

# El documento de protección contra explosiones

**Manual de ayuda**

GUÍA TÉCNICA ISSGA



**XUNTA DE GALICIA**



**EL DOCUMENTO DE PROTECCIÓN  
CONTRA EXPLOSIONES.  
MANUAL DE AYUDA**

Emérito Núñez Amado

“Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización expresa del titular del Copyright, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos”

© 2011 Emérito Núñez Amado

emerito\_nunez@fremap.es

emeritonunez@telefonica.net

Córdoba

Depósito Legal CO 255-2011

Edita: Instituto Galego de Seguridade e Saúde Laboral (Issga)

1ª Edición, 2012

*Lo que les he quitado, ya no se lo puedo devolver.  
Espero compensarles alguna vez la deuda  
A M<sup>a</sup> Angeles, Rocío y Paloma.  
Y a Nati, que me enseñó a escribir y hablar por  
segunda vez.*

El Instituto Gallego de Seguridad y Salud Laboral (ISSGA) tiene entre sus objetivos prestarle asesoramiento y asistencia técnica a las empresas, con especial atención a las pequeñas y medianas empresas, a las trabajadoras y trabajadores, a las administraciones públicas, a los sindicatos, a las asociaciones empresariales y a los demás agentes económicos y sociales para el mejor cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

El Plan Estratégico para la Prevención de Riesgos Laborales de Galicia, aprobado para el período 2011-2014, incluye como objetivo cuarto potenciar la formación en materia de prevención de riesgos laborales. Entre las líneas programadas está la capacitación de las personas trabajadoras y del empresariado, y en particular la formación sectorial sobre determinados riesgos o actividades concretas, como la formación de atmósferas explosivas.

La Directiva 1999/92/CE regula la protección de la salud de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas y el Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, la transpone al derecho español. El Reglamento electrotécnico de baja tensión también dispone determinadas prescripciones en este ámbito.

Esta normativa establece, entre otras, la obligación de elaborar un documento de protección contra explosiones y de clasificar en zonas las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas.

En este marco surge la colaboración entre este instituto y Fremap para la elaboración y divulgación de este documento.

Uno de los aspectos fundamentales de esta publicación que quisiera reseñar es la experiencia y el reconocido prestigio del autor así como su implicación personal en hacer efectivo el derecho a la protección de la salud y seguridad de los trabajadores.

Mi agradecimiento a Fremap y en especial a Emérito por trabajar junto al Issga para poner a disposición de los profesionales en la materia una herramienta que facilite la elaboración del documento de protección contra explosiones que se presenta en esta guía.

Adela Quinzá-Torroja García

Directora del Instituto Gallego de Seguridad y Salud Laboral

# Índice

<b>0 Preámbulo</b>	<b>7</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>12</b>
<b>2 Definiciones</b>	<b>24</b>
<b>3 Características de las sustancias</b>	<b>26</b>
<b>4 Descripción de las instalaciones</b>	<b>33</b>
4.1 Descripción de las instalaciones de la empresa	35
<b>5 Determinación de zonas</b>	<b>38</b>
<b>6 Clasificación de zonas</b>	<b>63</b>
6.1 Clasificación de zonas con presencia de gases y vapores inflamables	64
6.2 Clasificación de zonas con presencia de polvo y fibras combustibles	69
<b>7 Evaluación de riesgos</b>	<b>72</b>
7.1 Instalaciones con presencia de gases y vapores	89
7.2 Instalaciones con presencia de polvo combustible	90
<b>8 Planificación de la prevención</b>	<b>92</b>
8.1 Medidas técnicas	95
8.1.1 Medidas de prevención de atmósferas explosivas .....	95
8.1.2 Medidas de prevención de fuentes de ignición .....	98
8.1.3 Medidas para la limitación de los efectos de la explosión .....	99

