creó el EPL - Equipment Protection Level (Tab. 10), que reemplaza los números “1”, “2” y “3” con las letras “a”, “b”, “c”.

3.2. MODOS DE PROTECCIÓN

Los modos de protección son técnicas que las normas armonizadas ponen a disposición

3. Selección de los aparatos

para cumplir con los requisitos esenciales de seguridad y salud.

Estas técnicas “juegan” con el hecho de que, al quitar solo uno de los componentes que constituyen el pentágono de la explosión, esta no puede producirse. Al limitar, por tanto, la energía (**seguridad intrínseca**) y el calor (**seguridad aumentada, seguridad constructiva**), eliminar el combustible (**presurización, inmersión en líquido, encapsulado**) y contener la explosión (**cajas a prueba de fuego**), se alcanza el objetivo.

Periódicamente la Comisión Europea publica en el Diario Oficial de la Unión Europea el listado de normas técnicas armonizadas que otorgan presunción de conformidad con los requisitos de la Directiva ATEX.

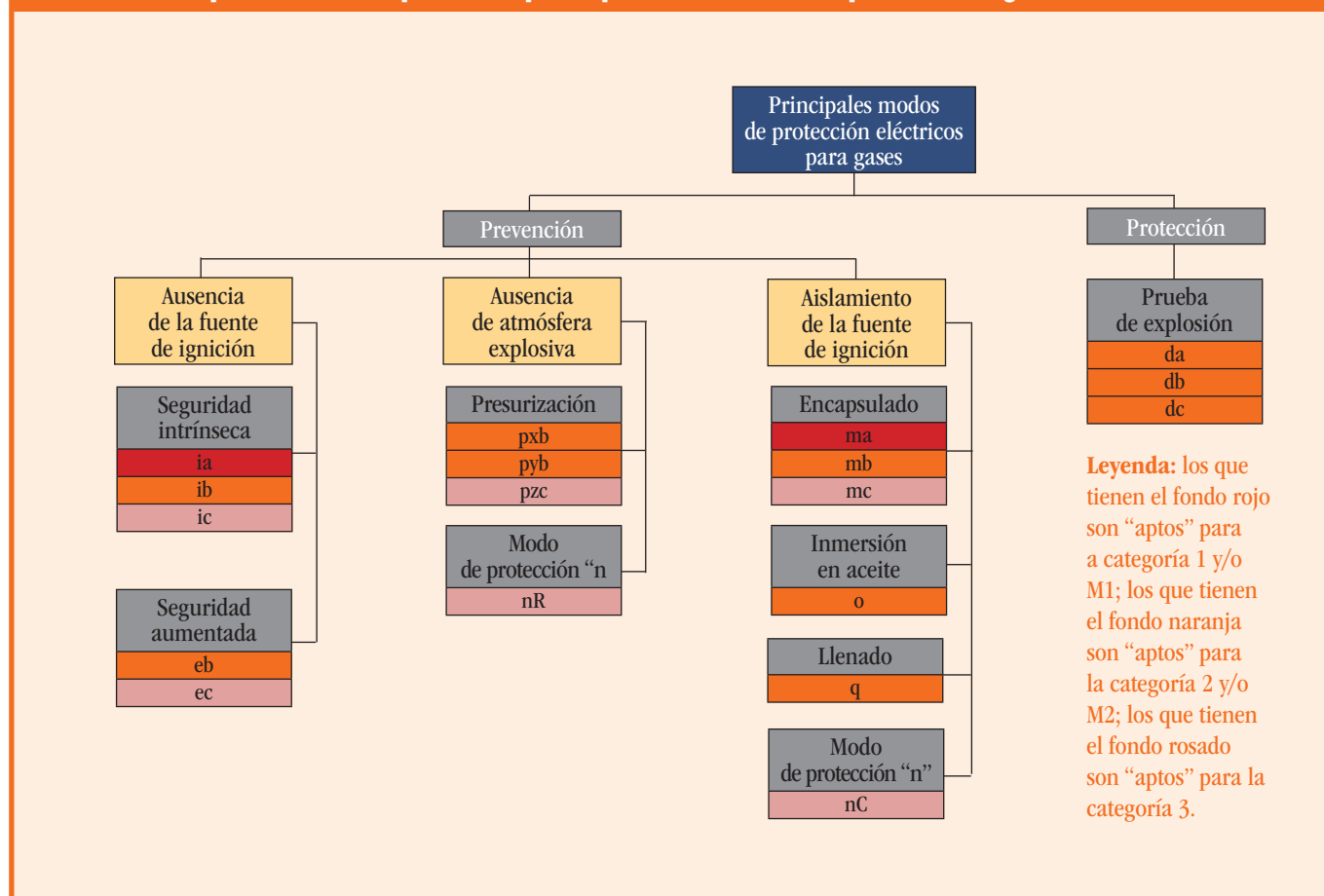
Los organismos normalizadores se clasifican según la competencia técnica y la territorialidad, tal y como se muestra en la Tabla 11 en la página anterior.

Los Gráficos 6, 7 y 8 muestran los principales modos de protección para aparatos eléctricos y no eléctricos. En la sección 3.6.2. encontrará un análisis detallado de

3.3. APARATOS ELÉCTRICOS

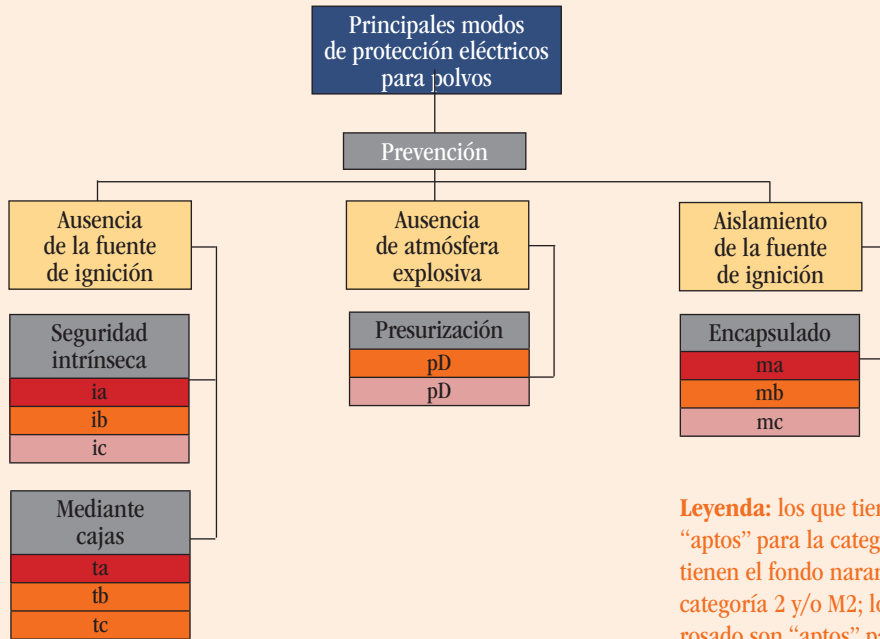
3.3.1. GASES

Grafico 6 Principales modos de protección para aparatos eléctricos en presencia de gases



3.3.2. POLVOS

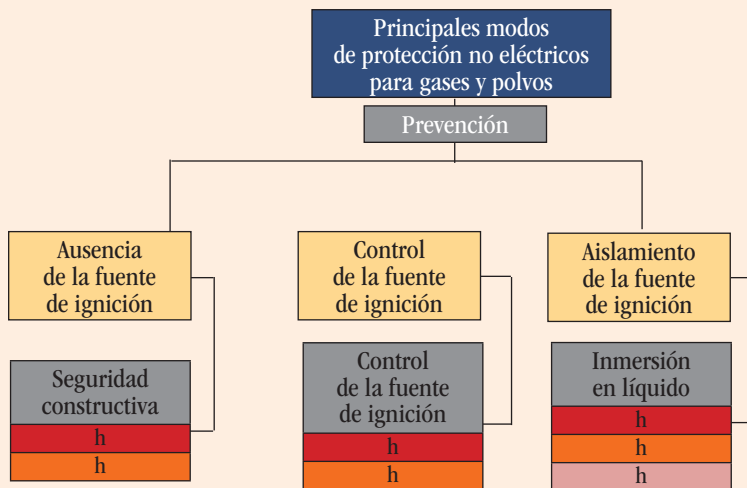
Gráfico 7 Principales modos de protección para aparatos eléctricos en presencia de polvos



Leyenda: los que tienen el fondo rojo son “aptos” para la categoría 1 y/o M1; los que tienen el fondo naranja son “aptos” para la categoría 2 y/o M2; los que tienen el fondo rosado son “aptos” para la categoría 3.

3.4. APARATOS NO ELÉCTRICOS

Gráfico 8 Principales modos de protección para aparatos no eléctricos en presencia de gases o polvos



Leyenda: los que tienen el fondo rojo son “aptos” para la categoría 1 y/o M1; los que tienen el fondo naranja son “aptos” para la categoría 2 y/o M2; los que tienen el fondo rosado son “aptos” para la categoría 3. Los modos de protección Ex d, Ex p y Ex t se pueden utilizar también para equipos no eléctricos aplicando los estándares de la serie 60079.

3. Selección de los aparatos

Tab. 12 Listado y explicaciones de las letras utilizadas en el marcado

Mayúsculas	Minúsculas	Nota
A		<ul style="list-style-type: none"> aparece en los subgrupos de gases del grupo II: IIA
	a	<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada a otras letras, p. ej.: ia, ma aparece en los EPL asociada a la letra G o D
B		<ul style="list-style-type: none"> aparece en los subgrupos de gases del grupo II: IIB
	b	<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada a otras letras, p. ej.: ib, mb aparece en los EPL asociada a la letra G o D
C		<ul style="list-style-type: none"> aparece en los subgrupos de gases del grupo II: IIC aparece asociada al modo de protección “n”, nC
	c	<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada a otras letras, p. ej.: ic aparece en los EPL asociada a la letra G o D
D		<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada a otra letra: pD identifica la categoría de los polvos combustibles identifica el EPL de los polvos combustibles
	d	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección a prueba de fuego (tanto eléctrico como no eléctrico)
	e	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante seguridad aumentada
	f	<ul style="list-style-type: none"> asociada a la letra “r”, constituye el modo de protección con respiración restringida “fr”
G		<ul style="list-style-type: none"> identifica la categoría de los gases identifica el EPL de los gases
	g	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante seguridad inherente
	h	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante el control de la fuente modo de protección mediante seguridad constructiva modo de protección mediante inmersión en líquido
	i	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante seguridad intrínseca, para gases asociada a las letras “a”, “b” o “c”
J		<ul style="list-style-type: none"> asociada a la letra “m” constituye el modo de protección para la pulverización electrostática “.. mJ”
M		<ul style="list-style-type: none"> identifica los aparatos para minería podría aparecer asociada al modo de protección “v”
	m	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante encapsulado, para gases asociada a las letras “a” o “b” modo de protección mediante encapsulado, para polvos asociada a la letra “D” asociada a la letra “J” constituye el modo de protección para la pulverización electrostática “.. mJ”
	n	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección “n” asociada a la letra “R”
	o	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante inmersión en aceite asociada a la letra “p”, modo de protección con transmisión óptica “op”
	p	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante presurización (eléctrico), para gases asociada a las letras “x”, “y” o “z” modo de protección mediante presurización, para polvos asociada a la letra “D” asociada a la letra “o”, modo de protección con transmisión óptica “op”
	q	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante material pulverulento
R		<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada al modo de protección “n”, nR
	r	<ul style="list-style-type: none"> asociada a la letra “f”, constituye el modo de protección con respiración restringida “fr”
	s	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección especial
	t	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección mediante envoltorio
	v	<ul style="list-style-type: none"> modo de protección de las cabinas ventiladas portátiles, asociada a los números “1”, “2”, “3”, “4”, o a “M2”
	x	<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada al modo de protección “p”, px
	y	<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada al modo de protección “p”, py
	z	<ul style="list-style-type: none"> aparece asociada al modo de protección “p”, pz

los métodos de protección que utiliza Cortem Group.

3.5. ABECEDARIO "Ex"

Al observar las letras utilizadas en los gráficos anteriores se tiene la sensación de que han quedado muy pocas letras a disposición de los "normalizadores"! Hemos intentado verificar esta sensación en la Tabla 12.

3.6. EL APARELLAJE CORTEM GROUP

3.6.1. CLASES DE PRODUCTOS

Desde 1968 nuestra empresa diseña y produce aparatos eléctricos para el uso en atmósferas potencialmente explosivas, adquiriendo, año tras año, competencia en las normativas de los productos industriales y especializándose concretamente en los "Ex". En líneas generales, nuestros aparatos se utilizan en ambientes diferentes del doméstico, y cumplen

Fig. 7



Fig. 8



Fig. 7 Caja en aleación de aluminio serie EJB en ejecución "Ex d"
Fig. 8 Botonera de mando y control de acero inoxidable serie I en ejecución "Ex ed"

con una serie de requisitos obligatorios y una amplia gama de requisitos técnicos, todos ellos en constante actualización.

Cortem Group es una empresa multiproducto; para ayudar al lector a encontrar más fácilmente lo que está buscando, hemos clasificado los productos en "macroáreas". La mayor parte de nuestros aparatos son equipos "Ex", pero tenemos también algunos para el uso en áreas no clasificadas, o seguras.

1. Macroárea "cajas"

El término "caja", que desde hace años forma parte de la jerga de los operadores Ex, de por sí se refiere normalmente a una envolvente genérica con el modo de protección "Ex d", al que se le debe especificar una función concreta de acuerdo con su contenido. Para esto, la nomenclatura industrial nos es de ayuda y, por tanto, nuestras "cajas" son:

- "envolventes vacías para conjuntos de aparata de baja tensión", en otras palabras, todas aquellas "cajas" vacías, certificadas como componente (Fig. 7);
- "aparatos de maniobra y de mando", (Fig.

3. Selección de los aparatos

Fig. 9



Fig. 9 Caja con bornera en aleación de aluminio serie SA en ejecución "Ex e"

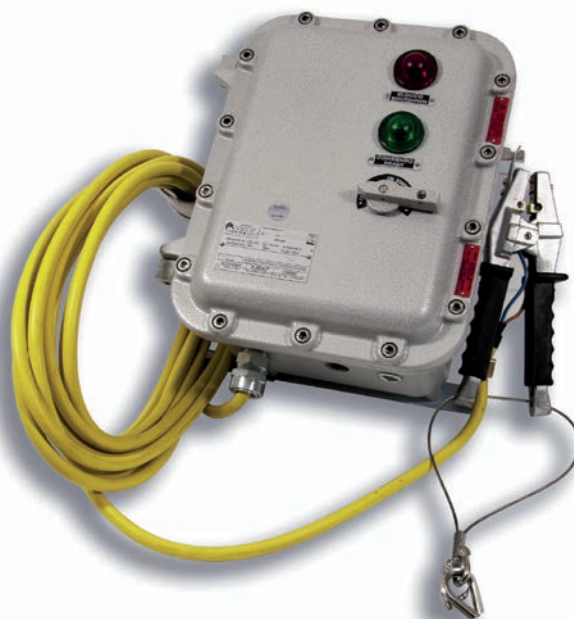
Fig. 10 Sistema electrónico de puesta a tierra en aleación de aluminio serie GRD4200 en ejecución "Ex d"

Fig. 11 Tomacorriente y clavija en aleación de aluminio serie PY y SPY en ejecución "Ex d"

8); es decir, interruptores automáticos, interruptores de maniobra, disyuntores, interruptores de maniobra-disyuntores y unidades combinadas con fusibles, dispositivos electromecánicos para circuitos de mando, equipos de conmutación, etc.;

- “conjuntos de aparamenta de baja tensión”; es decir, cuadros eléctricos de diferentes tamaños en los que pueda haber algunos “aparatos de maniobra y de mando”, indicadores luminosos de aviso, instrumentos de medición, etc.;
- “cajas y envoltentes de derivación”; es decir, aquellas que normalmente reciben el nombre de “borneras” (Fig. 9);
- “equipo eléctrico de las máquinas”; es decir, aquellos aparatos eléctricos que accionan una máquina;
- “instrumentos de medida eléctricos con indicación analógica por acción directa y sus

Fig. 10



accesorios”; es decir, amperímetros y voltímetros, vatímetros y varímetros, frecuencímetros, medidores del factor de potencia ($\cos \varphi$) y sincronoscopios, óhmetros (medidores de impedancia) y medidores de conductividad, instrumentos multifunción;

- “equipos para ensayos, medidas o control de los sistemas de protección”, o sistemas

Fig. 11





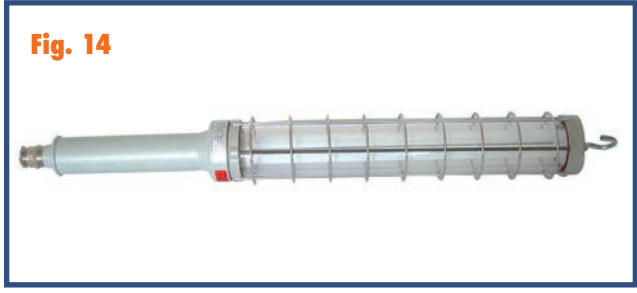
Fig. 12 Luminaria de LEDS en aleación de aluminio serie EVL en ejecución "Ex de"

Fig. 13 Luminaria de tubos LEDS en aleación de aluminio y vidrio serie LIFEX en ejecución "Ex db", "Ex tb"

Fig. 14 Luminaria portátil de tubos fluorescentes en aleación de aluminio serie FhL en ejecución "Ex d"

Fig. 15 Luminaria para emergencia en aleación de aluminio serie EVF-18EX en ejecución "Ex d"

Fig. 16 Proyector a LED en aleación de aluminio serie SLED en ejecución "Ex de"



para la medición de tierra (Fig. 10).

2. Macroárea "clavijas y tomacorrientes"

Nuestros tomacorrientes y nuestras clavijas, de alvéolos cilíndricos, con dispositivo de enclavamiento, se pueden conectar también a tomacorrientes y a clavijas de otras marcas, que cumplan con las normas industriales de producto (Fig. 11).

3. Macroárea "aparatos de iluminación"

La macroárea "aparatos de iluminación", junto con la macroárea "cajas", constituye una categoría importante de aparatos que comercializamos, y se subdivide en:

- "aparatos fijos para usos generales" (Fig. 12-13);

3. Selección de los aparatos

- “aparatos portátiles” (Fig. 14);
- “emergencia” (Fig. 15);
- “proyectores” (Fig. 16);
- “alumbrado de calles”.

Nuestros aparatos de iluminación están codificados de acuerdo con el “International Lamp Coding System - ILCOS”, vuelto norma internacional en 2010 (IEC 61231:1020-01), y utilizan varias fuentes luminosas entre los cuales de primordial importancia el LED “Light Emitter Diode”.

4. Macroárea “dispositivos de señalización”

- “dispositivos de señalización acústica” (Fig. 17 y 18);
- “dispositivos de señalización visual”, o dispositivos para la señalización de obstáculos aéreos, semáforos (Fig. 19 y 20).

Fig. 17 Avisadores acústicos en aleación de aluminio serie ETH en ejecución “Ex d”



5. Macroárea “prensaestopas, sistemas de tubos y accesorios para instalaciones eléctricas”

- “prensaestopas” para cables armados y no armados (Fig. 21 y 22);
- “prensaestopas” para cables armados y no armados (Fig. 21 y 22);
- “tubos” rígidos y flexibles;
- “accesorios”, o racores, codos, reducciones, tapones, manguitos, etc.

3.6.2. NUESTROS MODOS DE PROTECCIÓN

Como hemos podido observar en las secciones anteriores, el número de modos de protección disponible en la actualidad ha aumentado en gran medida (aproximadamente 26) desde los seis primeros que adoptó la Comunidad Económica Europea, mencionados en la Directiva 79/196/CEE del 6 de febrero de 1979.

Al principio, los aparatos eléctricos en atmósferas potencialmente explosivas se utilizaban sobre todo en minería, mientras que el desarrollo para el uso en superficie es más reciente; se remonta a finales de la Segunda Guerra Mundial.

La seguridad, vista con los ojos de hoy, era bastante rudimentaria. A finales de 1800, el carbón era la principal fuente utilizada para la calefacción y para la generación de energía eléctrica. El peligro principal en las minas de carbón consistía en la posible presencia de grisú, un gas combustible inodoro e incoloro, compuesto principalmente por una mezcla de metano (del 77% al 99%) o de otros hidrocarburos homólogos y cantidades variables de



LifEx, the shift in the new lighting paradigm.