8.2 Medidas organizativas	105
8.2.1 Requisitos básicos para las inspecciones de las instalaciones eléctricas .....	107
8.2.2 Requisitos para las operaciones de reparación de equipos .....	121
8.2.3 Coordinación de actividades empresariales.....	132
<b>9 Mercado de los equipos</b>	<b>140</b>
9.1 Grupos de aparatos	149
9.2 Categorías de los equipos	152
9.3 Marcado para el material eléctrico	164
9.4 Marcado para el material no eléctrico	165
<b>9.5 Identificación del material reparado mediante marcado. Norma UNE-EN 60079-19</b>	
<b>(Anexo A)</b>	<b>168</b>
9.5.1 Conforme con las especificaciones del fabricante y/o la certificación	169
9.5.2 Conforme con las especificaciones pero no con los documentos de certificación	171
<b>10 Glosario</b>	<b>173</b>
<b>11 Normativa de referencia y bibliografía</b>	<b>193</b>
11.1 Normativa de referencia	194
11.2 Bibliografía	196

## **0 Preámbulo**

El presente manual para la elaboración del documento de protección contra explosiones, pretende ser una ayuda para aquellos profesionales de la prevención que tienen la necesidad de elaborar este documento, debido a la presencia de atmósferas explosivas en alguna zona de las instalaciones que gestionan.

Como complemento de los textos que aparecen, se irán incluyendo las tablas insertadas a partir de un libro Excel (CALCULO ZONAS V 4.1), en las que todos los apartados que conforman el documento, tienen una cumplida respuesta.

En los recuadros de este documento, aparecen los textos que pueden acompañar a las diferentes tablas, así como la explicación normativa.

El orden seguido para la elaboración del documento difiere ligeramente del que aparece en el R.D. 681/2003 sobre protección de los trabajadores expuestos a la presencia de atmósferas explosivas, en el sentido de anteponer la detección del riesgo a su evaluación, de tal forma que se realiza primero la determinación del tipo de zona (riesgo) y posteriormente se procede a su evaluación, siguiendo, tal vez, un orden más lógico que el que supone el evaluar algo que, en principio, se desconoce si puede representar un riesgo.

Se realiza en primer lugar un inventario de las sustancias que pueden generar una atmósfera explosiva, tanto por presencia de gases y vapores como de polvo. Para el primer caso, los datos se importan de una base que aparece en el libro Excel y en la que figuran características físico-químicas de varias sustancias. A esta base de datos, se puede ir añadiendo nuevas entradas, para lo cual se puede recurrir a cualquiera de las “web” que incorporan en su contenido dichos parámetros y cuyos enlaces se facilitan.

De la misma forma, para el caso de polvo o fibras, también se proporcionan enlaces a bases de datos a las que se puede acceder y obtener información sobre las características de diferentes tipos de sustancias, fundamentalmente en función de su granulometría.

A continuación y siguiendo el proceso, se identifican todas las situaciones que pueden generar una formación de atmósfera explosiva y que servirán posteriormente para determinar el tipo de zona que se produce en cada caso.

Dicha clasificación será la que determine la existencia o no del riesgo, para de esa forma, poder garantizar una correcta evaluación, puesto que se concluye que, efectivamente tal situación de riesgo existe realmente, no procediendo una evaluación de algo que no va a dar lugar a la presencia de una atmósfera explosiva.

Para la evaluación de riesgos se utiliza el método Risk Assessment of Unit Operations and Equipment (en adelante RASE) y que, al objeto de restarle subjetividad, se acompaña de dos tablas basadas en la NTP 330 para la interpretación de los parámetros probabilidad y consecuencias. Dichas tablas son orientativas y pretenden facilitar, que no resolver, la labor del técnico que realiza la evaluación.

A través del libro Excel, se realiza la planificación de las medidas correctoras, tanto de prevención como de protección. Dentro de este apartado, también se establecen las medidas de tipo organizativo, como una parte más de aquella, haciendo una amplia referencia a las revisiones y reparaciones de los equipos ubicados en las zonas clasificadas, todo ello de acuerdo con lo reflejado en las normas UNE-EN 60079-17 y UNE-EN 60079-19, ambas de obligado cumplimiento por el reglamento electrotécnico para baja tensión (en adelante R.E.B.T.). De igual forma se identifican los requisitos

que deben cumplir aquellas personas que realizan este tipo de actividad, en lo que se refiere a sus niveles de conocimiento y formación sobre los equipos que se ubican en este tipo de instalaciones.

Por último, se determina el marcado de los equipos correspondientes a las diferentes situaciones analizadas, aspecto este más en consonancia con una correcta clasificación de zonas, ya que la aparición de estas y su peligrosidad irán siempre en función de lo que en ese momento las genera.

Lo anterior puede dar lugar a que esa clasificación no perdure en el tiempo más allá de lo que persiste la emisión o la presencia de la fuente de ignición. Esto traerá consigo que en un mismo recinto para determinadas operaciones que generan una atmósfera explosiva, se puede determinar un tipo de zona que no siempre tendrá que repetirse para otras situaciones, dando lugar por tanto, a un marcado de equipos diferentes para las diversas situaciones analizadas.

Un claro ejemplo podría ser el de las operaciones de pintura y secado en el interior de una cabina, ya que en el primer caso se podría hablar de una zona 1 mientras que en el segundo es fácil que pueda generarse una zona 0. Los equipos utilizados para la operación de pintura no tendrían por qué ser de categoría 1, ya que mientras se realiza esa operación nunca se va a generar una zona 0 y por tanto pueden llevar un marcado menos restrictivo.

No quisiera terminar sin agradecer al Instituto Galego de Seguridade e Saúde Laboral (ISSGA) la publicación de este libro, especialmente a su directora y a todos los miembros del mismo que, con su aportación, han contribuido a mejorar el documento que envié a mi buen amigo Javier y que él, con todo el cariño del mundo, se encargó de hacerlo llegar a la dirección del mismo.

# 1 Introducción

El riesgo de explosión es una situación que vamos a encontrar con una frecuencia más habitual de la deseada.

Hay muchas actividades en las que el concepto de explosión está presente. Desde el punto de vista de la prevención de riesgos, no sería tal vez la situación más preocupante, en el sentido de que al ser conscientes los responsables de las instalaciones, en buena lógica toman precauciones para que esa eventualidad no ocurra (prevención) o si ocurre, se minimicen sus efectos (protección).

Por el contrario, hay muchas ocasiones en que unas veces por desconocimiento y otras por falta de información, se producen accidentes que traen consigo la pérdida de vidas humanas o daños de las instalaciones.

En efecto, hay muchas actividades en las que el responsable no es consciente de la peligrosidad de las sustancias que maneja, o simplemente, no asimila que el término explosión, según la definición del diccionario de la lengua española “ la ruptura violenta de un cuerpo por la acción de un explosivo o por el exceso de presión interior, que provoca un fuerte estruendo” , nunca se va a dar en ese recinto, ignorando que la diferencia entre incendio y explosión, desde el punto de vista de la combustión de una sustancia química, es nula.

Ello hace que en no pocos locales no se adopten las medidas oportunas para evitar ese riesgo o si se adoptan en un principio, el mantenimiento de las mismas sea deficiente.

La normativa europea de protección frente al riesgo de explosión (habría que decir mejor frente al riesgo de combustión) es amplia. Los primeros diseños de construcciones antideflagrantes o también llamados “flameproof” (a prueba de fuego) para los ingleses o "druckfeste kapselung" (caja a prueba de fuego) para los alemanes,

tienen su origen a principios del siglo pasado, más concretamente en 1908. La inicial del modo de protección “d” toma su nombre precisamente de la inicial del nombre alemán.

Previamente, en 1906 se funda la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI o IEC), de la cual España es miembro junto con otros 81, de los cuales 21 son asociados o miembros observadores. La IEC, es la principal organización del mundo para la preparación y publicación de normas internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas.

Para su funcionamiento cuenta con 95 comités de estudio y 80 subcomités. Perteneciente al primer grupo, estaría el comité TC 31 (Equipos para atmósferas explosivas). Al segundo de los grupos, pertenecerían los subcomités SC 31G (material de seguridad intrínseca), SC 31J (Clasificación de áreas peligrosas y la instalación) y SC 31M (Equipos no eléctricos y sistemas de protección para atmósferas explosivas). España participa en 175 comités y subcomités, entre ellos los anteriormente citados.