Less
is
More



We have reduced the size, lowered the weight, shortened the time of installation, removed any type of risk, reduced any maintenance intervention, avoided 70% of the components and saved tons of CO2. **We have also eliminated the possibility of improving it.**

Lifex



www.cortemgroup.com



To be sure to be safe.

3. Selección de los aparatos

Fig. 18



Fig. 18 Sirenas rotativas en aleación de aluminio serie ETS60 en ejecución "Ex d"

Fig. 19



Fig. 19 Luminaria de LEDs para señalización de obstáculos conforme a la normativa ICAO serie XLFE-MIB en ejecución "Ex de eb"

Fig. 20

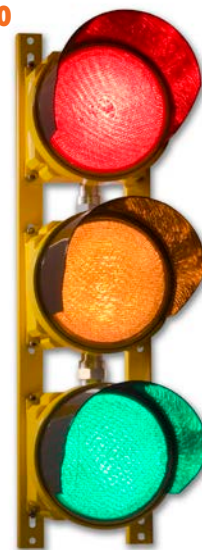


Fig. 20 Semáforo de LEDs en aleación de aluminio serie CCA-02E/SLD en ejecución "Ex d"

Fig. 21



Fig. 21 Prensaestopas para cables armados y no armados serie NAV, NEV en ejecución "Ex db", "Ex eb" y "Ex tb"

Fig. 22



Fig. 22 Prensaestopas barrera para cables armados y no armados serie NAVB, NEVB en ejecución "Ex db", "Ex eb" y "Ex tb"

dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno. La historia de la minería registra altos números de víctimas de accidentes laborales, con los accidentes más graves en los Estados Unidos (Monongah, West Virginia, 6 de diciembre de 1907: 362 víctimas) y en Europa (Courrières, Francia, 10 de marzo de 1907: 1099 muertos; Marcinelle, Bélgica, 8 de agosto de 1956: 262 muertos). Los mineros, por tanto, han buscado, a lo largo del tiempo, soluciones que puedan advertirles sobre la presencia de un peligro. El metano es un gas más ligero que el aire y, por consiguiente, tiende a elevarse. Así pues, los primeros dispositivos de seguridad que se utilizaban eran canarios en jaulas, ya que estos pájaros son muy sensibles a los gases, así que al morir asfixiados servían como señal para los mineros, que salían corriendo de la mina. Antes de que Sir Humphry Davy inventara su lámpara de seguridad, se utilizaban también lámparas de aceite que se encargaban de quemar la mezcla que hubie-



ra presente, con consecuencias que se pueden imaginar. La llegada de la electricidad a finales del siglo XIX trajo muchas ventajas, pero también algunos riesgos. Los primeros aparatos eléctricos utilizados fueron los de iluminación y aquellos que generaban fuerza motriz y que debían accionarse/controlarse. Se empezó a estudiar el problema y a buscar las posibles soluciones. En Alemania, la organización más interesada fue el Berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke (BVS) que, junto a Carl Beyling, un ingeniero minero, implementó una técnica, alrededor de 1905, según la cual los aparatos eléctricos (lámparas y motores eléctricos) estaban encerrados en una envolvente suficientemente robusta como para contener en su interior cualquier explosión a la que el aparato pudiera dar lugar. En 1908, Carl Beyling, redactó un documento en el que describía la aplicación que más tarde tomó el nombre de “druckfeste kapselung”; es decir, cajas a prueba de explosión, que entonces se llamaban “encapsulamiento cerrado” o “encapsulamiento a prueba de explosión”, de la cual se deriva la letra “d” que compone la identificación actual del modo de protección. Poco después se desarrolló una segunda técnica para los sistemas de señalización en las minas, basada en el uso de bajos valores energéticos: nace así la seguridad intrínseca.

Actualmente por “construcción eléctrica Ex” se entiende un aparato eléctrico genérico para atmósferas explosivas, conforme a la norma IEC/EN de la serie 60000..

Hemos optado por concentrarnos en la descripción de los modos de protección que hemos diseñado y fabricado durante estos 45 años. En lo que concierne a los modos de protección aptos para ser instalados en presencia de atmósferas explosivas por la presencia de gases, tendremos en cuenta:

- las cajas antiexplosivas (literalmente (a prueba de fuego) “Ex db”;
- los equipos de seguridad aumentada “Ex eb”;
- los equipos “Ex n”.

En lo que concierne a los modos de protección aptos para ser instalados en presencia de atmósferas explosivas por la presencia de polvos combustibles, analizaremos detalladamente:

- los equipos “Ex tb”.

En aras de la simplicidad, indicaremos Ex-db, Ex-eb y Ex-tb con las abreviaturas más genéricas Ex-d Ex-e Ex-t.

En las Tablas 27, 28 y 29 del Apéndice encontrará una descripción sintética de los demás métodos de protección para gases y polvos.

3.6.2.1. CAJAS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN (LITERALMENTE A PRUEBA DE FUEGO) “Ex d”

Como lo hemos descrito antes, es muy probable que el modo de protección “Ex d” sea el modo más antiguo, y su aplicabilidad en varios tipos de productos industriales le ha permitido difundirse ampliamente (Fig. 23). Al comparar un equipo normal con uno “Ex d”, lo primero que se nota es que el último resulta mucho más robusto, puesto que debe

3. Selección de los aparatos

ofrecer una resistencia mecánica, sin deformarse plásticamente, a la presión interna generada por la explosión, que puede tener valores comprendidos normalmente entre 5 ÷ 20 bares (Fig. 24). Se trata, por tanto, de un modo de protección en el que la protección misma está dada por la caja, y es el único que se basa en la contención de la explosión (resistencia a la presión).

Los componentes eléctricos con chispa están encerrados dentro de la caja, que permite la entrada de la atmósfera explosiva pero, en caso de contacto entre esta y la fuente de ignición (arco o chispa), la explosión que se produce permanece confinada dentro de la caja.

Mediante las juntas de laminación (Fig. 25) la llama se enfría y el producto de la combustión no tiene la capacidad de producir la ignición en la mezcla presente en la parte externa (resistencia al fuego). No existen limitaciones normativas en cuanto a las dimensiones o a las características eléctricas; sin embargo, si se superan determinadas dimensiones deja

de ser económicamente conveniente realizar un producto con esta técnica.

Si se elige el modo de protección “Ex d” es preciso tener en cuenta las siguientes condiciones:

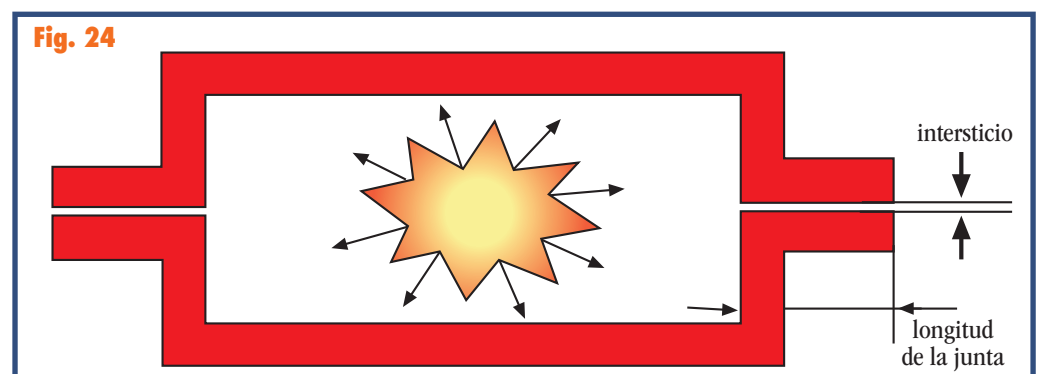
- **no perforar las cajas con más agujeros de los que admite el certificado;**
- **si el elemento de entrada en el cable presenta una rosca paralela, debe haber por lo menos 5 vueltas de rosca acopladas;**
- **si es necesario usar una junta, el número de vueltas de rosca acopladas debe ser suficiente aun después de introducir la junta;**
- **si el roscado es cónico, los roscados interno y externo tienen que ser de la misma dimensión nominal y asegurar ≥ 5 roscas sobre cada una parte. El roscado tiene que cumplir con los requisitos NPT de la norma ANSI/ASME B1.20.1 y tiene que asegurar una soldadura robusta;**

Fig. 23



Fig. 23 Cuadro de mando y control en ejecución “Ex d”. Caja EJB en aleación de aluminio y mandos instalados en la tapa

Fig. 24 Modo de protección “Ex d” a prueba de explosión



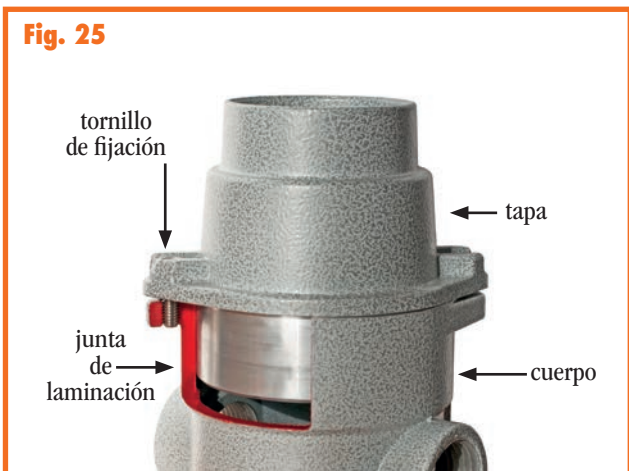


Fig. 25 La junta de laminación

Fig. 26 Instalación en tubo. Entrada en una caja "Ex d" mediante un racor de sellado

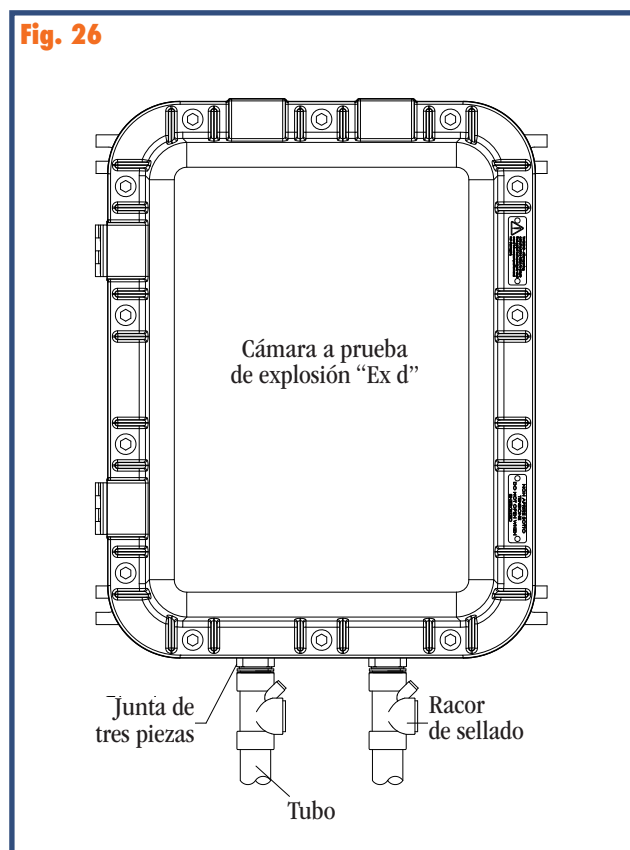
- si se requiere un adaptador, este debe garantizar el modo de protección "Ex d" (IEC 60079-1);
- los dispositivos de entrada en el cable no utilizados deben cerrarse con elementos adecuados para el modo de protección "Ex d" (IEC60079-1).

La entrada de los cables en la caja puede realizarse mediante tres sistemas:

- instalación en tubo;
- instalación en cable con entrada directa;
- instalación en cable con entrada indirecta.

A. instalación en tubo

En este tipo de instalación, los cables electrónicos corren por dentro de un sistema de tubo rígido estanco y la entrada en las cajas a prueba de explosión se realiza mediante una junta de bloqueo sellada que permite que una explosión accidental se expanda y se propague dentro del sistema de tubos (Fig.26). A la salida de cada caja "Ex d" hay una junta de bloqueo sellada (Fig. 27) que evita que la ex-



plosión se propague a otros sectores, delimita el volumen de la construcción eléctrica "Ex d" a un valor cercano a aquel para el cual está aprobada, y separa la parte de la instalación eléctrica en tubo de otras partes realizadas con cables sin revestimientos.

La instalación en tubo requiere que los conductores estén dentro de un tubo "Conduit" roscado, así como un racor con junta de sellado; estos racores deben llenarse con una mezcla adecuada. Este método asegura una protección eficaz de los cables contra ataques mecánicos y químicos; sin embargo cabe destacar que pueden presentar algunos problemas al realizar modificaciones sucesivas en el cableado de la instalación.

B. Instalación en cable con entrada

3. Selección de los aparatos

Fig. 27

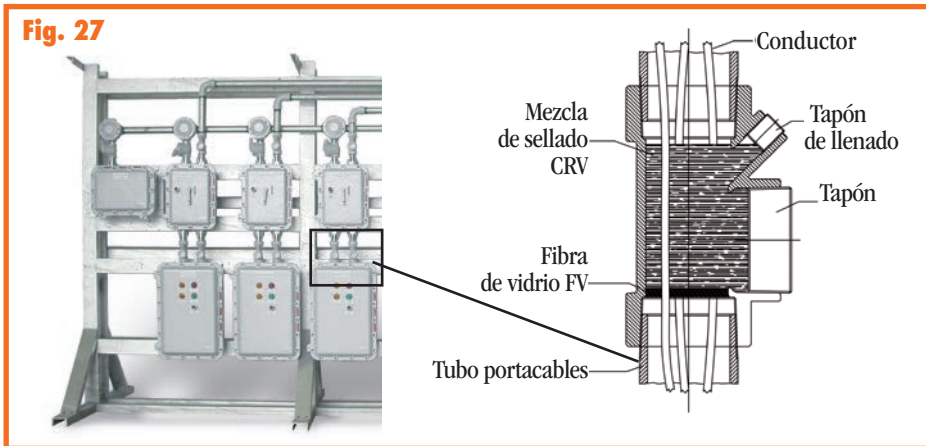


Fig. 27 Ejemplo de instalación realizada en tubo. Entre una caja y otra pueden verse los racores de sellado.

directa Este tipo de sistema se aplica sobre todo en el Reino Unido y en las zonas de influencia británica. La entrada directa necesita un prensaestopas certificado Ex-d, con específica en los criterios de selección de prensaestopas en la norma 60079-14. (Fig. 28). Naturalmente cada uno de los prensaestopas empleados debe presentar las características de seguridad que exige la normativa y tener un diámetro interior que coincida con el del

cable con el que se utiliza; asimismo la longitud de la junta debe garantizar la resistencia a la explosión. El modo de instalación exige que se utilice un cable no armado o armado con trenza o hilos o cintas, y por lo tanto un racor con prensaestopas para cable no armado o armado. Las ventajas que ofrece este método tienen que ver con el hecho de que el cable armado asegura no solo una protección mecánica sino una continuidad eléctrica

Fig. 28 Instalación en cable con entrada directa

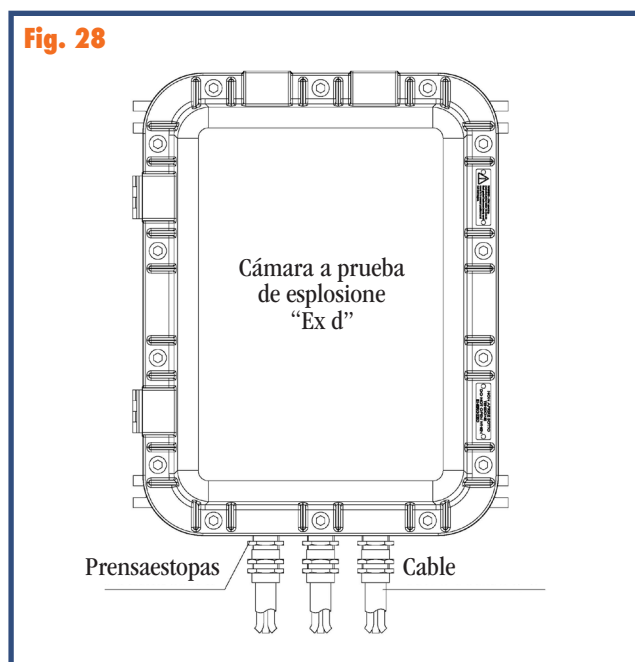
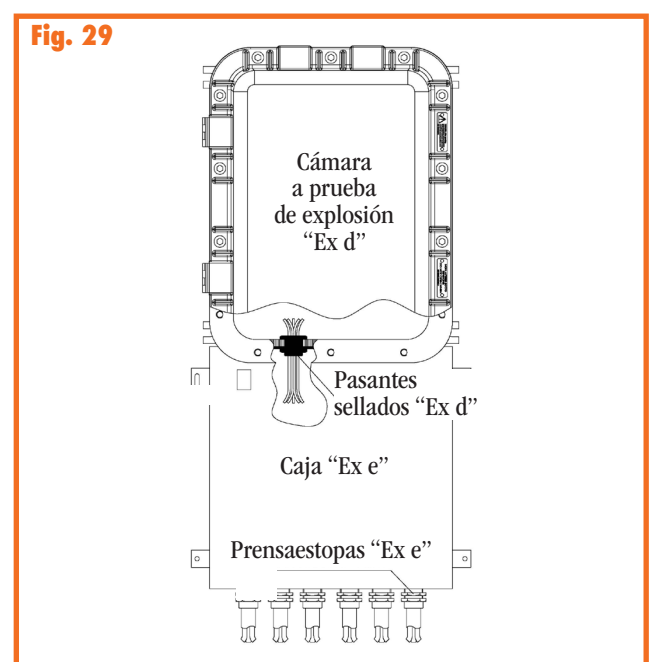


Fig. 29 Instalación en cable con entrada indirecta



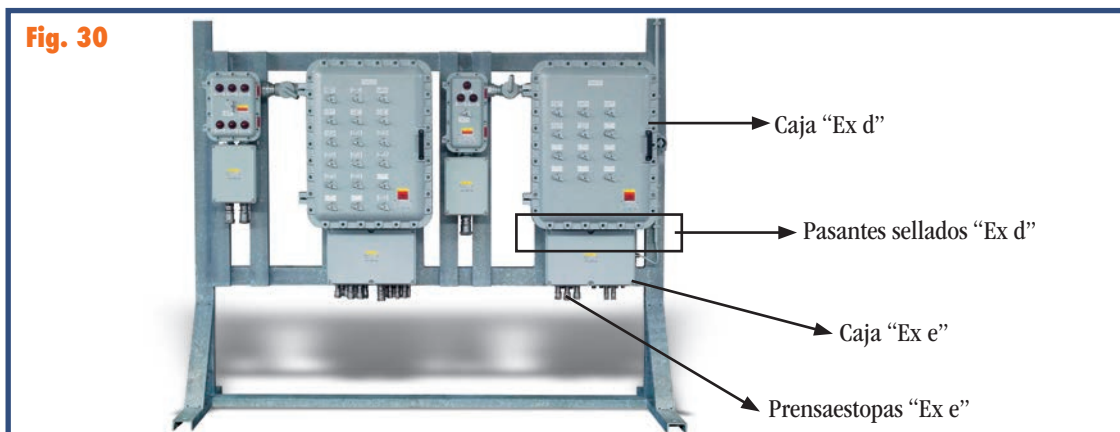


Fig. 30 Ejemplo de instalación en cable con entrada indirecta

a través de la armadura. Los límites de este método están determinados por el hecho de que la instalación de los prensaestopas requiere un mantenimiento particular para garantizar la continuidad de tierra.

C. Instalación en cable con entrada indirecta

Este sistema requiere una caja de derivación con bornes a la cual lleguen y de la cual salgan los cables. Dicha caja se conecta mediante pasantes sellados a la caja a prueba de explosión en la que se encuentran los aparatos eléctricos que pueden dar lugar a la chispa. La caja contiene los bornes, y los bornes junto a los conectores terminales son del tipo “de seguridad aumentada” “Ex e” (Fig. 29). Este tipo de instalación requiere el uso de cables no armados y, por tanto, de racores con prensaestopas adecuados. Teniendo en cuenta lo anterior, este método de instalación se utiliza cuando el riesgo de daños mecánicos es menor. Las ventajas de este método consisten en su flexibilidad y rapidez al igual que en su conveniencia económica. Su principal defecto se manifiesta en caso de riesgo mecánico;

por esta razón es mejor utilizar un cable armado o canaletas antiestáticas para cables si está presente este tipo de riesgo. En la Fig. 30 se puede ver un ejemplo de instalación en cable con entrada indirecta.

3.6.2.2. EQUIPOS DE SEGURIDAD AUMENTADA “Ex e”

Los equipos de seguridad aumentada son muy parecidos a los industriales; por “aumentada” se entiende precisamente que el nivel de seguridad es mayor respecto al que ofrecen los equipos industriales (Fig. 31 y 32). La filosofía de este modo de protección impone algunos límites:

- se puede aplicar a equipos que durante el funcionamiento, normal y/o anómalo, no producen arcos, chispas ni temperaturas excesivas;
- la tensión de alimentación nominal no supera los 10 kV.

Al efectuar la instalación es necesario prestar la máxima atención a dichas características puesto que de ellas depende el modo de protección. En concreto, resultan

3. Selección de los aparatos

críticos los cuatro aspectos que se describen a continuación.

- **El grado de protección del aparellaje.** Las cajas que contienen partes desnudas activas deben poder ofrecer una protección \geq IP54, mientras que las cajas que contienen solo partes aisladas deben poder ofrecer una protección \geq IP44. Las máquinas eléctricas rotativas, en cambio, (salvo las borneras y las partes conductoras desnudas), instaladas en ambientes limpios y regularmente controlados por personal cualificado, deben tener cajas con un grado de protección \geq IP20. Los límites de instalación deben indicarse en la máquina. Al instalar el equipo "Ex e" se debe prestar siempre la máxima atención a las operaciones que puedan comprometer el grado de protección, empezando por las entradas de cable del equipo. La introducción de cuerpos sólidos y/o de agua en el equipo puede acortar el trayecto conductor entre dos partes en tensión

del mismo, hasta producir la rotura del dieléctrico con la consiguiente formación de arco eléctrico.

- **El modo en el que el aparellaje se conecta al circuito de alimentación.** En general, el sistema de alimentación de los equipos "Ex e" consiste en un cable con prensaestopas "Ex e" certificado por un organismo notificado y realizado con anillo de retención interno y junta tórica externa, para mantener el grado IP54. Al conectar los cables a los bornes se debe prestar mucha atención para no comprometer las características constructivas de aislamiento de los bornes; es decir: respetar las indicaciones del fabricante en cuanto a la sección del cable que se va a conectar a los bornes y al número máximo de conductores que pueden conectarse para cada borne (o bien la potencia que puede disiparse de la caja), garantizar el apriete del conductor en el borne para los bornes de tornillo (o de varios conducto-

Fig. 31 Modo de protección "Ex e" con seguridad aumentada

Fig. 32 Caja de seguridad aumentada "Ex e" serie SA...SS de acero inoxidable con operadores

Fig. 33 Ejemplo de marca de conformidad



res cuando las instrucciones lo permiten), aplicando el par de apriete indicado y prestando atención a no invalidar las distancias de aislamiento en el aire.

- **La disipación térmica.** El modo de protección “Ex e” deja que el gas entre en la caja. Por este motivo, el fabricante del equipo mide la máxima temperatura generada por la construcción incluso en los componentes internos. Considerando que también el cable dentro de la caja aumenta el calor, es preciso evitar que la temperatura supere la clase de temperatura declarada por el fabricante a la temperatura ambiente de proyecto (T_{amb}). El instalador debe seguir necesariamente las indicaciones del fabricante en cuanto al número admitido de terminales, la sección máxima del conductor, la corriente máxima, y demás instrucciones sobre el llenado de conductores dentro de la caja. En alternativa, es necesario efectuar el cálculo de la potencia disipada de la caja que garantiza el mantenimiento de la clase de temperatura, teniendo en cuenta la resistencia del borne (declarada por el fabricante), la resistencia del cable y la corriente del circuito y de la temperatura ambiente de proyecto (T_{amb}).
- **La selección de las protecciones.** Todos y cada uno de los modos de protección deben estar garantizados. La marca de conformidad con las Normas 60079 de los productos Ex suministra toda la información necesaria para la selección,

Fig. 33



la instalación, el uso y el mantenimiento correctos del aparellaje en relación al tipo de protección que garantiza (Fig. 33).

3.6.2.3. EQUIPOS “Ex n”

En ciertos aspectos el modo de protección es análogo al de la seguridad aumentada, y asume algunas variaciones dependiendo de si el equipo es o de interrupción o no incendiario (“Ex nC”), o de respiración restringida (“Ex nR”). De cualquier manera, la tensión de alimentación nominal no puede superar los 15 kV.

3.6.2.4. EQUIPOS “Ex t”

Este modo de protección, implementado a raíz del advenimiento de la Directiva 94/9/CE “ATEX 95”, se basa en la posibilidad de impedir la entrada de polvo combustible en la envolvente en la que se encuentra el aparato eléctrico que puede dar lugar a la ignición. Actualmente, la normativa técnica clasifica estos equipos en el grupo III, que a su vez se divide en 3 subgrupos:

- **IIIA:** partículas combustibles; partículas

3. Selección de los aparatos

sólidas, incluyendo las fibras, de tamaño nominal mayor de 500 μm ;

- **IIIB:** polvos no conductores; partículas sólidas finamente divididas, de tamaño nominal menor o igual a 500 μm , con resistividad eléctrica mayor de 10³ Ωm ;

- **IIIC:** polvos conductores; partículas sólidas finamente divididas, de tamaño nominal menor o igual a 500 μm , con resistividad eléctrica menor o igual a 10³ Ωm ”; Nuestros aparatos presentan un grado de protección mecánica gracias al uso de material elastomérico, y se ha constatado el grado de protección (IP 6X) tras efectuar las pruebas de impacto y de acondicionamiento al calor y al frío.

3.6.2.4.1. GRADOS DE PROTECCIÓN DE LAS ENVOLVENTES (CÓDIGO IP)

La historia del uso de la energía eléctrica,







desde sus inicios hasta hoy, ha visto un determinado empeño, por parte de los progresistas, en hacer que las instalaciones y los aparatos eléctricos pudieran utilizarse en condiciones de seguridad. En la gama de soluciones técnicas que se han ido adoptando para prevenir los accidentes de origen eléctrico; es decir, de electrocución, está también el código IP.

El código IP (International Protection) es un código que resume el nivel de protección de un aparato eléctrico contra el contacto accidental o intencional con el cuerpo humano o con objetos, y la protección contra el contacto con agua.









Además de las letras “IP”, el código está compuesto por las dos cifras características y por las letras adicionales que contempla la norma IEC 60529:

- **primera cifra (0 - 6):** protección de

Tab. 15 Grado de protección IP: significado de la primera

Primera cifra característica			
Código	Simbolo gráfico	Significado para la protección del aparellaje	Significado para la protección de personas
IP 0X		Ninguna protección	
IP 1X		Protección frente a cuerpos sólidos de más de 50 [mm]	Protección contra el acceso con el dorso la mano
IP 2X		Protección frente a los cuerpos sólidos de más de 12 [mm]	Protección contra el acceso con un dedo
IP 3X		Protección frente a los cuerpos sólidos de más de 2,5 [mm]	Protección contra el acceso con una herramienta
IP 4X		Protección frente a los cuerpos sólidos de más de 1 [mm]	Protección contra el acceso con un alambre
IP 5X		Protegido contra el polvo	Protegido contra el acceso con un alambre
IP 6X		Totalmente protegido contra el polvo	Protegido contra el acceso con un alambre

Tab. 16 Grado de protección IP: significado de la segunda cifra

Segunda cifra característica		
Código	Simbolo gráfico	Significado para la protección del aparellaje
IP X0		Ninguna protección
IP X1		Protegido contra la caída vertical de gotas de agua
IP X2		Protegido contra la caída de gotas de agua con ángulo máximo de 15°
IP X3		Protegido contra la lluvia
IP X4		Protegido contra salpicaduras
IP X5		Protegido contra chorros de agua
IP X6		Protegido contra fuertes chorros de agua (en todas las direcciones)
IP X7		Protegido contra la inmersión temporal
IP X8		Protegido contra la inmersión prolongada (profundidad y tiempo declarado por el fabricante)

las personas contra el contacto con partes peligrosas y protección de los materiales contra el ingreso de cuerpos sólidos;

- **segunda cifra (0 - 6; 7 - 8):** protección de los materiales contra los efectos dañinos del agua;
- **letra adicional:** debe utilizarse si la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas es más eficaz que la indicada por la primera cifra característica, relativa a la protección contra el ingreso de cuerpos sólidos;
- **letra suplementaria:** debe usarse para suministrar información relativa al material.

En la Tabla 15 se ilustran los significados de la primera cifra. El nivel de protección ofre-

cida es progresivo, a partir del más bajo (IP OX) hasta llegar al más alto (IP 6X).

En la Tabla 16 se ilustran los significados de la segunda cifra. El nivel de protección ofrecida es progresivo:

- en lo que concierne a la protección contra chorros de agua, a partir del más bajo (IP XO) hasta llegar al más alto (IP X6);
- en lo que concierne a los efectos de la inmersión, a partir del más bajo (IP X7) hasta llegar al más alto (IP X8).

En cuanto a esta cifra, es preciso tener en cuenta dos aspectos:

1. entre la cifra 6 y la cifra 7 es como si hubiera un límite que divide el concepto de las salpicaduras del de las inmersiones; este, por ejemplo, comporta la creencia

3. Selección de los aparatos

Tab. 17 Significado de las letras suplementarias relativas a la protección contra el acceso de personas

Letras adicionales	Descripción
A	Protección contra el acceso con el dorso la mano
B	Protección contra el acceso con un dedo
C	Protección contra el acceso con una herramienta
D	Protección contra el acceso con un alambre

errónea de que el código IP X7 es superior al IP X6;

- la norma IEC 60529 no define ningún criterio para efectuar la prueba de verificación del IP X8 salvo que no puede tener condiciones inferiores a la del IP X7; esto significa que no sería sensato decla-

Tab. 18 Significado de las letras suplementarias relativas a la protección de los materiales

Letras suplementarias	Descripción
H	Equipo de alta tensión
M	Probado contra los efectos dañinos debidos al ingreso de agua con el equipo en movimiento
S	Probado contra los efectos dañinos debidos al ingreso de agua con el equipo no en movimiento
W	Apto para el uso en condiciones atmosféricas especificadas

rar el IP X8 sin definir la profundidad de inmersión y/o el tiempo de permanencia. En la Tabla 17 se ilustran los significados de las letras suplementarias relativas a la protección contra el acceso de personas, mientras que en la Tabla 18, los significados de las letras suplementarias relativas a la protección del material.

Veamos algunos ejemplos de marcado:

- IP65: equipo protegido totalmente contra el polvo y los chorros de agua;
- IP67: equipo protegido totalmente contra el polvo, contra los chorros de agua y contra la inmersión temporal;

Tab. 19 Comparación entre el código NEMA y el código IP

NEMA 250	IP (EN 60529 / IEC 60529)
Esta comparación se basa sobre el concepto que los tipos NEMA cumplen o superan los requisitos EN/IEC pero no pueden ser usados para hacer una conversión de EN/IEC a NEMA	
1	20
2	22
3R	24
3/3X	55
3S/3SX	55
4	66
4X	66
5	53
6	67
6P	68
7	ninguna equivalencia
8	ninguna equivalencia
9	ninguna equivalencia
10	ninguna equivalencia
12	54
12K	54
13	54

- IP65W: equipo protegido totalmente contra el polvo, contra los chorros de agua en condiciones atmosféricas especificadas; por ejemplo, a una temperatura ambiente de -60 a +55 °C.

En el trabajo diario requerimos, a veces, que la protección contra el ingreso de cuerpos sólidos y/o líquidos observe el código NEMA en lugar del código IP. En la Tabla 19 se comparan estos dos códigos; sin embargo, hay que tener en cuenta que el código NEMA considera también otros factores, como la protección contra la corrosión, factores que el código IP no tiene en cuenta.

3.6.2.5. MODO DE PROTECCIÓN COMBINADO "Ex de"

Se trata de un equipo, típicamente un cuadro eléctrico o un aparato de iluminación, que tiene una parte realizada con el modo de protección a prueba de explosión "Ex d"

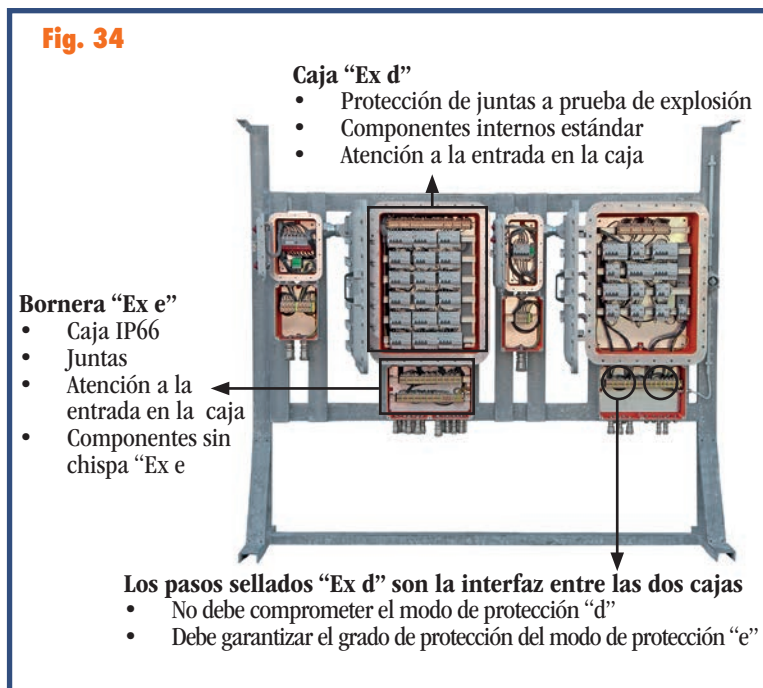
(normalmente la parte principal, como por ejemplo: un cuadro eléctrico o un aparato de iluminación, Fig. 34 y Fig. 35) y otra parte realizada con el modo de protección de seguridad aumentada "Ex e" (normalmente la caja de conexión a los circuitos externos).

A partir de la unión de los dos modos de protección se obtiene una solución con entrada directa:

- "Ex d": un equipo suficientemente robusto que ofrece un buen nivel de seguridad y que permite, en su ductilidad, realizar numerosos aparatos;
- "Ex e": una conexión entre los aparatos y la instalación que ofrece un buen nivel de seguridad, y facilidad de instalación y mantenimiento con costes moderados.

3.6.3. MARCADO DE LOS EQUIPOS ANTIDEFLAGRANTES

Tal y como lo describen las normas técnicas,



3. Selección de los aparatos

Fig. 36 Ejemplo de tarjeta identificativa

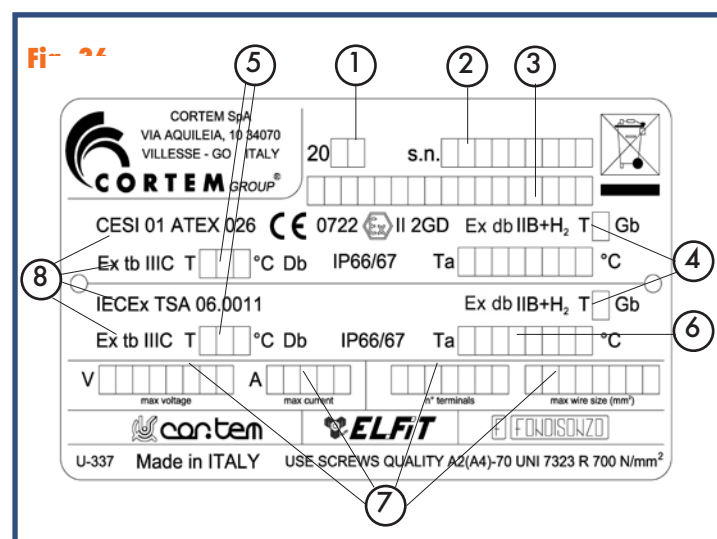
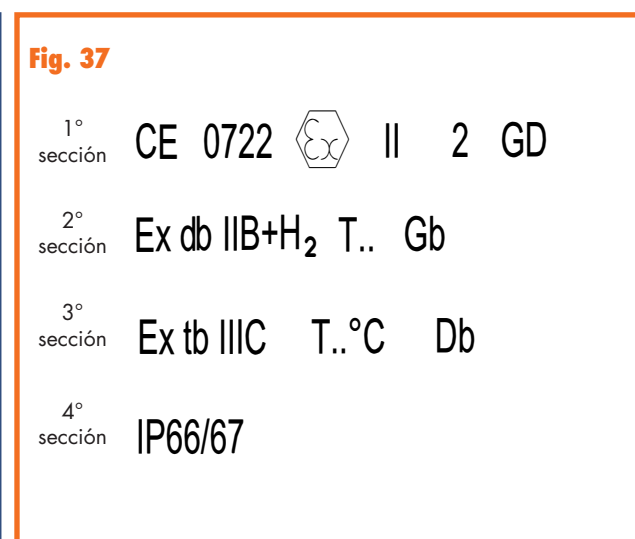


Fig. 37 Ejemplo de marcado Ex



todos y cada uno de los productos comercializados deben tener una tarjeta identificativa en la cual se suministran una serie de datos (Fig. 36):

- el nombre o el logotipo del productor, o del responsable de la comercialización del producto;
- el año de fabricación (1), el número de serie (2), la identificación del aparato mediante la definición del código de producto (3);
- los datos del aparato: la clase de temperatura (4), la máxima temperatura superficial (5), la temperatura ambiente (6), los datos eléctricos de acuerdo con el certificado (7);
- los datos relativos a los aspectos Ex; es decir, el marcado, el número de certificado, etc (8);
- advertencias.

Algunos de estos datos se exigen de acuerdo a la aplicación de las directivas comunitarias, otros derivan de la aplicación de las normas

técnicas, típicas de cada uno de los equipos. Para entender mejor el marcado Ex, la norma IEC/EN 60079, establece la composición de las cuatro secciones diferentes (Fig. 37).

- La 1ª sección es el marcado consiguiente la aplicación por lo menos de una Directiva comunitaria, que se señala con la fijación del signo gráfico CE y en su proximidad, el número de 4 cifras que indica el Organismo notificado y encargado de vigilar sobre la fabricación del producto (en nuestro caso 0722 = CESI).
- La 2ª sección es el marcaje consiguiente la aplicación de la Directiva comunitaria 2014/34/UE, que está compuesta por la marca distintiva comunitaria (qui inserire il simbolo EX), por el grupo del equipo (I o II) y por la categoría (para el Grupo I M1 o M2, para Grupo II 1 o 2 o 3), seguido por la letra “G” para Gas o “D” para polvos combustibles o “GD” cuando el equipo es adecuado para gas y polvos combustibles, la clase de tempera-



tura (Ej. T5) y el nivel de protección EPL (ej. Gb).

- La 3° sección es el marcado relativo al modo de protección por los polvos, que es consiguiente a la aplicación de las normas armonizadas como las IEC/EN de la serie 60079, el modo de protección por los polvos y el grupo de polvos (ej. Ex tb IIIC), la máxima temperatura superficial en función de la relativa temperatura ambiente (ej. T 135°C) y el nivel de protección EPL (ej. Db).
- La 4° sección es el marcado relativo al grado de protección mecánica del equipo por los fenómenos atmosféricos (ej. IP 66/67).

En la Tabla 20 de la página siguiente, se detallan algunos ejemplos de marcado que se pueden encontrar en nuestros equipos.

IECEx System (International Electrotechnical Commission System for Certification to Standards Relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres)

La conformidad con la directiva Atex es una condición necesaria y suficiente en los países de la Unión Europea para la instalación de los equipos eléctricos antideflagrantes en las áreas clasificadas como peligrosas. En los países que no forman parte de la Unión Europea, pero que adhieren a IEC, un equipo eléctrico antideflagrante está sujeto igualmente a la evaluación de la conformidad con las normas IEC, tanto para las partes generales como

para las partes relativas a los modos de protección, por parte de un organismo independiente.

También en este caso el marcado debe incluir: el nombre del fabricante, el número de serie, el código de identificación, el símbolo Ex, seguidos de:

- tipo de protección (d, de, e, ia, ib, ic, nA, nR);
- grupo en el que se ha certificado el equipo (I, IIA, IIB, IIC, IIIA, IIIB, IIIC);
- clase de temperatura o máxima temperatura superficial (T1, T2, T6);
- niveles de protección de los equipos (Ga, Gb o Gc).

Norteamérica

La clasificación y el marcado en Norteamérica adoptan el método de las Clases y las Divisiones, a diferencia de las normas europeas ATEX e internacionales IEC en las que se utiliza el método de las Zonas. Las áreas peligrosas, por tanto, se dividen en 3 clases según el tipo de atmósfera explosiva:

- Clase I (gases, vapores, nieblas combustibles);
- Clase II (polvos);
- Clase III (fibras combustibles).