Además de trabajar en estrecha colaboración con la ISO, la IEC mantiene vínculos con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), el Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica (CENELEC) y otras muchas organizaciones que producen normas, códigos y reglamentos para disciplinas específicas.

Muchas de las normas aprobadas por la IEC son de obligado cumplimiento por el reglamento electrotécnico de baja tensión (R.E.B.T.), como normas UNE-EN, de las cuales haremos una amplia referencia en este manual.

Adicionalmente a la preparación de las normas internacionales, el IEC facilita la operación de los procedimientos de evaluación de la conformidad. Uno de estos sistemas es el sistema IECEX.

El objetivo de este sistema IECEX, es facilitar el comercio internacional de equipos y servicios para uso en atmósferas explosivas, manteniendo la confianza en el equipo.

El sistema consta de los siguientes certificados:

- El IECEX Certificado de equipo
- El IECEX Certificado de instalaciones de servicio
- La marca de conformidad IECEX
- La Certificación de Competencias IECEX del Personal (COPC)

La diferente normativa que afecta a la presencia de atmósferas explosivas hace referencia a las personas, equipos o empresas que intervienen en distintas fases del proceso. Sería el caso del personal competente al que hace referencia el R.E.B.T. en el punto 4 de la instrucción ITC BT 029 para realizar la clasificación de zonas, el personal experimentado a que hace referencia la norma UNE-EN 60079-17 y el R.D. 681/2003, para las revisiones de las instalaciones o los establecimientos de reparación, a los que alude la norma UNE-EN 60079-19. Veremos que dichas situaciones, encuentran respuesta en los sistemas de certificación anteriores.

Los organismos de certificación de los países pueden solicitar ser miembros del sistema IECEX para emitir certificados una vez que sean aceptadas las solicitudes.

Los organismos de certificación y laboratorios de pruebas que deseen pertenecer al sistema IECEX, deben residir en un país participante (en la actualidad 31 países, entre

los cuales no se encuentra España). Su solicitud de admisión se realiza a través del organismo nacional, miembro del Sistema IECEx para el país en que residen.

Los organismos de certificación y laboratorios de pruebas, son aceptados en el sistema IECEx después de una evaluación satisfactoria de su competencia.

Los fabricantes de equipos, los proveedores de servicio y las personas que buscan la certificación IECEx, pueden obtenerla en los organismos de certificación IECEx (denominado ExCBs). En España, actualmente, no existe ninguna organización acreditada.

La norma ISO/IEC 17025, 65 guías y los documentos de orientación técnica (Operational Documents) IECEx, se utilizan como parte del proceso de evaluación IECEx

Las reglas de procedimiento que se enumeran a continuación han sido clasificadas de la siguiente manera:

IECEx 01 General . Reglas de procedimiento

IECEx 02 Sistema de certificación de los equipos. Reglas de procedimiento

IECEx 03 Certificado de servicio de instalaciones. Reglas de procedimiento

IECEx 04 Marca de conformidad. Reglas de procedimiento

IECEx 05 Certificado de competencia personal. Reglas de procedimiento

Dentro de cada uno de los apartados de este manual haremos referencia a estos documentos, que pueden servir para aclarar alguna de las dudas que se plantean a la hora de aplicar la normativa.

La lista de Unidades de Competencia Ex aceptadas para su uso en la certificación IECEx del plan de competencias personales (procedimiento IECEx 05), son:

Unidad de Ex 001 - Aplicar los principios básicos de la protección en atmósferas explosivas

Unidad de Ex 002 - Realizar la clasificación de áreas peligrosas

Unidad de Ex 003 - Instalar sistemas de protección contra explosiones de los equipos y sistemas de cableado

Unidad de Ex 004 - Mantener el equipo en atmósferas explosivas

Unidad de Ex 005 - Revisión y reparación de equipos de protección contra explosiones

Unidad de Ex 006 - Instalaciones de prueba eléctrica asociadas a atmósferas explosivas

Unidad de Ex 007 - Realizar una inspección visual y cercana de las instalaciones eléctricas en instalaciones asociadas con atmósferas explosivas

Unidad de Ex 008 - Realizar una inspección detallada de las instalaciones eléctricas en instalaciones asociadas con atmósferas explosivas

Unidad de Ex 009 - Diseño de instalaciones eléctricas asociadas con atmósferas explosivas

Unidad de Ex 010 - Efectuar el control de auditoría de las instalaciones eléctricas asociadas con atmósferas explosivas

La evaluación de estas competencias se hace a través de un informe de evaluación (PCAR), realizado por un organismo de certificación (ExCB). En la actualidad hay 3 organismos de certificación acreditados por la Comisión Electrotécnica internacional.