Cada clase se subdivide en dos tipos de zonas de riesgo de explosión por la frecuencia o la duración de la formación de la atmósfera explosiva.

- División 1: áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, existen, de forma constante u ocasional, concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas

3. Selección de los aparatos

Tab. 20 Ejemplos de marcado Ex

Marcado CE		Marcado ATEX			Modo de protección					EPL
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CE	0722	Ex	II	2(1)G	Ex	db [ia Ga]	IIB+H ₂	T6..T5		Gb
				2(1)D	Ex	tb [ia Da]	IIIC	T85..100°C	IP66/IP67	Db




Marcado CE	0	CE	símbolo gráfico que indica que se ha aplicado por lo menos una directiva comunitaria; se aplica solo en los “aparatos” y no en los “componentes”;
	1	nnn	número de identificación del organismo notificado encargado de supervisar la producción
Marcado ATEX	2	Ex	marca distintiva comunitaria “Ex” específica para la protección contra explosiones, definida por primera vez en la directiva 76/117/CEE del 18 de diciembre de 1975
	3	n	Grupo de aparatos I = aparatos para minería subterránea o zonas superficiales de las minas en las que pueda haber grisú y/o polvos combustibles II = aparatos para trabajos diferentes de los realizados en minería subterránea o zonas superficiales de las minas expuestas al peligro de atmósferas explosivas III = aparatos para ambientes donde estan pocas probabilidad y sin embargo de breve periodo, que se ocurren atmósferas explosivas por gas, vapores, niebla o mezclas de aire y polvos.
	4	xx	Categoría de los aparatos M1 = aparato para minería subterránea o zonas superficiales de las minas en las que pueda haber grisú y/o polvos combustibles. Los aparatos de esta categoría tienen que estar operativos en atmósfera explosiva, en caso de fallo excepcional del aparato también. M2 = aparato para minería subterránea o zonas superficiales de las minas en las que pueda haber grisú y/o polvos combustibles; en caso de detección de una atmósfera potencialmente explosiva deberá poder cortarse su alimentación eléctrica 2G = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva formada por gases, vapores o nieblas (zona 1); apto para la instalación en zona 1 y en zona 2 2(1)G = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva formada por gases, vapores o nieblas (zona 1) y que en su interior tenga un dispositivo asociado que se conectará a un aparato de categoría 1; apto para la instalación en zona 0, 1 y en zona 2 2(2)G = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva formada por gases, vapores o nieblas (zona 1) y que en su interior tenga un dispositivo asociado que se conectará a un aparato de categoría 2; apto para la instalación en zona 1 y en zona 2 3G = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, no se prevé la aparición de una atmósfera explosiva formada por la mezcla de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla con el aire y, si esta aparece, es de corta duración (zona 2); apto para la instalación en zona 2 2D = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva formada por la mezcla de polvos combustibles y aire (zona 21); apto para la instalación en zona 21 y en zona 22 2(1)D = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, puede aparecer ocasionalmente una atmósfera explosiva formada por la mezcla de polvos combustibles y aire (zona 21) y que en su interior tenga un dispositivo asociado que se conectará a un aparato de categoría 1; apto para la instalación en zona 20, 21 y en zona 22 3D = aparato apto para ser instalado en áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, no se prevé la aparición de una atmósfera explosiva formada por una nube de polvo combustible en el aire y, si esta aparece, es de corta duración (zona 22); apto para la instalación en zona 22



Modo de protección	⑤	Ex	indica que se ha adoptado un modo de protección contra las explosiones
	⑥	α	<p>Letra que identifica el modo de protección adoptado</p> <p>db = equipo protegido mediante una caja a prueba de explosión “d”</p> <p>eb = equipo de seguridad aumentada “e”</p> <p>i = equipo de seguridad intrínseca “i”</p> <p>de eb = equipo que tiene una parte protegida mediante una caja a prueba de explosión “d” y una parte de seguridad aumentada “e”</p> <p>d [ia Ga] = equipo protegido mediante una caja a prueba de explosión “d” que tiene en su interior un dispositivo asociado (típicamente una barrera) de seguridad intrínseca “ia”</p> <p>d [ib Gb] = equipo protegido mediante una caja a prueba de explosión “d” que tiene en su interior un dispositivo asociado (típicamente una barrera) de seguridad intrínseca “ib”</p> <p>nR = equipo diseñado para limitar la entrada de gases, vapores y nieblas</p> <p>tb = equipo provisto de una caja que impide la entrada de polvo y con sistemas para limitar las temperaturas superficiales; nivel de protección “b”</p> <p>tb [ia Da] = equipo provisto de una caja que impide el ingreso del polvo y con sistemas para limitar las temperaturas superficiales con nivel de protección “b” que tiene en su interior un dispositivo asociado (típicamente una barrera) de seguridad intrínseca “ia”</p>
	⑦	xxx	<p>I = aparatos electricos para minas de grisù y en instalación superficiales con peligro debido al grisù.</p> <p>II = aparatos electricos para lugares con atmósfera explosiva por la presencia de gas, diferentes de las minas con grisù, dividido en tres subgrupos IIA; IIB; IIC (IIB+H2 para cajas del grupo II pero con presencia de hidrogeno).</p> <p>III = aparatos electricos para lugares con atmósfera explosiva por la presencia de polvos, dividido en tres subgrupos IIA; IIIB; IIIC.</p>
	⑧	xx	<p>Definición de las temperaturas generadas por el aparato</p> <p>T6 = aparato que puede alcanzar, pero no superar, los 85 [°C] de temperatura absoluta (según el modo de protección se puede tratar de la temperatura máxima o de la máxima temperatura superficial)</p> <p>T5 = aparato que puede alcanzar, pero no superar, los 100 [°C] de temperatura absoluta</p> <p>T4 = aparato que puede alcanzar, pero no superar, los 135 [°C] de temperatura absoluta</p> <p>T3 = aparato que puede alcanzar, pero no superar, los 200 [°C] de temperatura absoluta</p> <p>T2 = aparato que puede alcanzar, pero no superar, los 300 [°C] de temperatura absoluta</p> <p>T..°C = aparato que puede alcanzar pero no superar superficialmente los .. [°C] de temperatura absoluta</p>
	⑨	IPnn	Identifica el grado de protección mecánica de las envolturas, como está indicado en Tab. 15 y 16.
	EPL	⑩	$\alpha \alpha$

3. Selección de los aparatos

Tab. 21 Diferencias entre los procedimientos europeos/IECEx y los norteamericanos

ESTÁNDAR		PELIGRO CONTINUO	PELIGRO OCASIONAL	PELIGRO EN CONDICIONES ANORMALES
ATEX/IEC  		Zona 0	Zona 1	Zona 2
	NEC 500	Clase I, División 1		Clase I, División 2
	NEC 505	Clase 1, Zona 0	Clase 1, Zona 1	Clase 1, Zona 2

combustibles.

- División 2: áreas en las que, bajo condiciones de funcionamiento normal, no hay concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas combustibles, pero pueden manifestarse concentraciones peligrosas solo en caso de avería.

La “Zona 2” de la clasificación europea equivale a la “Clase I División 2” norteamericana, mientras que las “Zonas 0 y 1” europeas corresponden a la “Clase I División 1” norteamericana.

Nótese que los aparatos expresamente estudiados para ser utilizados en la “Zona 1” en Europa no siempre pueden adoptarse en la “Clase I División 1” norteamericana.

Respecto al sistema de zonas IEC:

- solo la Clase I (del artículo 500 del NEC) se subdivide en tres zonas IEC: Zona 0, Zona 1 y Zona 2;
- se mantienen invariadas las clases de temperatura T1-T6;
- se mantienen invariados los grupos de gases

IIA, IIB, IIC.

El artículo 505 da una posibilidad de selección en el modo de clasificación para otorgar al sistema IEC un reconocimiento mundial y propiciar la libre circulación de los aparatos aptos para las zonas clasificadas según el sistema IEC.

Esto quiere decir que los productos pueden estar aprobados:

- según **la Clase, la División y el Grupo de sustancias**.

Por ejemplo: Clase 1, División 2, A,B,C,D T3;

- según **la Clase, la División y el Grupo de gases**.

Por ejemplo: Clase 1, Zona 2, IIA, IIB, IIC T3.

La Tabla 19 pone en evidencia las diferencias entre la clasificación norteamericana y la europea/IEC.

Los equipos antideflagrantes deben estar probados y certificados por organismos notificados estadounidenses, como por ejemplo: Underwriters Laboratories (UL) o Factory Mutual, y canadienses, como la Canadian



Standards Association.

La Figura 38 describe la difusión geográfica de las normas ATEX, IEC, NEC y EAC, y muestra también los países en los que son válidos y se aplican los dos sistemas.

Rusia

El mercado de los productos antideflagrantes debe cumplir con la normativa ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) y con las normativas relativas a cada uno de los métodos de protección. El marcado debe indicar:

- el nivel de protección;
- el símbolo Ex;
- el símbolo del tipo de protección que se ha aplicada
- el grupo del aparato (I, II o IIA, IIB, IIC);
- la clase de temperatura;
- y el símbolo X, si se deben observar determinadas condiciones de uso o si el producto es un componente Ex;

- año de producción;
- número de serie;
- temperatura ambiente (uso).

3.6.4. LAS TEMPERATURAS AMBIENTE DE NUESTRO EQUIPO

La temperatura ambiente es la temperatura del aire o de otro material cercano al equipo. Normalmente, para los equipos Ex, el intervalo de referencia es de -20 a +40 [°C]. En la mayoría de los equipos Cortem Group hemos ampliado este intervalo de -60 a +60 [°C] para satisfacer las exigencias de los lugares con condiciones extremas en los que pueden instalarse nuestros equipos. Para hacerlo, hemos buscado los mejores materiales, aptos para estas variaciones térmicas.

3.6.5. NUESTRAS CLASES DE TEMPERATURA

La clase de temperatura es la máxima temperatura, superficial o absoluta, según el modo de protección, que puede alcanzar el aparato durante el funcionamiento previsto para su categoría.

Cuanto menos se calienta el equipo, menor es el riesgo de que produzca una explosión. Hay que tener en cuenta que la temperatura promedio de ignición de los gases clasificados es de unos 360 °C (T₂) – véase el Gráfico 5 en el capítulo 2.

En la Tabla 22 se comparan las tres clases de temperaturas: la europea, la internacional y la norteamericana.

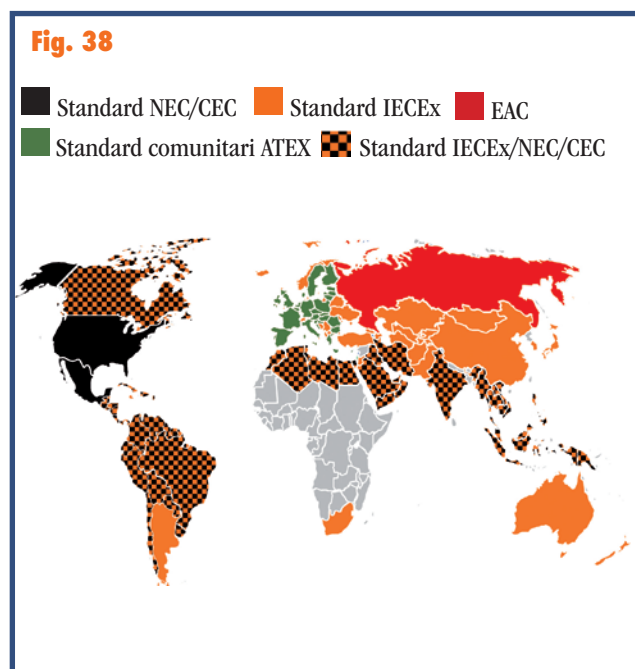


Fig. 38 Difusión geográfica de los estándares ATEX, IEC, NEC y EAC

3. Selección de los aparatos

Tab. 22 Comparación entre las clases de temperatura europeas/internacionales y las norteamericanas

[°C]	[°F]	 	 
450	842	T1	
300	572	T2	
280	536		T2A
260	500		T2B
230	446		T2C
215	419		T2D
200	392	T3	
180	356		T3A
165	329		T3B
160	320		T3C
135	275	T4	
120	248		T4A
100	212	T5	
85	185	T6	

3.6.6. MATERIALES UTILIZADOS EN NUESTRO EQUIPO

Actualmente se utilizan varios materiales en la producción de los equipos y los componentes empleados en los lugares con atmósferas potencialmente explosivas.

En extrema síntesis, podemos agruparlos en la Tabla 23.

No obstante la atenta selección de estos materiales que se han de transformar en productos acabados, es importante tener en cuenta los límites que impone la naturaleza.

Todos los materiales en general, y los nuestros no son la excepción, deben enfrentar tres enemigos:

- el ambiente;
- la temperatura;
- el tiempo.

La temperatura y el tiempo son factores conocidos, mientras que el ambiente en el que

se usan nuestros productos es nuestra gran incógnita, para nada fácil de controlar.

No nos referimos a los potenciales peligros debidos a la atmósfera explosiva que todos conocemos y que pueden controlarse con pruebas de laboratorio y certificaciones de garantía. Nos referimos al deterioro provocado por el ambiente altamente agresivo normalmente presente en las plantas químicas y petroquímicas.

La resistencia de los materiales a la corrosión es un factor relativo, ya que es necesario verificar las condiciones ambientales reales que ejercen un efecto significativo en la naturaleza del ataque.

Para esto, Cortem Group realiza constantemente pruebas en los materiales empleados de acuerdo con las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) – por ejemplo B 117 en niebla salina, G 31 en ácido sulfhídrico y clorhídrico, etc., y estudios detallados sobre la resistencia a los ambientes externos, para poder tomar las decisiones correctas basadas en experiencias objetivas, y garantizarle al cliente de esta forma la seguridad de los productos a lo largo de los años.

3.6.6.1. ALEACIÓN DE ALUMINIO

La aleación de aluminio actualmente es uno de los materiales más utilizados a nivel mundial para la fabricación de cajas a prueba de explosión.

Sus características de resistencia a la cor-



rosión hacen que este material se reconozca como el más eficaz y versátil para la mayor parte de las aplicaciones.

Tiene la ventaja de que es mucho más ligero respecto al arrabio, lo que facilita el montaje y el mantenimiento de la instalación, y presenta, además, una resistencia extraordinaria a la corrosión sin necesidad de los tratamientos de protección superficiales que requiere, por ejemplo, el arrabio, que debe protegerse galvánicamente y pintarse. No obstante, Cortem Group protege sus productos con una pintura superficial, RAL7035, que contiene partículas de acero inoxidable que, además de proteger contra los choques mecánicos, caracteriza nuestros productos y evita imitaciones y falsificaciones.

Respecto a los aceros inoxidables, el aluminio tiene un coste muchísimo más bajo.

Las características mecánicas de las coladas de las aleaciones de aluminio son altamente satisfactorias para el uso en el campo de la protección eléctrica antideflagrante.

En el pasado se utilizaban aleaciones de aluminio-cobre, que tenían la desventaja de no

ser absolutamente resistentes a la corrosión, o aleaciones de aluminio-magnesio que, si bien eran resistentes a la corrosión, presentaban el problema del límite de magnesio que, en caso de choque mecánico, puede generar chispas con valores energéticos capaces de provocar una explosión (las normas técnicas limitan la presencia del magnesio al 7,5% en masa). Hoy se utilizan las aleaciones de aluminio-silicio en las que el cobre está presente como impureza, y cuyas características principales se pueden resumir de la siguiente manera:

- resistencia mecánica bastante alta;
- suficiente ductilidad;
- buena compactibilidad;
- resistencia a la corrosión.

Las aleaciones de aluminio-silicio que más utilizamos son la AlSi10Mg(a) (EN AB 43000) y la AlSi12(b) (EN AB 44100) cuyas composiciones químicas, de acuerdo a la norma EN 1706, se indican en la Tabla 24.

3.6.6.2. ACERO INOXIDABLE

Durante los últimos años la demanda de ace-

Tab. 23 Materiales que utiliza Cortem Group para la producción de los equipos antideflagrantes

	materiales metálicos	materiales plásticos	partes transparentes
Parte externa del aparato	<ul style="list-style-type: none"> • aleaciones de aluminio • acero inoxidable 	<ul style="list-style-type: none"> • poliéster reforzado con fibra de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> • vidrio de borosilicato • policarbonato
Juntas	<ul style="list-style-type: none"> • neopreno, silicona 		
Entradas Ex	<ul style="list-style-type: none"> • latón niquelado • aleación de aluminio • acero inoxidable • acero galvanizado 	<ul style="list-style-type: none"> • poliamida 6 	

3. Selección de los aparatos

Tab. 24 Composición química de las aleaciones de aluminio-silicio

	Fe	Si	Mn	Ni	Ti	Cu	Pb	Mg	Zn	Sn	otros
AlSi10Mg(a)	máx 0,55	9 ÷ 11	máx 0,45	máx 0,05	máx 0,15	máx 0,05	máx 0,05	0,2 ÷ 0,45	máx 0,1	máx 0,05	cada uno 0,05; total 0,15
AlSi12(b)	máx 0,65	10,5 ÷ 13,5	máx 0,55	máx 0,1	máx 0,2	máx 0,15	máx 0,1	máx 0,1	máx 0,15	//	cada uno 0,05; total 0,15

ros inoxidable ha aumentado constantemente, debido a los lugares particularmente agresivos o por motivos técnico-legislativos (por ejemplo en el sector alimentario y farmacéutico), al punto de que casi todos los tipos de aparatos que producimos, independientemente del modo de protección, se proponen también en este material.

Los aceros inoxidable son aleaciones a base de hierro, carbono y cromo que combinan las propiedades mecánicas típicas de los aceros al carbono con características singulares de resistencia a la corrosión, gracias a una capa superficial sumamente delgada y transparente denominada “capa pasiva” que se forma debido al contacto entre los materiales que constituyen la aleación y el oxígeno del aire o del agua.

Los aceros inoxidable se dividen tradicionalmente, según su estructura metalográfica, en tres grandes familias:

- martensíticos;

- ferríticos;
- austeníticos.

Precisamente para satisfacer las exigencias de los mercados, como por ejemplo la de tener materiales con una alta resistencia a la corrosión de los cloruros, para las aleaciones de acero hemos optado por la AISI 316 (X5CrNiMo17-12-2), que pertenece a la familia de los austeníticos. En general, esta familia presenta las siguientes propiedades principales:

- óptima resistencia a la corrosión;
- facilidad de limpieza y óptimo coeficiente higiénico.

Pero como todas las medallas, también tiene su revés. A continuación, lo principales puntos débiles del acero inoxidable:

- a bajas temperaturas disminuye en gran medida la resistencia a la corrosión: los ácidos rompen la película de óxido, lo que da lugar a una corrosión genérica en estos aceros
- en las hendiduras y en las zonas protegi-

Tab. 25 Composición química del acero inoxidable AISI 316

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	N	otros
X5CrNiMo17-12-2	≤ 0,07	≤ 1,00	≤ 2,00	10,0 ÷ 13,0	16,5 ÷ 18,5	2, ÷ 2,5	≤ 0,11	cada uno ≤ 0,03; total ≤ 0,045



das, la cantidad de oxígeno puede no bastar para conservar la película de óxido, lo que provoca una corrosión intersticial;

- los iones de los halogenuros, en especial el anión (Cl⁻), rompen las películas pasivas en los aceros inoxidable austeníticos y provocan lo que se conoce como corrosión alveolar, corrosión por picadura o “pitting corrosion”; otro efecto del cloro es la SCC (Stress Corrosion Cracking - corrosión bajo tensión).

La composición química, de acuerdo con la norma EN 10088, se ilustra en la Tabla 25.

3.6.6.3. POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

Este material apareció en Italia, en el sector Ex, en la segunda mitad de la década de los 80, hallando su principal aplicación en las cajas de derivación con seguridad aumentada.

El material que utilizamos es una resina de poliéster no saturado, reforzada con fibras de vidrio, para mejorar las propiedades mecánicas, y grafito, para que la superficie resulte “conductiva” y se reduzca así el riesgo de acumulación de cargas electrostáticas. El uso de grafito es precisamente lo que le da el color gris oscuro que la caracteriza.

Las fibras tienen una alta resistencia a la tracción y representan, por tanto, los elementos resistentes de las resinas compuestas.

De hecho, cuando una resina compuesta se ve sometida a un esfuerzo axial de tracción, las fibras se encargan de absorber los esfuer-

zos reales, mientras que a la matriz polimérica no le queda más que distribuirlos entre las mismas fibras determinando así una uniformidad de sollicitación entre estas.