En el organigrama de una empresa, el procedimiento IECEx 05 recomienda una serie de unidades de competencia, dependiendo del rango que ocupe la persona y que veremos aparecen en diferentes normas y reglamentos.

Gerente de la planta: unidad Ex 001

Técnico de prevención: unidades de competencia Ex 001 y Ex 002

Supervisor eléctrico o mecánico: unidades de competencia Ex 001, Ex 003, Ex 004 y Ex 008

Técnico eléctrico o mecánico: unidades de competencia Ex 001, Ex 003, Ex 004 y Ex 007

Aplicación de la Directiva 1999/92/CE a España

El R.D. 681/2003, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, trasposición de la Directiva 1999/92/CE, contempla una serie de obligaciones del empresario con objeto de prevenir las explosiones y de proteger a los trabajadores contra estas.

Entre otras, el empresario debe tomar medidas de carácter técnico u organizativo en función del tipo de actividad, siguiendo un orden de prioridades y conforme a los principios básicos siguientes:

- Impedir la formación de atmósferas explosivas

Cuando la naturaleza de la actividad no lo permita, evitar la ignición de la atmósfera explosiva y atenuar los efectos perjudiciales de una explosión de forma que se garantice la salud y la seguridad de los trabajadores. Para dar cumplimiento a lo anterior, se establece la necesidad de elaborar y mantener actualizado un documento de protección contra las explosiones en los lugares de trabajo.

Al igual que en el resto de la documentación de prevención de riesgos laborales, para el documento de protección contra explosiones, no existe un modelo predefinido por la normativa de obligado cumplimiento.

Nos debe servir de pauta para su elaboración, los puntos que aparecen en el R.D. 681/2003, por lo que incluir otros aspectos no contemplados en dicho R.D., no supone ni más ni menos que redundar actuaciones que ya aparecen en otra documentación de prevención.

Por ejemplo, el plan de emergencia, ya tuvo que contemplar en su momento las situaciones generadas por el riesgo de explosión y las medidas correctoras apropiadas, por lo que hacer referencia en este documento a determinadas medidas de emergencia como soluciones correctoras de las situaciones que generan el riesgo, no es ni más ni menos que duplicar las mismas, puesto que aparecería en dos documentos diferentes la misma solución al problema.

De la misma forma, hacer referencia a instalaciones no afectadas por la generación de atmósfera explosiva o hacer mención a equipos o instalaciones que no van a ser causantes de inflamación de la mezcla, bien por su ubicación o por sus propias características, tampoco parece tener demasiado sentido.

En este aspecto, referirse por ejemplo a equipos de elevación ubicados fuera de zonas clasificadas o instalaciones de distribución de agua, no supone una aportación a los fines del documento, que no son ni más ni menos que solucionar el riesgo concreto, generado por la presencia de una sustancia con características inflamables en un determinado ambiente.

En concreto dicho documento debe contemplar lo siguiente:

- a) Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión
- b) Que se tomarán las medidas adecuadas para lograr los objetivos de este R.D.
- c) Las áreas que han sido clasificadas de conformidad con el anexo I
- d) Las áreas en que se aplicarán los requisitos mínimos establecidos en el anexo II
- e) Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo en cuenta la seguridad
- f) Que se han adoptado las medidas necesarias, de conformidad con el R.D. 1215/97, para que los equipos de trabajo se utilicen de forma segura.