La resina, además, se encarga de proteger las fibras contra el desgaste, y de asegurar un alineamiento correcto de estas.

Gracias a los retardantes de llama presentes en la fórmula química, nuestro material cumple también con el grado Vo según la normativa UL 94.

Las propiedades principales son las siguientes:

- gran ligereza;
- alta resistencia mecánica;
- alta resistencia a la corrosión;
- alto aislamiento térmico;
- buenas propiedades dieléctricas y amagnéticas.

3.6.6.4. VIDRIO DE BOROSILICATO

El vidrio de borosilicato es un material robusto, conocido por la alta resistencia que ofrece frente a las variaciones térmicas y por el bajo coeficiente de dilatación; resiste a los agentes químicos y presenta, además, extraordinarias características de transparencia. En nuestros aparatos utilizamos el de clase 3.3, de acuerdo con la norma ISO 3585, que presenta las siguientes características:

- liso, superficie no porosa, fácil de limpiar;
- excelente y amplia compatibilidad química, incluyendo una alta resistencia al agua, a las soluciones salinas, a las sustancias orgánicas, a los halógenos y a la mayor

3. Selección de los aparatos

Tab. 26 Composición química del vidrio de borosilicato 3.3

	SiO ₂	B ₂ O ₃	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	otros
Vidrio de borosilicato, clase 3.3.	80,6 %	12,5 %	4,2 %	2,2 %	0,5 %

parte de los ácidos;

- ningún efecto catalítico en los procesos químicos;
- ninguna característica fisiológica nociva en los procesos bioquímicos;
- transparencia;
- no inflamable;
- buena estabilidad y resistencia térmica;
- baja dilatación térmica.

La composición química, de acuerdo con la norma ISO 3585, se ilustra en la Tabla 26.

3.6.6.5. POLICARBONATO

El policarbonato (PC) es un poliéster genérico derivado del ácido carbónico y, respecto a los materiales descritos hasta ahora, es sin duda el más reciente, ya que no obstante Du Pont lo haya estudiado desde finales de la década de los 20 como posible sustituto del algodón, empezó a utilizarse comercialmente en los años 60 por Bayer (Makrolon®) y por General Electric (Lexan®).

El policarbonato que utilizamos es de “bisfenol-A”, un polímero compuesto por numerosas (“poli”) unidades idénticas de bisfenol-A unidas al carbonato en la cadena principal. Sus características principales son:

- transparencia: alto índice de refracción debido a su carácter aromático; la tran-

sparencia y la ausencia de color hacen posible una permeabilidad a la luz del 89% en el espectro visible;


- resistencia térmica y mecánica;
- resistencia a los ácidos minerales, a los hidrocarburos alifáticos, a la bencina, a las grasas, a los aceites, a los alcoholes (salvo al alcohol metílico) y al agua a menos de 70° C;
- buenas propiedades eléctricas.

3.6.6.6. LATÓN NIQUELADO

Este tipo de material (latón al plomo con Cu 58%, Zn 40% y Pb 2%) lo utilizamos exclusivamente para la fabricación de prensaestopas Ex. Además de la aleación binaria tradicional cobre (Cu) y cinc (Zn), nuestro material tiene también un porcentaje bajo de plomo (Pb) en la parte externa de la barra que nos facilita la fase de torneado puesto que no forma una solución con la aleación Cu-Zn y presenta una temperatura baja de solidificación respecto a los otros dos elementos. Sucesivamente se somete al tratamiento superficial del niquelado electrolítico para darle al producto, más que un buen aspecto estético, una mayor protección contra la corrosión debida a los agentes externos.

3.6.6.7. ACERO GALVANIZADO

También este tipo de material, una aleación de hierro (Fe) y carbono (C), como el latón niquelado, se utiliza para los elementos de unión de las entradas Ex. Se trata de un acero aleado, dulce, para usos genéricos, con pequeñas cantidades de plomo, bismuto, te-



lurio o azufre. Para proteger el componente contra la corrosión, tras el mecanizado, este se somete al proceso de galvanizado.

3.6.6.8. POLIAMIDA 6

Este tipo de material, al igual que los anteriores, se utiliza exclusivamente para la fabricación de los prensaestopas Ex. Las poliamidas (Pa) son polímeros lineales caracterizados por la presencia del grupo de amidas- co -NH-CO-. En la gama de las poliamidas, que se conocen comúnmente como “nylon”, se distinguen varios tipos. Las características de cada uno de los tipos de poliamida no difieren mucho entre sí: peso específico relativamente bajo, resistencia a los golpes y al desgaste, discreto aislamiento eléctrico, resistencia a los disolventes, a los aceites, a las grasas y a los carburantes. El tipo de poliamida que utilizamos es la poliamida 6 (Pa6), que pertenece a la familia de las poliamidas alifáticas.

3.6.6.9. NEOPRENO

El neopreno es uno de los principales materiales que utilizamos en nuestras juntas. El neopreno (conocido originalmente como dupreno) fue el primer residuo del caucho sintético producido a escala industrial, con más de 75 años de prestaciones probadas en un amplio espectro de sectores. Inicialmente se desarrolló como sustituto resistente al aceite del caucho natural. La composición química básica de este caucho sintético es el policloropreno (CR). Este pertenece a la

familia de los elastómeros sintéticos (es decir, de los cauchos sintéticos) y se presenta como un caucho poroso, cuya masa está constituida por células gaseosas uniformemente distribuidas. Las características principales son: la elasticidad, la resistencia al corte y al aplastamiento, la resistencia al envejecimiento atmosférico y al calor y, además, resulta inerte frente a muchos agentes químicos, aceites y disolventes.

3.6.6.10. SILICONA

La silicona, al igual que el neopreno, es uno de los principales materiales que utilizamos en nuestras juntas.

Las siliconas o polisiloxanos (polidimetilsiloxano) son polímeros inorgánicos basados en una cadena de silicio-oxígeno y grupos funcionales orgánicos (R) unidos a los átomos de silicio. En general, los cauchos silicónicos (VMQ) tienen la peculiaridad de ser muy resistentes a la temperatura, a los ataques químicos y a la oxidación, y son excelentes aislantes eléctricos. Tienen óptimas propiedades de antiadherencia, elasticidad, resistencia al envejecimiento y a las altas temperaturas.

3.6.7. NUESTRAS CERTIFICACIONES (PARTE I)

3.6.7.1 DIRECTIVA 2014/34/UE

Casi todos los aparatos que producimos pertenecen al grupo II, categoría 2G y 2D. Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que se trata de aparatos eléctricos, el procedimiento de evaluación de la conformidad que hemos adoptado consiste en obtener los dife-

3. Selección de los aparatos

Fig. 39

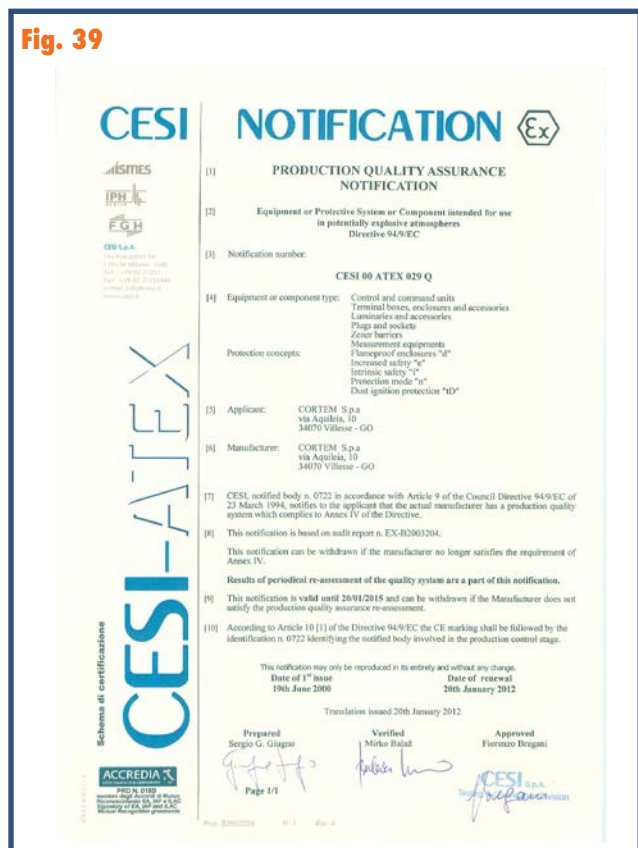


Fig. 39 Certificación ATEX de la calidad de la producción

rentes certificados CE de tipo que cubran los aspectos del diseño de los aparatos Ex, y la notificación de la garantía de la calidad de los productos (Fig. 39) para cubrir los aspectos relativos a la fabricación de dichos aparatos. Aunque procedimiento de evaluación de la conformidad de la directiva no lo exija, para ofrecer una mayor transparencia a nuestros clientes, **sometemos todos los aparatos de las categorías 3G y 3D a la evaluación del diseño para obtener los certificados de tipo correspondientes.** El método utilizado para cumplir con los requisitos esenciales de seguridad y salud consiste en aplicar las normas armonizadas que, conforme a la más avanzada tecnología, están

Fig. 40

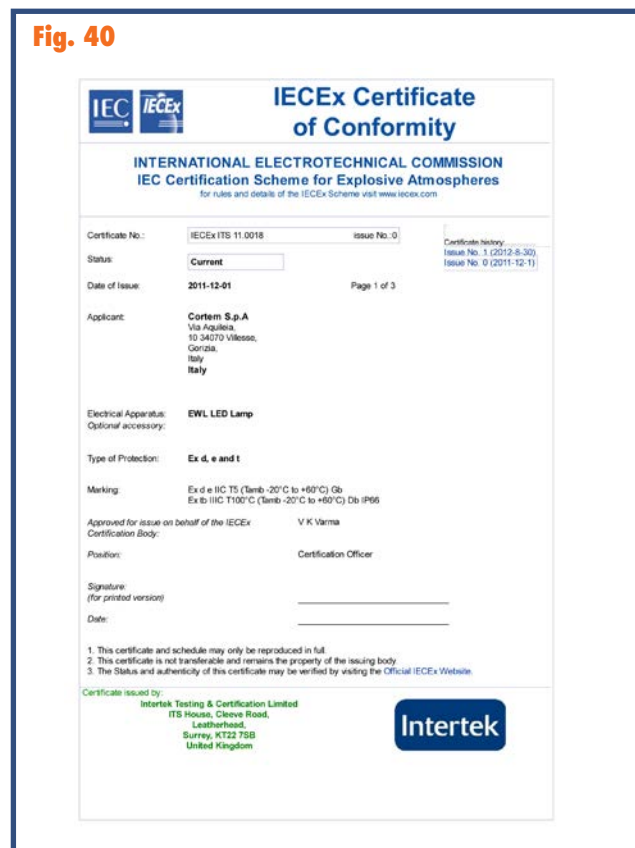



Fig. 40 Ejemplo de certificado IECEx

en constante evolución (en promedio una norma dura unos 5 años); periódicamente el Diario Oficial de la Unión Europea publica, en la serie C, la lista de normas que cumplen con los requisitos esenciales de cada directiva contemplada por la Unión, y sobre esta define asimismo la fecha de cese de la presunción de conformidad con los requisitos mismos. Por tanto, nuestros certificados están constantemente actualizados de manera tal que los diseños de nuestros aparatos respondan siempre a la tecnología de punta vigente en el momento en el que ponemos nuestros productos en el mercado. Otra elección que hicimos fue utilizar Orga-



nismos Notificados con competencia, imparcialidad y rigor reconocidos internacionalmente.

3.6.7.2. IEC-EX

Desde principios de la década de los 2000, fuera de la Unión Europea, ha ido tomando cada vez más fuerza un esquema de certificación voluntario, con carácter internacional, del que se habló un poco en el punto 3.6.3.: el esquema IECEx (<http://www.iecex.com/>). Este esquema, en su filosofía, es muy parecido al de la Directiva 2014/34/UE y prevé el control tanto del diseño (Ex-TR) como de la fabricación (QAR) por parte de un organismo de certificación acreditado por dicho esquema; con estos documentos es posible solicitar el certificado de conformidad (CoC). Las normativas de referencia son las de la serie IEC 60079.

El objetivo del sistema IECEx consiste en facilitar el comercio internacional de equipos para el uso en ambientes con atmósferas explosivas, manteniendo el nivel de seguridad necesario:

- reducción de los costes de prueba y de certificación para el fabricante;
- reducción de los tiempos de comercialización;
- confianza internacional en el proceso de evaluación del producto;
- una base de datos internacional;
- mantener un nivel de confianza internacional en cuanto a los equipos y los servicios objeto de certificación IECEx.

Este esquema, al igual que sus certificados, está siendo reconocido en cada vez más países a nivel internacional.

Los certificados del sistema IECEx se expiden como “certificados electrónicos” y están disponibles en el sitio web IECEx (Fig. 40). Esta web de acceso público permite ver e imprimir los certificados

3.6.7.3. RUSIA EAC

El marco reglamentario en Rusia es muy diferente del europeo, en el cual estamos acostumbrados a movernos con agilidad. Si el mercado UE se basa en el principio del mutuo reconocimiento, y la certificación obligatoria (mercado CE) se requiere únicamente para determinadas familias de productos peligrosos o asociados a graves riesgos, en Rusia, en virtud de la ley nº 508 del 22/07/92 en materia de derechos de los consumidores, la mayor parte de los productos que se comercializan en los mercados internos de la federación debe certificarse para verificar la conformidad del producto con los estándares nacionales rusos.

Puesto que el control de la conformidad de los productos con los índices de seguridad y calidad no es competencia directa de los órganos de aduana, estos se limitan a verificar la existencia y la autenticidad de los documentos que certifican las propiedades de los productos de importación.

En el sistema de control aduanero de la seguridad de los productos, el documento principal está constituido por el certificado

Fig. 41



Fig. 41 Certificación EAC

de conformidad expedido sobre la base de los requisitos de seguridad de la Regulación Técnica de la Unión Aduanera Euroasiática (Fig. 41).

La normativa para los aparatos utilizables en zonas con riesgo de explosión, en ámbito de las certificaciones EAC, que por lo tanto cuentan con propiedades “antideflagrantes”, está basada sobre el Reglamento Técnico 012/2011 de la Unión Aduanera Euroasiática, uno de los reglamentos técnicos EAC en vigor desde 2013. Tales reglamentos continuamente en actualización y ampliación en su ámbito de acción, son entrados en uso progresivamente desde el año 2012, cubriendo al

final del 2015 la mayor parte de los sectores comerciales que regulan la producción sobre los mercados de Rusia, Belarús, Kazajstán, Armenia y Kirguistán.

El certificado, que deriva por la conformidad a las normas del TR CU 012/2011, es el EAC Ex comparable con el ATEX.

Certificado EAC Ex - Productos sujetos a la normativa

El Reglamento Técnico EAC 012/2011 es directo tanto al equipo eléctrico y a su componentes como a los que no usan alimentación eléctrica.

La identificación de los productos que respetan las características enumeradas en el reglamento está hecha por la presencia del específico marcado Ex, puesto sobre el mismo producto y sobre la documentación relativa al producto, desde esto el porque de la común denominación “Certificado EAC Ex” donde EAC se refiere a la normativa unificada de la Unión aduanera de la que Rusia, Belarús, Kazajstán son parte y se adhieran al sistema de certificaciones, mientras EX se refiere a las propiedades antideflagrantes del producto.

TR CU 010/2011 sobre la seguridad de máquinas e instalaciones

El TR CU 010/2011 es dedicado a la regulación de la comercialización de una gran variedad de aparatos, máquinas e instalaciones en el suelo de la Federación Rusa, Belarús, Kazajstán, Armenia y Kirguistán.

El reglamento técnico no se aplica a sectores como el médico, de las telecomunicaciones,



marino, aéreo, ferroviario y militar.

Certificados EAC de la Unión Aduanera Euroasiática de acuerdo con la reglamentación TR CU

Se entienden certificados de la Unión Aduanera los documentos de conformidad que en este momento son los más importantes en vigor en la Federación Rusa, en Kazajstán y en Bélarus y representan el presente y el futuro para la certificación dentro de la zona EurAsEC.

Nueve Países son parte de la Comunidad Económica Euroasiática, Rusia, Bélarus, Kazajstán, Uzbekistan, Taykistán, Kirguistán, Ucrania, Moldova, y Armenia. De estas nueve Republicas de la Ex Unión Soviética, ahora mismo tres países, Rusia, Bélarus y Kazajstán, desde 2012 son parte de la Unión Aduanera EurAsEC, con el objetivo establecido para una completa integración económica, comercial y quizás monetaria. La Unión Aduanera permite la libre circulación de las mercancías dentro la comunidad económica. En la práctica, la necesidad de un aparato de certificación uniforme, se ha concretado de una parte en la creación de dos nuevas instituciones: la Declaración de Conformidad de la Unión Aduanera EurAsEC y el Certificado de Conformidad de la Unión Aduanera EurAsEC; de otra parte con una serie de reglamentos técnicos (Reglamentos Técnicos de la Unión Aduanera) conforme con los dictados de la Organización Mundial del Comercio WTO, reconocidos por la sigla TS TR.

Los productos que llevan la marca EAC de-

muestran que cumplen con los estándares pertinentes y que han recibido el certificado EAC expedido por un organismo de certificación acreditado. Por consiguiente, el trámite aduanero requiere esta certificación, expedida por un organismo oficial ruso acreditado por la Rosakkreditatsia; el certificado de conformidad debe exhibirse siempre junto a la declaración de aduana de carga y constituye el documento fundamental para la entrada de los productos en el territorio de la Federación Rusa. Los envíos acompañados de la copia oficial del certificado podrán pasar la aduana y ser aceptados por el comprador ruso.

Para muchos productos destinados a localidades industriales potencialmente peligrosas situadas en Rusia, entre las cuales se encuentran los equipos Ex (ej. industria nuclear, naval etc.), se requieren permisos adicionales.

3.7. NUESTRAS CERTIFICACIONES (PARTE II)

Junto con cada uno de los productos comercializados, quien aplica el marcado **CE** debe:

- redactar la declaración de conformidad UE declaración de conformidad UE si se trata de aparatos, o el “certificado de conformidad” con las respectivas condiciones de incorporación, si se trata de componentes;
- suministrar las “instrucciones para el uso”.

Desde el punto de vista legal, la UE considera **“productor”**:

- i) el fabricante de un producto, cuando esté establecido en la Comunidad, y toda persona

que se presente como fabricante estampando en el producto su nombre, marca o cualquier otro signo distintivo, o toda persona que proceda al reacondicionamiento del producto;

ii) el representante del fabricante cuando este no esté establecido en la Comunidad o, a falta de representante establecido en la Comunidad, el importador del producto;

iii) los demás operadores profesionales de la cadena de comercialización, en la medida en que sus actividades puedan afectar las características de seguridad del producto.

Veamos las características de estos documentos más detalladamente.

3.7.1. LA "DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD UE"

La declaración de conformidad UE es el acto formal y final en el que el productor declara frente al Mercado Único de la Unión Europea que está cumpliendo con los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud de todas las directivas comunitarias pertinentes para sus productos.

Las declaraciones de conformidad UE se redactan considerando las siguientes referencias legislativas y normativas:

- anexo III anexo X "Declaración de Conformidad UE de la Directiva 2014/34/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 26 de febrero de 2014, en materia de armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para el uso en atmósfera potencialmente explosiva (versión refundida)";

- norma técnica ISO/IEC 17050-1 y 17050-2 "Evaluación de la conformidad - Declaración de conformidad del proveedor".

Según las directivas aplicadas, pueden exigirse otros requisitos, como por ejemplo:

- la Directiva "baja tensión" requiere las dos últimas cifras del año en el que se aplicó el marcado CE;
- la Directiva "máquinas" requiere la descripción y la identificación de la máquina, con denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie, denominación comercial;
- la Directiva 2014/34/UE requiere, si procede, el nombre, el n° de identificación y la dirección del organismo notificado que expidió el certificado CE de tipo y el n° del certificado.

3.7.2. LAS "INSTRUCCIONES PARA EL USO"

Las instrucciones constituyen el medio para transmitir al usuario la información necesaria para el uso correcto y seguro del producto; por este motivo deben estar escritas no solo en el idioma del país de fabricación del producto sino también en inglés. Las instrucciones forman parte integrante del suministro del producto.