La evaluación de riesgos de explosión deberá contemplar:

- a) La probabilidad de formación y la duración de las atmósferas explosivas
- b) La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición
- c) Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones
- d) Las proporciones de los efectos previsibles

La creación de una atmósfera explosiva obedece a la aparición de una serie de factores en condiciones normales, a los que además habrá que añadir otras situaciones en las que, igualmente, se puede producir la generación de una mezcla inflamable, como pueden ser determinadas reacciones de fermentación, procesos biológicos o fenómenos de pirolisis. En cualquier caso, para que el efecto que se genere sea la combustión de la mezcla, deberá ocurrir lo siguiente.

Para que tenga lugar una explosión, deben darse las siguientes condiciones:

- Presencia de sustancias inflamables en cantidad suficiente y con un elevado grado de dispersión
- Concentración en oxígeno de las sustancias inflamables dentro de sus límites de explosividad
- Presencia de una fuente de ignición efectiva

La coexistencia de estas condiciones, será la que determine la inflamación de la mezcla, por lo que actuando sobre alguna de ellas, eliminaremos o reduciremos el riesgo.

Para dar cumplimiento a todo lo anterior, hacemos uso de un libro Excel, en el que accediendo a las diferentes tablas que lo componen y una vez trasladadas a este documento, dará el resultado definitivo.

Para alcanzar el objetivo propuesto por el documento de protección contra explosiones, nos ayudaremos de un libro Excel, que denominaremos CALCULO ZONAS V 4.1 y que se corresponde con los diferentes apartados contemplados en el mismo.

Las diferentes tablas que conforman el libro Excel se relacionan entre sí, de tal forma que los resultados obtenidos, se trasladan a diferentes partes del mismo, evitando tener que introducir nuevamente los datos.

Se ha tratado de hacer una aplicación a prueba de errores del usuario, por lo que en algunos casos no se podrán seleccionar datos a los que previamente no se hayan validado. De igual forma y para evitar la destrucción de algunas fórmulas ocultas, se han protegido celdas, impidiendo que se puedan introducir datos en las mismas. Los resultados que aparecerán en dichas celdas serán los que previamente el usuario haya validado o calculado.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

Como norma general, las celdas de color amarillo indicarán los lugares donde hay que introducir algún tipo de dato; las de color verde darán resultados de las operaciones y las de color rojo indicarán algún tipo de anomalía, como por ejemplo, una selección incorrecta por parte del usuario de alguno de los parámetros.

Al acceder al libro Excel aparecerá en primer lugar una pantalla de **menú principal**, donde se podrán seleccionar diferentes opciones. Es importante que se conserve el nombre del archivo (CALCULO ZONAS V 4.1) ya que los vínculos de los enlaces (que normalmente aparecen en color azul) están referidos a este nombre, por lo que en caso de modificarlo, nos llevarán a una rutina errónea.

En este **menú principal**, indicaremos el nombre de la empresa y el centro de trabajo en las casillas correspondientes. Dichos datos pasarán, de forma automática, a las diferentes hojas del libro.



## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

El “logo” de la empresa lo introduciremos en la celda “A1” de cada una de las hojas de cálculo. Igualmente definimos el número de la fuente de escape inicial. Por cortesía aparece en la hoja el 1. El libro está preparado para 20 fuentes de escape, si en la instalación tenemos un mayor número, habrá que emplear un nuevo libro que comenzará en el 21. Es importante tener en cuenta la nota que aparece en esta pantalla referida al nombre del archivo con el que se irán guardando los sucesivos trabajos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	<b>VOLVER AL MENU PRINCIPAL</b>												
2	<b>CARACTERÍSTICAS DE SUSTANCIAS EN FORMA DE GAS O LÍQUIDO</b>												
	<small>POR CORTESÍA DE: DOMÉNIGO HÍJER AMADO</small>												
3	EMPRESA		PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO S.A.				CENTRO		CIDROBA				
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Sustancia inflamable			UE			Volatilidad						
6	NI	Nombre	Composición	Punto de inflamación °C	kg/m <sup>3</sup>	vol %	Masa Molecular	Presión de vapor Pa (25° C)	Punto de Ebullición °C	Densidad relativa del gas o vapor respecto al aire	Temperatura de ignición °C	Grupo y clase de temperatura	Cualquier información, Observaciones
7	1	MEZCLA		-20	4,46E-02	1,02866	104,7722	1092,28	240,1262	2,682226286	214	8AT2	
8	2	DISOLVENTE NITROCELULOSICO		-20	5,21E-02	1,42846	90,64787	2660	207,2049	2,186747421	214	8AT2	
9	3	PINTURA GRIS		32	4,28E-02	0,99807	106,2427	912,9023902	254,9062	2,728602724	421	8AT2	
10	4	GAS NATURAL		0	2,66E-02	2,92	16,24	202289	0	0,586	482	8AT1	
11													

## 2 Definiciones

Para su inclusión en el documento definitivo, se ha incluido en el apartado **glosario**, la mayor parte de las definiciones que aparecen en las normas UNE-EN y guía de buenas prácticas de la Directiva 1999/92/CE.

A continuación, se recogen las definiciones que aparecen en los siguientes documentos:

- Norma UNE-EN 60079-0. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 0: Requisitos generales
- UNE-EN 60079-10-1. Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas
- UNE-EN 60079-10-2. Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo
- Guía de buenas prácticas de carácter no obligatorio para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas.

**NOTA: En el documento se incluirán a continuación las definiciones que aparecen en el apartado glosario y que tienen relación con la instalación analizada.**

## 3 Características de las sustancias

En primer lugar habrá que realizar el inventario de todas las sustancias presentes en la instalación independientemente de las cantidades manipuladas.

Las características de las sustancias se reflejan en los siguientes cuadros

Para la obtención de dichos datos, se ha tenido en cuenta lo reflejado en las fichas internacionales de seguridad química, fichas de datos de seguridad de los productos, informe BIA REPORT 13/97, informe UNE 202007:2006 IN, UNE 202003, norma EN 60079-20-1 y otras bases de datos de reconocido prestigio.

En la hoja vienen caracterizadas una serie de sustancias en forma de líquido o gas. Si no aparecen en la misma, deberán introducirse como nuevas entradas a partir de la primera fila libre que encontremos en la tabla.

Para ello haremos uso de la opción propiedades físico químicas de las sustancias del menú principal, accediendo a la hoja donde vamos a introducir las propiedades de los productos que en las formas antes citadas, van a intervenir en la clasificación de las zonas.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NOMBRE	CAS	P. DESTILLO	DEHS. VAPOR	DEMS. LIQ.	cd	T	g	cn	R	LE	LSG
1.2.4 TRIMETILAZENIO	65-43-6	51	4.78	873	6.323	1.1		18452	10221	8.5	6.4

<p>Presión de vapor a temperatura de proceso</p> $P = P_s \cdot \left( \frac{T \cdot M \cdot (T_s - C_s) + 1}{T_s \cdot M \cdot (T - C_s) + 1} \right)^{\frac{1}{n}}$	<p>Presión de vapor a temperatura ambiental (por medición a C, la temperatura para uso manipulada para uso visible en la que aparece en la ficha de datos)</p>	<p>Presión de vapor a temperatura de proceso</p>	<p>Presión de vapor a temperatura ambiental</p>	<p>Temperatura de proceso</p>
---	--	--	---	-------------------------------

En el informe UNE 202007:2006 IN aparece una relación de sustancias con sus características físico-químicas. Igualmente la norma EN 60079-20-1 facilita una amplia relación de sustancias con los parámetros que las caracterizan.

Otra opción será acceder a alguna de las bases de datos existentes. A través de los enlaces siguientes, se puede acceder a estas y obtener los diferentes valores necesarios para la realización de los correspondientes cálculos.

**GESTIS DATA BASE QUIMICOS GESTIS -Substance database**

<http://www.dguv.de> (actualizada 14-01-2012)

**BASE DE DATOS LÍQUIDOS Y GASES**

<http://cameochemicals.noaa.gov> (actualizada 14-01-2012)

**BASE DE DATOS DE GASES**

<http://encyclopedia.airliquide.com> (actualizada 14-01-2012)

**BASE DE DATOS CARATEX (INRS)**

<http://www.inrs.fr> (actualizada 14-01-2012)

En ocasiones, es posible que el nombre de la sustancia no aparezca en la base de datos o lo haga con un nombre diferente. En general, es recomendable que la búsqueda se realice a través del número CAS que aparece en la ficha de datos de seguridad del producto.