También en este caso, las instrucciones se redactan considerando las siguientes referencias legislativas y normativas:

- norma técnica IEC 62079 "preparación de las instrucciones – estructura, contenido y presentación";

Según las directivas aplicadas, pueden exigirse

se otros requisitos, como por ejemplo:

- la Directiva “máquinas” requiere “por lo menos” una serie de información definida en el punto 1.7.4 y o en el punto 3.6.3 y o en el punto 4.4, etc. del anexo I;
- la Directiva 2014/34/UE requiere “por lo menos” una serie de información definida en el punto 1.0.6 del anexo II. ■



Fig. 42 Ejemplo de instrucción de seguridad, uso y mantenimiento de Cortem Group

4. *Instalación*



Impecamos diciendo que la seguridad en las áreas potencialmente explosivas puede garantizarse únicamente a través de una estrecha y eficaz colaboración entre todas las partes involucradas (Fig. 42).

El empleador es el responsable de la seguridad de sus instalaciones. Es su deber verificar dónde puede haber un riesgo de explosión y, por consiguiente, dividir las áreas en zonas. Debe garantizar asimismo que los aparatos se instalen de conformidad con las normativas y que se controlen antes del uso. Debe, además, mantener los aparatos en perfectas condiciones de uso mediante operaciones de inspección y mantenimiento periódico. **La planificación de la instalación, la selección de los aparatos y el montaje deben ser llevados a cabo únicamente por personal formado e instruido sobre los diferentes modos de protección y los procedi-**

mientos de instalación, las reglas y las disposiciones legislativas pertinentes y los principios generales de la clasificación de los lugares. Además, el operador debe tener las competencias específicas necesarias para el tipo de trabajo que debe realizar. Los productores de equipos eléctricos antideflagrantes son los responsables de los ensayos de rutina, de la certificación de los productos y de la documentación. Estos deben garantizar que todos los dispositivos se fabriquen de conformidad con el proyecto aprobado.

Considerando lo anterior, en la fase de instalación es oportuno revisar nuevamente la coherencia entre el marcado del equipo y la zona de instalación. Sucesivamente, el instalador deberá tener en cuenta las disposiciones normativas, como por ejemplo las de la norma IEC/EN 60079-14, al igual que las



instrucciones de uso suministradas por el fabricante, sobre todo si existen “condiciones especiales para el uso seguro – (X)”.

Una nota particular que afecta directamente a la mayor parte de nuestros equipos, es la selección de los prensaestopas para los equipos con modo de protección “Ex d”. Los prensaestopas previstos en este modo de protección pueden ser de diferente tipo, de acuerdo a los usos para los que estén diseñados. Normalmente se dividen en dos grandes categorías:

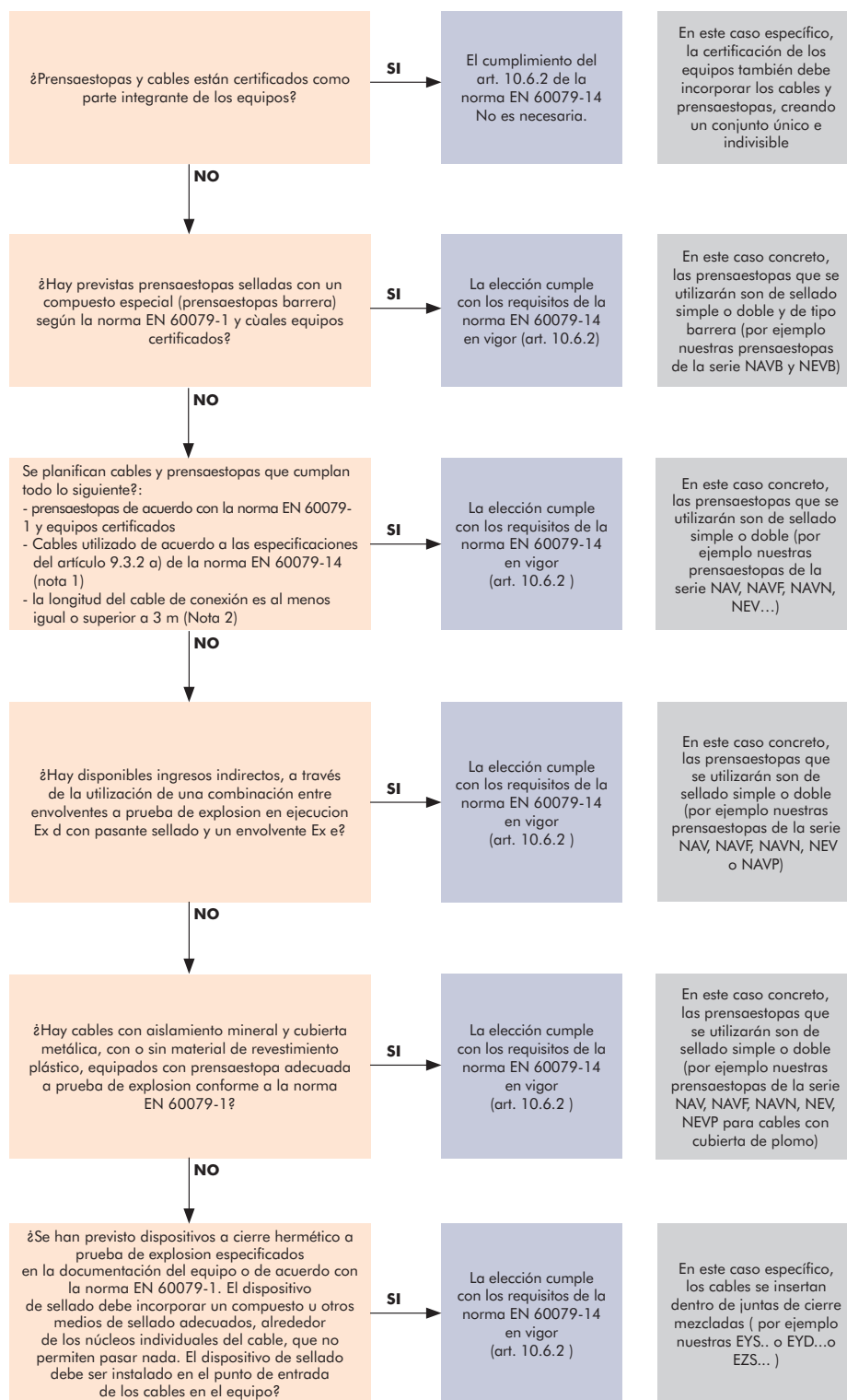
- para cable armado: se utilizan para la entrada directa de los cables armados en cajas a prueba de explosión, y pueden estar realizados para diferentes tipos de blindaje;
- para cable normal: se utilizan para la entrada directa de cables no armados en cajas a prueba de explosión. El sellado se realiza con una junta directamente en el revestimiento externo del cable. Cada junta puede usarse con un diámetro específico de cable.

Fig. 43 La cooperación entre todas las partes involucradas



Los prensaestopas se seleccionan según el diámetro del cable. La estanqueidad, de hecho, se garantiza mediante la compresión de una junta de caucho que aprieta el diámetro exterior del cable y no permite que la llama se propague fuera de la caja. Normalmente la junta de estanqueidad tiene una longitud que corresponde a la longitud máxima de la junta de laminación; algunos prensaestopas, con la junta más corta, pueden utilizarse para cajas con volúmenes internos limitados por el certificado. En las juntas están indicados los diámetros mínimo y máximo de uso del cable. No se pueden introducir varios cables en el mismo prensaestopas, ni aumentar el diámetro de la funda externa del cable con cinta aislante u otros medios, para que se corresponda con el diámetro de la junta. Los prensaestopas para cables armados tienen dos juntas: la primera, frontal, es la que retiene el diámetro interior del cable y garantiza la protección antideflagrante; la segunda, trasera, retiene la junta externa del cable e impide la penetración de líquidos en el prensaestopas, donde está bloqueada la armadura mediante dos anillos cónicos que garantizan la continuidad eléctrica de la puesta a tierra. También existen prensaestopas del tipo “de barrera”. En este caso, el cable se sella con una resina en un manguito que al introducirse en el prensaestopas, forma una junta de laminación con la parte interna del cuerpo. El uso de diferentes tipos de prensaestopas está regulado por la Norma IEC / EN 60079-14, que según el tipo de instalación se pueden

Gráfico 9 Diagrama de flujo para la selección correcta del prensaestopas



Note 1. Con envoltura en material termoplástico, termoes estable o elastómero. Deben ser circular y compacto. Eventuales rellenos o envolturas deben ser extruidas. Eventuales rellenos deben ser con material no higroscópico.
 Note 2. La longitud mínima del cable se define con el fin de limitar el peligro potencial debido a la transmisión de la llama a través del cable. Para los procedimientos de prueba de respiración restringida del cable (Apéndice E, extraído de la norma EN 60079-14), se tiene que usar un trozo de cable con una longitud de 0,5 m que tiene que ser probado, una vez instalado en una envoltura sellada de 5 litros (± 0,2 litros), en condiciones de temperatura constante. El cable se considera aceptable si el intervalo de tiempo necesario para bajar desde 0,15 kPa (15 mm de columna de agua) una sobrepresión interna de 0,3 kPa (30 mm de columna de agua) es igual o mayor 5 s.

utilizar prensaestopas de barrera o prensaestopas de sellado simple o doble con juntas. El Gráfico 9 es un ayuda concreto para la selección del modo de conexión a cajas a prueba de explosión, porque considera todas las variables contempladas en la norma sobre citada. Porque entendemos las dificultades de quien realiza las instalaciones “AD-PE = de seguridad a prueba de explosión” y de quien se encarga del mantenimiento de los instalaciones electricas y electronica, y considerando además los ingresos que necesitan de prensaestopas de barrera, la nuestra elección es la que de dar la posibilidad de tener aparatos con un nivel de seguridad alto, pero mas faciles de manejar desde el punto de vista de la instalación: en efectos estos son los equipos que presentan el modo de protección compuesto “Ex de” del que ya hemos hablado al punto anterior 3.6.2.5. ■

5. Verificación



iC ¿Cuál es el objetivo de la verificación o inspección? ¡La respuesta está en la misma pregunta! El objetivo consiste en verificar mediante una inspección, inicialmente, que la instalación esté realizada a la perfección y, periódicamente, que mantenga inalteradas

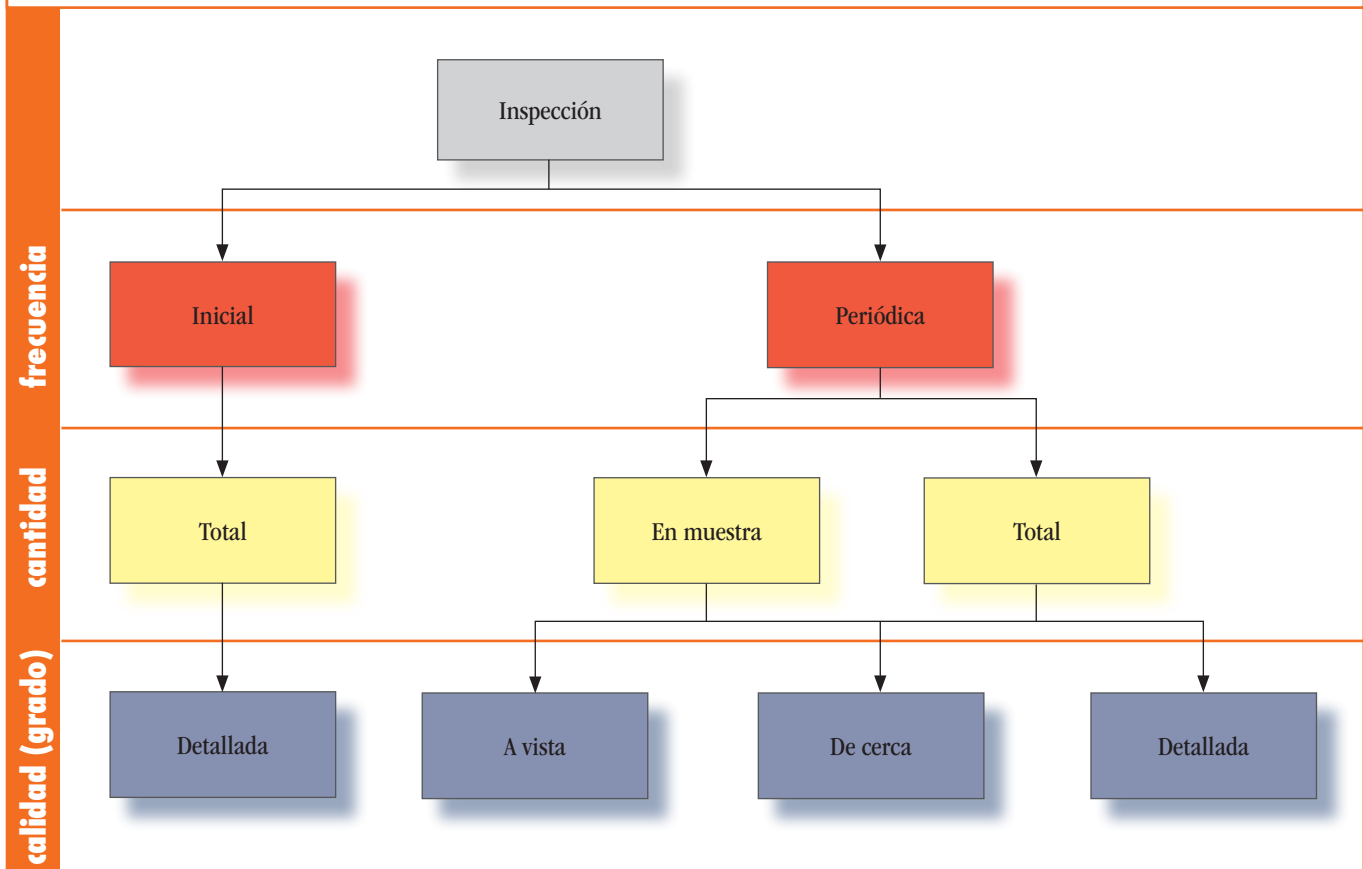
sus características de seguridad.

También en este caso, cabe subrayar que la verificación y el mantenimiento de las instalaciones deben ser llevadas a cabo por personal con experiencia, con la debida formación e instrucción sobre los distintos modos de protección, las modalidades de instalación,



Gráfico 10 Tipos de inspecciones según los parámetros de frecuencia, cantidad y calidad

Las inspecciones



las disposiciones normativas, las leyes nacionales y las normas corporativas relativas a la instalación y sobre los principios generales de la clasificación de los lugares peligrosos. La referencia normativa en cuanto a las actividades de inspección y mantenimiento es la norma IEC/EN 60079-17.

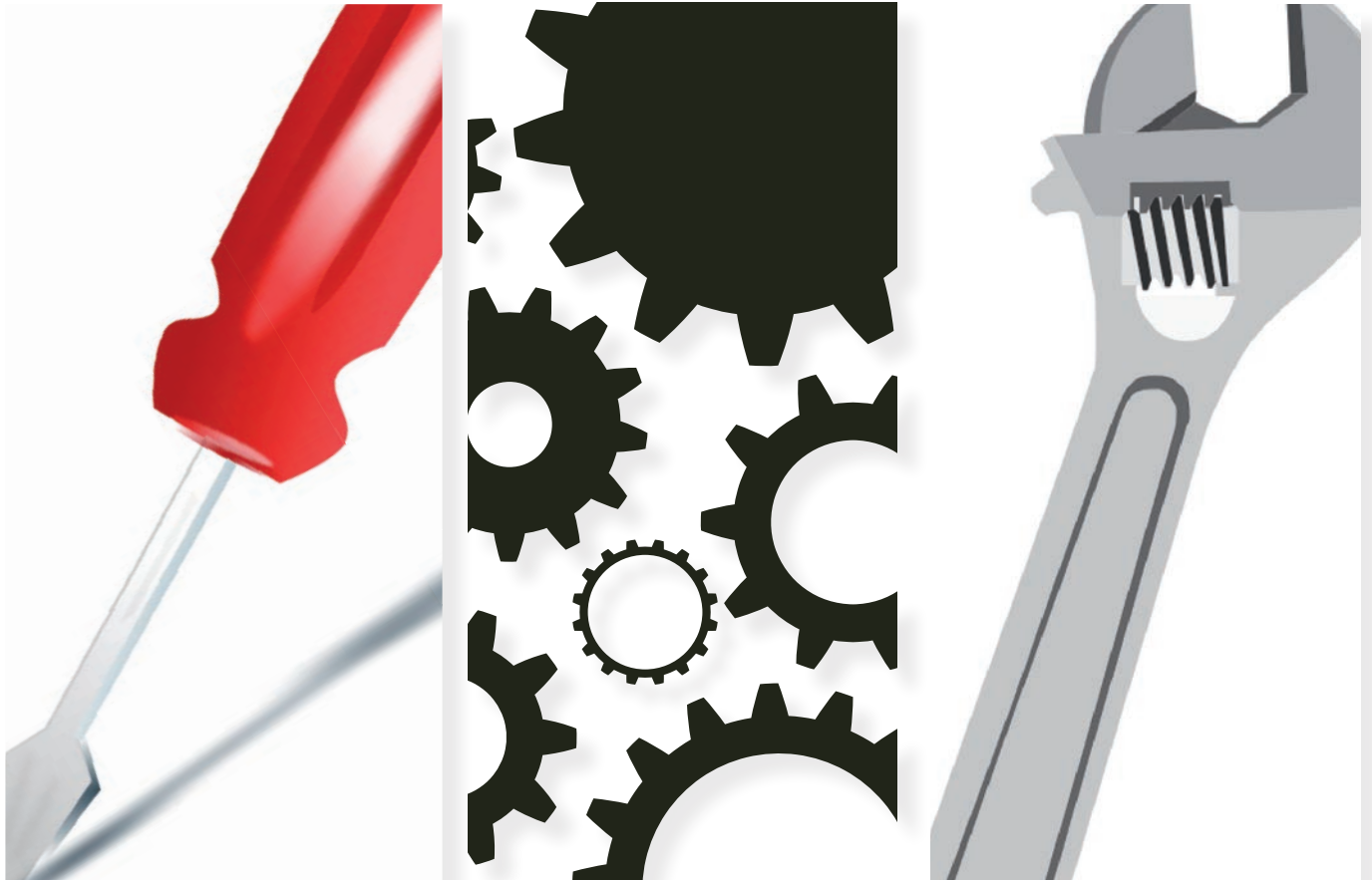
Las verificaciones/inspecciones tienen en cuenta tres aspectos (Gráfico 10):

- **el temporal**, es decir, la inspección que se realiza antes de la puesta en servicio de los aparatos (inicial), o la que se realiza sistemáticamente (periódica);
- **el cuantitativo**, es decir, la inspección

que se realiza en todos los aparatos (total) o en una parte proporcional de los mismos (a muestra);

- **el cualitativo**, es decir, la inspección que permite identificar los defectos que pueden notarse a simple vista sin el uso de medios de acceso o herramientas (a vista), la que permite identificar los defectos que pueden detectarse únicamente usando medios de acceso y herramientas (de cerca), y la inspección que permite identificar los defectos mediante la apertura de los aparatos y/o usando herramientas y dispositivos de medición (detallada). ■

6. *Mantenimiento y reparaciones*



6.1. MANTENIMIENTO

La definición de mantenimiento es “la combinación de todas las técnicas administrativas, incluyendo las acciones de supervisión que tienen como objeto mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo la función requerida”. Teniendo en cuenta esta definición, el enfoque al mantenimiento ha cambiado de manera radical, pasando del “preventivo” es decir el “mantenimiento

efectuado a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios que buscan reducir las probabilidades de avería o el deterioro del funcionamiento de un artículo”, al “correctivo” es decir, el “mantenimiento que se realiza al detectar una avería con la finalidad de restaurar un artículo a un estado en el cual pueda llevar a cabo la función requerida”. El intervalo entre una intervención de mantenimiento y otra depende de varios factores, entre los cuales las decisiones de proyecto, el



ambiente en el que está instalado el aparato y el cuidado que se presta al mismo.

En nuestro caso, tratándose de aparatos que buscan reducir el riesgo de explosión, es oportuno realizar el mantenimiento puntualmente siguiendo al pie de la letra las instrucciones de uso del producto.

6.2. REPARACIONES

Reparaciones en general

La reparación es una acción que busca restablecer un equipo dañado a las condiciones de funcionamiento adecuadas de conformidad con la norma pertinente. Si bien hayamos olvidado ya desde hace muchos años que los objetos, si son de buena calidad, pueden repararse, esta acción puede ser llevada a cabo

por centros especializados o por el fabricante del equipo.

Reparar nuestros equipos

Nuestros equipos están diseñados y realizados de forma tal que tengan una larga vida útil y puedan mantener el nivel de seguridad requerido en las condiciones ambientales gravosas en las cuales están instalados. Nuestros equipos se pueden reparar.

Nuestros equipos se reparan, se revisan y se restablecen, en el establecimiento de Villesse (GO) en Italia y en los centros Cortem autorizados, de acuerdo con los documentos de proyecto aprobados por los organismos notificados, para garantizar el nivel de seguridad que tenían en el momento de la compra. ■

7. *Final de la vida útil del equipo*



7.1. ELIMINACIÓN

Tarde o temprano, también los equipos eléctricos antideflagrantes llegan al final de su vida útil y es necesario eliminarlos correctamente. En el plano legislativo, la Unión Europea, a partir del Título XX “Medio ambiente” del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, ha adoptado una nueva directiva en materia de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: se trata de la

Directiva 2012/19/UE del 4 de julio de 2012, que dispone una determinada forma de eliminación para una serie de aparatos. También algunos de nuestros aparatos entran en el campo de aplicación de esta directiva, motivo por el cual les aplicamos el símbolo que se muestra al lado.



Algunas empresas, como Cortem Group, han adoptado un sistema de gestión medioambiental, de acuerdo con la norma ISO 14001, estableciendo

sus propias modalidades para la eliminación de lo que, al final de la vida útil, resulta ser un desecho. Por último, cada país puede haber establecido sus propias modalidades organizativas en cuanto a la gestión de la recogida y la eliminación de los residuos con disposiciones específicas que invitamos a consultar para obtener información más detallada.

7.2. RECICLABILIDAD

La reciclabilidad está estrechamente relacionada con la eliminación. Desde hace ya varios años la comunicación, debido a la no infinita disponibilidad de materiales y a los costes

de producción a veces para nada irrelevantes, nos ha acostumbrado a elegir cada vez con mayor frecuencia los materiales que, al llegar al final de su vida útil, pueden volver a incorporarse en un nuevo ciclo de producción.

En casi todos los casos, podemos considerar la composición de los aparatos como si se tratara de una cebolla con tres capas:

- la primera capa se refiere al embalaje, para cuya eliminación la Unión Europea ha adoptado una directiva comunitaria: Directiva 94/92/CE del 20 de diciembre de 1994 y Directiva 2013/2/UE del 7 de febrero de 2013, con modificación del anexo I de la Directiva 94/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los embalaje y sobre los residuos de estos.

Los materiales que utilizamos normalmente para los embalajes de nuestros equipos, son:

- las cajas de cartón ondulado;
- las cajas de madera.
- La segunda capa es la que se refiere a la naturaleza del material que constituye

la envolvente del aparato; nosotros hemos optado por concentrarnos ya sea en los aspectos funcionales del producto como en los ambientales, para constituir de esta forma el cuerpo de la certificación de nuestro sistema de gestión ambiental (certificación DNV n° 78704-2010-AE-

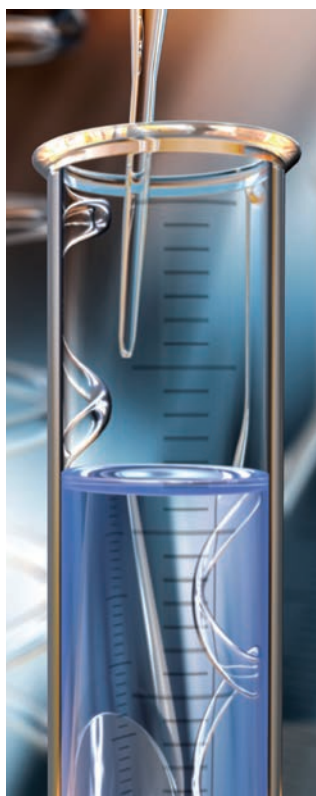
ITA- SINCERT).

Por lo tanto, la mayor parte de los materiales, que se describen en el capítulo 3, son reciclables:

- aluminio;
- acero;
- poliéster, policarbonato, poliamida;
- vidrio.
- La tercera capa es la que se refiere a la naturaleza del material instalado dentro de la envolvente del aparato. En este caso, tratándose de material eléctrico, los tipos de componentes son los más variados: cables eléctricos, bornes, transformadores, interruptores, lámparas (de filamento, de descarga, leds), circuitos electrónicos, baterías, etc. ■



8. Ejemplos e aplicación para diferentes tipos de instalaciones



8.1. LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Los procesos de fabricación de las empresas que producen fármacos mediante mezcla, emulsión y reacción química de compuestos orgánicos, pueden dar lugar a condiciones ambientales capaces de generar atmósferas potencialmente explosivas. A menudo, durante el proceso de producción, se utilizan sustancias en estado líquido que pueden llevarse a temperaturas capaces de generar vapores inflamables, o pueden alcanzar tempe-

raturas superiores incluso a la temperatura de inflamabilidad.

Además de las instalaciones industriales en las que se llevan a cabo los procesos de producción, existen laboratorios químicos de investigación y desarrollo en los que puede haber líquidos, gases o polvos combustibles en cantidades que representan un riesgo de explosión. Las sustancias normalmente están contenidas en recipientes cerrados, en áreas destinadas al almacenamiento, antes



de la puesta en producción.

Al cuantificar el riesgo de explosión, por tanto, hay que tener en cuenta las siguientes posibilidades:

1. atmósfera potencialmente explosiva debida al proceso productivo por la presencia de: gases, vapores de líquidos inflamables en elaboración a temperaturas superiores a la temperatura de inflamabilidad, polvos combustibles;
2. atmósfera potencialmente explosiva debida a instalaciones al servicio del proceso productivo como, por ejemplo, instalaciones de alimentación del gas metano;
3. atmósfera potencialmente explosiva en los laboratorios químicos en los que existe una actividad de estudio e investigación con el uso de sustancias inflamables bajo forma de gas, vapor o niebla y polvos combustibles, en presencia de potenciales fuentes de ignición.

Como siempre, para la clasificación de las zonas, el primer paso consiste en verificar las características de todas las sustancias presentes en el proceso productivo, realizar una

lista detallada y mapear la zona en la que dichas sustancias se utilizan o se almacenan. Esta es una actividad que debe realizarse con la ayuda de los responsables de los diferentes procesos.

Para cada sustancia peligrosa debe prepararse una hoja con todas las propiedades químicas y físicas necesarias para la clasificación (temperatura de inflamabilidad, temperatura de ignición, LSE, LIE, etc.).

8.1.1. NORMATIVAS DE REFERENCIA

La clasificación de los lugares de peligro debe realizarse de conformidad con la Norma EN 60079-10-1 para la parte de la instalación con presencia de gas, vapor o niebla, y de conformidad con la Norma EN 60079-10-2 para las zonas con presencia de polvos combustibles. Esta última permite efectuar la clasificación considerando todos los peligros debidos a la presencia de polvos en nube y/o en capa, teniendo en cuenta algunas consideraciones debidas al tipo de trabajo realizado.

8.1.2. FUENTES DE EMISIÓN DE LA INSTALACIÓN

Veamos ahora las fuentes de emisión de una instalación farmacéutica industrial.

Deben considerarse fuentes de emisión de grado continuo:

- los recipientes abiertos que contienen las sustancias en elaboración;
- los recipientes al aire libre utilizados para la preparación de compuestos para la mezcla manual o automática y/o en los que se han añadido componentes a la so-

lución líquida en elaboración.

Según los procedimientos de las operaciones, las siguientes fuentes de emisión deben considerarse de primer grado:

- carga y descarga en aire libre;
- puntos de extracción para muestreo.

Las bridas, las juntas, las válvulas y, en general, los puntos de discontinuidad de la planta de producción, de contención o de conducción, deben considerarse fuentes de emisión de segundo grado.

En presencia de polvos combustibles en el proceso, como podría ser, por ejemplo, la lactosa, que se utiliza como coadyuvante, es oportuno evaluar la probabilidad de que se formen capas y de que estas puedan elevarse y formar nubes transformándose en fuentes de emisión.

8.1.3. CLASIFICACIÓN PARA LOS GASES

El resultado de la clasificación depende de las condiciones de trabajo, de los parámetros de la instalación, del volumen del entorno, de la ventilación y del coeficiente de eficacia f.

En general, en lo que concierne a los gases, vapores y nieblas, se tiene:

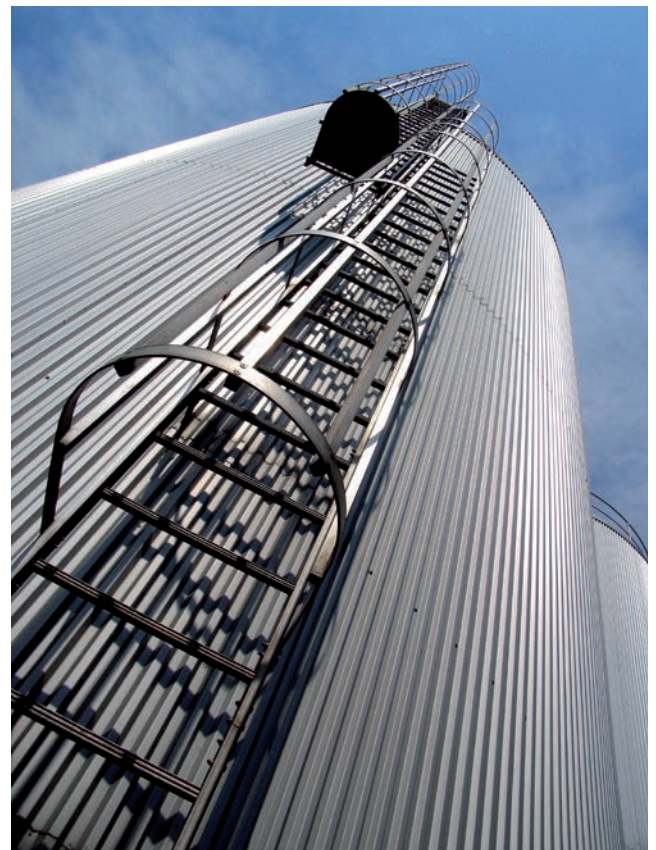
- Zona 0, en el interior de sistemas de contención y de recipientes abiertos;
- Zona 1, en torno a operaciones de mezcla, puntos de extracción, carga, descarga, etc.
- Zona 2, originada por las fuentes de emisión de los puntos de discontinuidad de la instalación.

La extensión de las zonas peligrosas puede estar determinada por la distancia “dz” de la fuente de emisión en una dirección que depende del tipo de gas.

8.1.4. CLASIFICACIÓN PARA LOS POLVOS

En caso de presencia de polvo en el proceso, se tiene:

- Zona 20, en el interior de sistemas de contención, tolvas de carga, etc.;
- Zona 21, originadas por las fuentes de emisión debidas a las operaciones de carga y descarga, etc.;
- Zona 22, originada por los puntos de discontinuidad de los sistemas de contención, por las bocas de carga cerradas y posiblemente alrededor de la Zona 21.





8.2. DEPÓSITOS DE CEREALES

Los silos para cereales son depósitos o locales dentro o fuera de un edificio, en los que se almacenan productos de la industria agroalimentaria, como trigo, maíz, arroz y otros productos similares (Tab. 26). Todas las operaciones de carga se realizan generalmente con dispositivos mecánicos como tubos, transportadores, tornillos alimentadores, etc. a través de bocas de carga situadas en la parte alta de la torre del silo. Una vez almacenados los productos, estos se extraen mediante puertas de descarga en la parte baja, o pueden recogerse y transportarse mediante sistemas neumáticos de conducción o manualmente.

Todos los productos de la industria agroalimentaria están formados por carbono, hidrógeno, azufre, oxígeno, etc. Por tanto son combustibles, lo que quiere decir que pueden provocar incendios y explosiones. Los cereales que se muelen antes del almacenaje pueden tener una granulometría muy fina, y si las partículas son de menos de $500\ \mu\text{m}$, al mezclarse con el aire, pueden dar lugar a atmósferas explosivas.

De cualquier manera, aunque las dimensiones sean superiores, es necesario tener en cuenta que las partes sólidas, normalmente, generan polvo. Hay que tener siempre presente la regla que dice que los polvos generan polvos cada vez más finos.

Naturalmente, la presencia de polvos combustibles supone siempre, en caso de ignición, un peligro de explosión.

8.2.1. PELIGROS DE EXPLOSIÓN DE NUBES DE POLVO

Dentro de los silos siempre hay aire y, los cereales almacenados, forman capas depositadas de polvo. Durante las operaciones de carga y descarga, dichas capas, debido al movimiento que se crea por el aire en circulación, generan siempre una nube continua. Los polvos combustibles dispersos en el aire forman nubes de atmósfera explosiva. Las nubes, en caso de ignición, pueden oxidarse de forma tan rápida que pueden producir una explosión. La reactividad del polvo será mayor cuanto más pequeñas sean las partículas que lo componen.

Para que la nube sea explosiva se requiere una concentración de polvo dentro del rango de explosividad de la sustancia que debe estar comprendida entre el LIE (Límite Inferior de Explosividad) y el LSE (Límite Superior de Explosividad), expresados en gramos de polvo en volumen de aire, g/m^3 .

8.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS

La clasificación de las zonas peligrosas en un silo puede realizarse con base en la Norma EN 60079-10-2 que tiene en cuenta todos los peligros debidos a la presencia de polvo en nubes o en capas.

8.2.3. ZONAS DENTRO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN

En el interior del silo la capa depositada de cereales debe considerarse una fuente de emisión de grado continuo, capaz de origi-

nar una Zona 20 que se extiende al volumen entero del silo.

Si la operación de carga y descarga se realiza mediante sistemas de conducción automática, dentro de estos se crea una mezcla de polvo y aire en concentraciones que corresponden al rango de explosividad. En este caso, el interior del sistema de transporte se clasifica como Zona 20.

8.2.4. ZONAS FUERA DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN

Durante las fases de carga y descarga normalmente sale una determinada cantidad de polvo por las bocas de comunicación con el exterior. En caso de operación frecuente o continua, las bocas de carga y descarga deben considerarse fuentes de emisión de primer grado, capaces de dar lugar a una Zona 21 y probablemente a una Zona 22 alrededor.

Si hay presentes sistemas de transporte automáticos abiertos, como cintas transporta-

Tab. 27 Marcados ATEX que deben estar presentes en cada una de las zonas

ZONA	MARCADO
ZONA 20	CE Ex II 1D
ZONA 21	CE Ex II 2D
ZONA 22	CE Ex II 3D

doras o elevadores de cangilones abiertos, se pueden considerar fuentes de emisión de primer grado, capaces de dar lugar a una Zona 21 y probablemente a una Zona 22 alrededor.

8.2.5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Toda instalación eléctrica para el control de los aparatos de carga/descarga, debe estar certificada para el uso en zonas con presencia de atmósferas explosivas.

Por lo que se refiere a las clasificaciones de los aparatos eléctricos, en la Tabla 27 se muestran los marcados ATEX que deben estar presentes en cada una de las zonas.

Tab. 28 Algunos ejemplos de polvos y sus características

Sustancia	Tamaño promedio de las partículas [μm]	L.E.L [g/m^2]	Temperatura de ignición de la nube T_d [$^{\circ}\text{C}$]	Temperatura de ignición de la capa de 5mm $T_{5\text{mm}}$	Conductividad del polvo (C/NC)
Harina de trigo	57	40	440	325	NC
Trigo	80	60	370	370	NC
Harina de soja	59	125	430	430	NC

8.3 CABINAS DE PINTURA

Los locales de pintura en los que se utiliza pintura pulverizada, mediante el paso forzado de líquido inflamable o de pinturas en polvo a través de la tobera del aerógrafo, son zonas con peligro de explosión.

8.3.1. CABINAS DE APLICACIÓN DE PINTURA LÍQUIDA

Las medidas de protección requeridas para prevenir los riesgos de explosión en las cabinas de pintura que usan pinturas líquidas están contempladas en la norma UNI EN 12215 “*Cabinas de aplicación de pintura líquida – Requisitos de seguridad*”. Esta norma establece que la concentración de las sustancias inflamables debe mantenerse por debajo del LIE (Límite Inferior de Explosividad) mediante ventilación forzada. En particular, la normativa contempla dos posibilidades:

1. Concentración por debajo del 25% del LIE (cabinas con presencia de operador). En este

caso, el volumen interior de la cabina (incluyendo los conductos para la recirculación del aire) y el volumen exterior de la cabina a hasta 1 m de las aberturas permanentes se clasifican como Zona 2.

2. Concentración por debajo del 50% del LIE (cabinas sin presencia de operador). En este caso la cabina debe contar con un sistema de control del LIE capaz de bloquear el paso de sustancias inflamables al alcanzar el 50% del LIE. El volumen interior de la cabina (incluyendo los conductos para la recirculación del aire) se clasifica como Zona 1, mientras que el volumen exterior de la cabina a hasta 1 m de las aberturas permanentes se clasifica como Zona 2.

8.3.2. CABINAS DE APLICACIÓN DE PINTURA EN POLVO

La protección contra los riesgos de explosión en las cabinas de pintura que usan pinturas en polvo está reglamentada por la norma UNI EN 12981 “*Cabinas de aplica-*



8. Ejemplos de aplicación para diferentes tipos de instalaciones

ción de pinturas en polvo – Requisitos de seguridad”. Esta norma establece que la concentración de las sustancias inflamables debe permanecer por debajo del 50% del LIE de los polvos mediante ventilación forzada; si se tienen dudas sobre la fiabilidad del valor del LIE, la concentración promedio no debe superar los 10 g/m³.

En concreto, se determina la siguiente clasificación:

- Zona 22: el volumen interior de la cabina (incluyendo los conductos para la recirculación del aire y los sistemas abiertos de recuperación de los polvos);
- Zona 22: el volumen exterior de la cabina a hasta 1 m de las aberturas permanentes;
- Zona 20: los sistemas de recuperación de los polvos.

Las características de los polvos utilizados son sumamente variables y dependen en gran medida del tipo de producto empleado. Normalmente el LIE está comprendido entre 10 y 100 g/m³, mientras que la temperatura de ignición puede variar entre los 350 y los 400°C (nube), y entre los 200 y los 250°C (capa). Es necesario verificar siempre los datos de las hojas de seguridad de los productos.

8.4. INSTALACIONES DE BIOGÁS

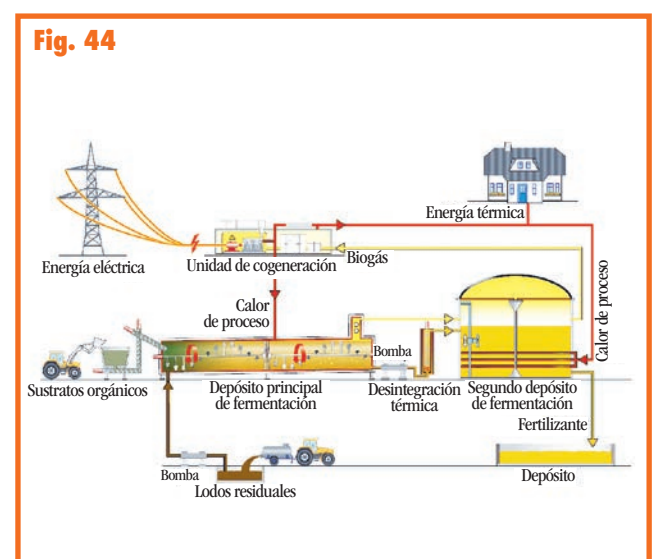
En las modernas instalaciones de biogás se fermentan sustratos orgánicos biodegradables como hierba, paja, líquidos pútridos, estiércol, residuos biodegradables, residuos de producción de alimentos, so-



bras de alimentos y grasas. Para esto, los depósitos de fermentación, que son contenedores herméticos, se llenan con material orgánico. En este ambiente, y en ausencia de oxígeno, a partir de los componentes orgánicos en fermentación, las bacterias producen el biogás.

El biogás generado de esta forma se utiliza para la producción de energía eléctrica y de calor.

Fig. 44 Esquema de una instalación de biogás





8.4.1 TIPOS DE INSTALACIÓN

Estas instalaciones de biogás (Fig. 43) están constituidas por una cuba principal de mezcla, a menudo por otra de higienización, un depósito principal de fermentación que se calienta, una cuba de almacenamiento final y, a veces, un depósito secundario de fermentación.

Una vez que se ha producido el biogás, este debe tratarse y almacenarse antes de su uso.

El cogenerador está formado por un motor a gas con intercambiador de calor y generador. Este, según el contenido energético del biogás, produce energía eléctrica con un rendimiento de aproximadamente el 30% y calor con un rendimiento de un 60%. La energía eléctrica se pone en red. El calor sirve parcialmente para la calefacción de los depósitos de fermentación y el que sobra puede utilizarse, por ejemplo, para la calefacción de viviendas, de estructuras agrícolas o de otras instalaciones de producción.

8.4.2 EL PELIGRO DE EXPLOSIÓN

En una instalación de biogás la atmósfera explosiva está presente de forma constante, sobre todo en la zona de los depósitos de gas y de fermentación. Por este motivo estas instalaciones deben clasificarse como instalaciones con riesgo de explosión.

Actualmente, la directiva ATEX 2014/34/UE y la directiva ATEX 1999/92/CE, son el punto de referencia para lo que concierne a los aparatos y los sistemas de protección destinados al uso en atmósferas explosivas.

La norma de referencia para estos tipos de

instalaciones es la EN UNI 1127-1 “*Atmósferas explosivas - Prevención y protección contra la explosión - Parte 1: Conceptos básicos y metodología*”, y en ella se distinguen trece fuentes de ignición diferentes.

Se trata de una normativa general de protección que tiene en cuenta todas las posibles fuentes de ignición y, en particular, en este caso, la protección contra los rayos. Todas estas instalaciones se encuentran aisladas en campo abierto y, por tanto, están sujetas al riesgo de la caída de rayos.

8.4.3 NORMATIVA

Como siempre en estos casos, es responsabilidad del empleador detectar y evaluar todos los factores de riesgo de los lugares de producción con peligro de explosión. Los ambientes con atmósfera explosiva deben clasificarse en zonas, valiéndose de las normas EN 60079-10-1 para los gases, y de las normas EN 60079-10-2 para los polvos.

Según los resultados de la evaluación del riesgo, la definición de las zonas con peligro de explosión debe describirse en un documento para la protección contra el peligro de explosión.

En lo que concierne a la protección contra los rayos, las normas que deben aplicarse son las de la serie CEI EN 62305.

Todos los aparatos eléctricos que se encuentren en zonas clasificadas deben cumplir con los requisitos de seguridad y tener el grado de protección requerido para el tipo de zona clasificada, según se establece en la directiva ATEX 2014/34/UE. ■

9. Apéndice

9.1 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROTECCIÓN PARA LOS APARATOS ELÉCTRICOS DESTINADOS AL USO EN ZONAS CON PELIGRO DE EXPLOSIÓN DEBIDO A LA PRESENCIA DE GASES (TAB. 29)

Tab. 29 Modos de protección para gases

Modo de protección	Norma IEC/EN	Principio de base	Características principales	Aplicaciones
Cajas a prueba de explosión "d"	IEC 60079-1 EN 60079-1	Contención	El gas puede entrar. Si hay ignición, la atmósfera explota. La caja contiene la explosión y las juntas están diseñadas de forma tal que la llama se enfríe al salir y al exterior llegue únicamente el producto de la combustión, sin la capacidad de provocar la ignición en la atmósfera circundante.	Cuadros eléctricos, luminarias, interruptores, unidades de mando. Todos los aparatos que en condiciones de funcionamiento ordinario pueden dar lugar a chispas o a temperaturas excesivamente altas.
Seguridad aumentada "e"	IEC 60079-7 EN 60079-7	Prevención	Requisitos de fabricación que impiden la formación de arcos, chispas o altas temperaturas como, por ejemplo, distancias de aislamiento en el aire y superficiales aumentadas.	Aparatos sin chispa, como: cajas, bornes, aparatos de iluminación, máquinas rotativas.
Seguridad intrínseca "i"	IEC 60079-11 EN 60079-11	Prevención	El aparato eléctrico instalado en una zona peligrosa forma parte de un sistema formado por circuitos y por una barrera electrónica que limita el funcionamiento a energías que no puedan provocar la ignición de la atmósfera explosiva mediante el control de parámetros eléctricos (tensión, corriente, inductancias y capacidades hacia tierra de los cables, etc.). El modo de protección de seguridad intrínseca se realiza con un aparato en el campo, el circuito de conexión y la barrera, generalmente instalada fuera de la zona peligrosa.	La limitación de los parámetros eléctricos excluye la aplicación a aparatos de potencia. Se aplica a instrumentos de medición y control y a la regulación de los procesos de producción.
Modo de protección "n"	IEC 60079-15 EN 60079-15	Prevención	Modo de protección realizado conforme a disposiciones de fabricación y valores menos rigurosos para impedir la ignición de la atmósfera explosiva solo en el funcionamiento normal del aparato. Ex nC = contactos protegidos Ex nR = respiración restringida	Aparatos de iluminación, cuadros eléctricos, unidades de mando, control y señalización para Zona 2.
Sobrepresión interna "p"	IEC 60079-2 EN 60079-2	Aislamiento	Aparatos y circuitos en tensión encerrados en una caja dentro de la cual se mantiene una presión superior a la externa, mediante la introducción de un gas inerte o de aire. De esta forma, se impide la entrada de la atmósfera explosiva. Requiere sistemas sofisticados de control y de alarma.	La ausencia de un límite para el tamaño de la construcción o para las magnitudes eléctricas del aparato que está en el interior, hace que sea ideal para la ejecución de controles completos.
Inmersión en aceite "o"	IEC 60079-6 EN 60079-6	Aislamiento	El aparato eléctrico está completamente sumergido en aceite de forma tal que la ignición de la atmósfera explosiva, que se encuentra en el exterior o por encima del líquido, sea imposible.	Se aplica sobre todo a transformadores o a aparatos no provistos de órganos en movimiento.
Llenado de material pulverulento "q"	IEC 60079-5 EN 60079-5	Aislamiento	La caja que contiene el aparato eléctrico se llena con polvo (por ejemplo, polvo de cuarzo) que impide la ignición de la atmósfera explosiva externa.	Se aplica a componentes pequeños como condensadores, transformadores o dispositivos eléctricos como los alimentadores de las lámparas tubulares.
Encapsulado "m"	IEC 60079-18 EN 60079-18	Aislamiento	Los componentes que pueden producir chispas o temperaturas excesivamente altas se recubren enteramente con un compuesto (generalmente resina) para separarlos físicamente de la atmósfera explosiva. El compuesto puede resistir a las condiciones ambientales en las que opera el aparato y se prueba para verificar el mantenimiento de las propiedades a lo largo del tiempo (envejecimiento).	Aparatos pequeños como condensadores, reactores, transformadores, sensores de nivel, interruptores de proximidad y dispositivos electrónicos en general.

9.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROTECCIÓN PARA LOS APARATOS ELÉCTRICOS DESTINADOS AL USO EN ZONAS CON PELIGRO DE EXPLOSIÓN DEBIDO A LA PRESENCIA DE POLVOS (TAB. 30)

Tab. 30 Modos de protección para polvos

Modo de protección	Norma IEC/EN	Características principales	Aplicaciones
Ausencia de la fuente de ignición Protección mediante cajas "t" (ta, tb, tc).	IEC 60079-31 EN 60079-31	La estanqueidad de la caja impide la entrada de polvo o la limita a una cantidad no peligrosa. De esta forma los aparatos pueden estar instalados dentro de la caja. La temperatura superficial de la caja no debe provocar la ignición de la atmósfera circundante.	Cuadros eléctricos, luminarias, motores, cajas de conexiones y borneras.
Ausencia de la fuente de ignición Protección de seguridad intrínseca "i" (ia, ib, ic).	IEC 60079-11 EN 60079-11	Aparato que se utiliza en zonas potencialmente explosivas y que contiene únicamente circuitos eléctricos de seguridad intrínseca. Un circuito eléctrico es intrínsecamente seguro cuando cualquier chispa o el efecto térmico producido en determinadas condiciones (incluyendo el funcionamiento normal y condiciones específicas de avería) no consiguen provocar la combustión de una atmósfera explosiva.	Sensores, actuadores, tecnología de medición y control.
Ausencia de atmósfera explosiva Presurización "p".	IEC 60079-2 EN 60079-2	El modo de protección "Ex p", por sobrepresión interna, consiste en introducir un gas de protección en la caja para mantenerla en sobrepresión respecto a la atmósfera externa, e impedir la formación de atmósferas explosivas dentro de ella. El gas de protección puede ser aire o un gas inerte, como por ejemplo el nitrógeno.	Transformadores MT/BT, grandes máquinas eléctricas (alternativa a la protección "Ex e"), cuadros de automatización e instrumentación, sistemas de control de los procesos industriales (cromatografía de gases, analizadores), cabinas de análisis y locales presurizados.
Aislamiento de la fuente de ignición Encapsulado "m" (ma, mb, mc).	IEC 60079-18 EN 60079-18	Los componentes que pueden producir chispas o temperaturas excesivamente altas se recubren enteramente con un compuesto (generalmente resina) para separarlos físicamente de la atmósfera explosiva. El compuesto puede resistir a las condiciones ambientales en las que opera el aparato y se prueba para verificar el mantenimiento de las propiedades a lo largo del tiempo (envejecimiento).	Aparatos pequeños como condensadores, reactores, transformadores, sensores de nivel, interruptores de proximidad y dispositivos electrónicos en general.

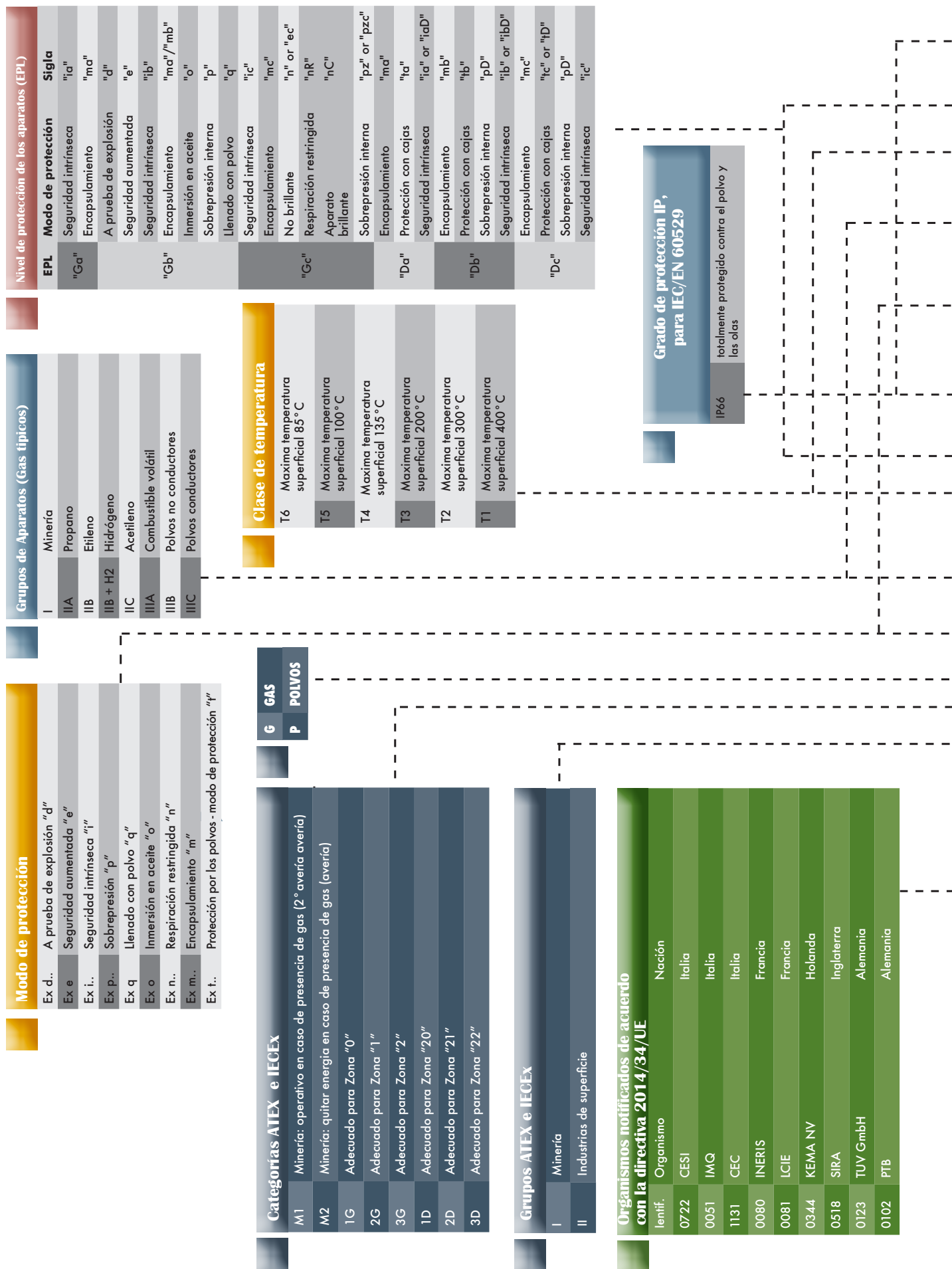
9.3 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROTECCIÓN PARA LOS APARATOS NO ELÉCTRICOS DESTINADOS AL USO EN ZONAS CON PELIGRO DE EXPLOSIÓN DEBIDO A LA PRESENCIA DE GASES Y POLVOS (TAB. 29)

Tab. 31 Métodos de protección para aparatos no eléctricos en presencia de gases y polvos

Modo de protección	Norma ISO/EN	Características principales	Aplicaciones
Ausencia de la fuente de ignición. Seguridad constructiva "h".	ISO 80079-37	Se aplican principios técnicos probados en tipos de aparatos sin fuentes de encendido en las condiciones normales de funcionamiento. De esta forma se reduce al mínimo el riesgo de roturas mecánicas que puedan dar lugar a temperaturas inflamables y chispas.	Juntas, bombas, engranajes, cadenas de transmisión, cintas transportadoras.
Control de la fuente de ignición "h".	ISO 80079-37	Se integran sensores dentro de los aparatos para detectar posibles riesgos de explosión en la fase inicial, para adoptar las medidas necesarias antes de que las potenciales fuentes de ignición puedan surtir efecto. Las medidas adoptadas pueden accionarse automáticamente mediante a una conexión directa entre los sensores y el sistema de protección del encendido, o manualmente mediante el envío de un mensaje de aviso al operador.	Bombas, cintas transportadoras.
Aislamiento de la fuente de ignición. Inmersión en líquido "h".	ISO 80079-37	Las fuentes de ignición se desactivan mediante la inmersión en un líquido protector o mediante una humidificación constante con una película de líquido.	Bombas sumergibles, engranajes, inmersión en líquido.

***Mercado
de los aparatos eléctricos en zonas
con riesgo de explosión***

Mercado de los aparatos eléctricos en zonas con riesgo de explosión



CE **0722** **Ex**

II 2 GD Ex db IIB+H2 T6 Gb IP66

Ex db IIB+H2 T6 Gb IP66

Markado a esquema IECEX

Año de fabricación

Código producto

Número de serie

CORTEM SpA
VIA AQUILEIA, 10 34070
VILLESSE - GO ITALY

CORTEM GROUP

CESI 01 ATEX 026 **CE** 0722 **Ex** II 2GD Ex db IIB+H2 T Gb-
Ex tb IIIC T °C Db IP66/67 Ta °C
IECEX TSA 06.0011 Ex db IIB+H2 T Gb-
Ex tb IIIC T °C Db IP66/67 Ta °C
V max voltage A max current n° terminals max wire size (mm)²

cor tem **ELFIT** **F FONDISONZO**

U-337 Made in ITALY USE SCREWS QUALITY A2(A4)-70 UNI 7323 R 700 N/mm²

Organismo de certificación

Año

Número

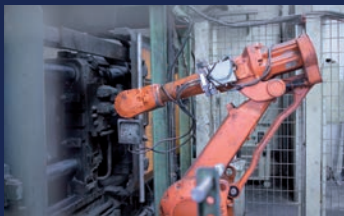
CESI 15 ATEX 046

Número certificado

IECEX CES 15.0020

Organismo de certificación Número

CORTEM GROUP
To be sure to be safe



Desde 1968 Cortem S.p.A. diseña y realiza aparatos eléctricos antideflagrantes destinados al uso en instalaciones en zonas con riesgo de explosión e incendio. Gracias a la constante innovación tecnológica y al mejoramiento continuo, se ha convertido en una empresa líder en el sector, capaz de ofrecer una amplia gama de soluciones aptas para aplicaciones tanto onshore como offshore.

La singularidad de Cortem Group, constituida por las marcas Cortem, Elfit y Fondisonzo, está en la experiencia madurada a lo largo de más de 40 años de actividad en el sector, que se traduce en el suministro no solo de simples productos Ex, sino también de soluciones a medida. Todos nuestros productos se diseñan y se realizan internamente respetando los distintos métodos de protección como 'Ex d' a prueba de explosión, 'Ex e' con seguridad aumentada, 'Ex de' mixto, 'Ex n' sin chispa, y utilizando aleaciones de aluminio, aceros titulados y plásticos de primera calidad que aseguran resistencia y durabilidad. La aleación de aluminio utilizada por Cortem ha superado las pruebas que exigen las normas EN60068-2-30 (ciclos de calor-humedad) y EN60068-2-11 (pruebas en niebla salina). Todos nuestros productos en aleación de aluminio cuentan también con un revestimiento de pintura epoxi RAL 7035. Este tratamiento, que suministra exclusivamente Cortem Group, garantiza una protección duradera.

La producción de Cortem se puede resumir de la siguiente manera:

- Luminarias, aparatos de iluminación para señalización de obstáculos, proyectores y lámparas portátiles.
- Cajas de derivación y cableado, botoneras.
- Instrumentos de señalización y control, tomacorrientes y clavijas.
- Prensaestopas y racores eléctricos.
- Realizaciones especiales: paneles de distribución y control de energía Ex realizados conforme a las exigencias específicas del cliente.

El 90% de nuestra producción se encuentra en los sectores del Oil & Gas tanto para instalaciones onshore como offshore, pero también en la industria química, farmacéutica, y en todas las realidades de producción en las que puedan manifestarse atmósferas explosivas, como en la carpintería y en las fábricas de papel. Cada año invertimos parte de nuestros recursos en la investigación y el desarrollo de productos innovadores que satisfagan las necesidades del mercado; por este motivo, nuestro departamento I&D estudia las mejores soluciones teniendo en cuenta todos los aspectos normativos, de instalación, seguridad y precio.

Con más de 30 agencias, 90 distribuidores, 7 socios y 3 centros de producción separados, Cortem garantiza una presencia local y cualificada en todo el mundo. Para Cortem "deslocalizar" no significa trasladar instalaciones, medios, know-how y recursos a países que cuestan menos, si no replicar un modelo exitoso de organización industrial según el cual la seguridad del ambiente, directa consecuencia de la calidad del producto, el respeto de las normas, y el servicio técnico y posventa son los fundamentos de nuestra misión empresarial.

El eslogan "to be sure to be safe" demuestra el orgullo y la pasión hacia lo que diseñamos y producimos.

Guía al mundo Ex
Cómo utilizar los aparatos eléctricos en zonas con riesgo de explosión
Ed. febrero 2022

Copyright

Conforme a las leyes sobre el derecho de autor del Código Civil italiano y a las disposiciones vigentes en los mercados en los que opera Cortem Group, toda la información, las imágenes, las fotos, los planos, las tablas y demás contenidos del material ilustrativo/promocional de Cortem Group son de propiedad exclusiva de Cortem Group, a la que se le reconocen todos los derechos morales y de explotación comercial y económica. Se prohíbe por tanto la reproducción, total o parcial, por cualquier medio, del material ilustrativo/promocional de Cortem Group, salvo autorización escrita del legítimo propietario. Cualquier abuso será sancionado conforme a la ley. © de Cortem- Villesse - Italia. Todos los derechos reservados.



Departamento de ventas

Piazzale Dateo 2
20129 Milán, Italia

Italia

tel. +39 02 76 1103 29 r.a.
fax +39 02 73 83 402
infomilano@cortemgroup.com

Exportación

tel. +39 02 76 1105 01 r.a.
fax +39 02 73 83 402
export@cortemgroup.com
saleseurope@cortemgroup.com

Sede y establecimiento

Via Aquileia 10, 34070 Villesse (GO), Italia
tel. +39 0481 964911 r.a.
fax +39 0481 964999
info@cortemgroup.com



Sede y establecimiento

Via Aquileia 12, 34070 Villesse (GO), Italia
tel. +39 0481 964911 r.a.
fax +39 0481 964999
vendite@elfit.com
info@cortemgroup.com
www.elfit.com



Departamento de ventas

Piazzale Dateo 2
20129 Milano, Italia

Italia

tel. +39 02 76 1103 29 r.a.
fax +39 02 73 83 402
infomilano@cortemgroup.com

Exportación

tel. +39 02 76 1105 01 r.a.
fax +39 02 73 83 402
export@cortemgroup.com
saleseurope@cortemgroup.com

Sede y establecimiento

Via Aquileia 10, 34070 Villesse (GO), Italia
tel. +39 0481 964911 r.a.
fax +39 0481 964999
info@cortemgroup.com



To be sure to be safe.

www.cortemgroup.com