Tendremos en cuenta las indicaciones que aparecen en la hoja cuando se desconozca el valor del parámetro “clv” y por el contrario conozcamos el valor de la presión de vapor a 20 ° C. Este parámetro no siempre se facilita en las bases de datos antes citadas y habrá que calcularlo partiendo del dato antes citado.

El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NOMBRE	CAS	P.DE STELLO	DEMS. VAPOR	DEMS. LIQ.	cd	γ	csI	clv	M
1,2,4 TRIMETILBENCENO	95-63-6	51	4.15	870	0.023	1.1		184892	120.21

Es muy importante tener en cuenta las unidades que vamos a usar para los diferentes parámetros. Así Pv hay que introducirla en Pascales, la densidad, en el caso de líquidos, en kg/m<sup>3</sup> y las temperaturas en ° C. Como mínimo en cada sustancia habrá que introducir los datos correspondientes a:

- Punto destello columna 3
- Densidad de vapor columna 4
- Densidad del líquido columna 5
- Coefficiente de difusión columna 6
- Valor de γ columna 7
- Valor de csl columna 8
- Valor de clv columna 9
- Valor de la masa molecular columna 10
- Valor del LIE columna 11
- Valor de la temperatura de ebullición columna 13
- Valor de la presión de vapor a 20 °C columna 14
- Valor de la temperatura de autoinflamación columna 16

Valor del grupo y clase de temperatura

columna 17

En caso de las mezclas, tendremos que recurrir a los cálculos estequiométricos que se realizan en la opción **ir a fórmulas** del **menú principal** y que se explican más adelante.

Una vez efectuado este paso, habrá que realizar el inventario de sustancias que posteriormente darán lugar a las diferentes emisiones. Para el caso de líquidos o gases en la opción **características líquidos y gases** del **menú principal**, bastará seleccionar en el desplegable la sustancia en cuestión. Una vez hecho esto, nos aparecerán todos los datos en las diferentes columnas, impidiéndonos la escritura en las diferentes celdas salvo en la última, reservada para cualquier aclaración que nos interese realizar.

VOLVER AL MENU PRINCIPAL													
CARACTERÍSTICAS DE SUSTANCIAS EN FORMA DE GAS O LÍQUIDO													
EX-COSTERIA DE COMERCIO MÉRIZ AMADO													
EMPRESA			PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMBRIO S.A.				CENTRO						EDROBA
Sustancia Informada													
LEC													
Volatilidad													
lit	Nombre	Composición	Punto de ebullición °C	kg/m <sup>3</sup>	vol %	Masa Molecular	Presión de vapor Pa (20°C)	Punto de ebullición °C	Densidad relativa del gas a 20°C	Temperatura de ignición °C	Grupo y clase de temperatura	Coeficiente de inflamación, Dispersión	
1	MEZCLA		-20	4,46E-02	1,03856	104,7792	1002,28	240,1202	2,683326286	314	8K72		
2	DISOLVENTE NITROCELULOSICO		-20	6,31E-02	1,42842	90,64787	2560	257,2049	2,88747421	314	8K72		
3	PINTURA GRIS		23	4,28E-02	0,96807	106,3427	915,922902	254,9052	2,788502734	421	8K72		
4	GAS NATURAL		0	2,65E-02	3,92	16,34	222295	0	0,695	402	8K71		

Esta será la primera tabla que tendremos que incluir en nuestro informe. Para el caso de polvo y fibras, recurriremos igualmente a las bases de datos existentes y a las que podemos acceder a través de los siguientes enlaces.

**BASE DE DATOS CARATEX Y GESTIS CARATEX (INRS)**

<http://www.inrs.fr> (actualizada 14-01-2012)

**BIA REPORT**

<http://www.dguv.de> (actualizada 14-01-2012)

## GESTIS DATA BASE QUIMICOS GESTIS -DUST-EX

[www.dguv.de/bgia](http://www.dguv.de/bgia) (actualizada 14-01-2012)

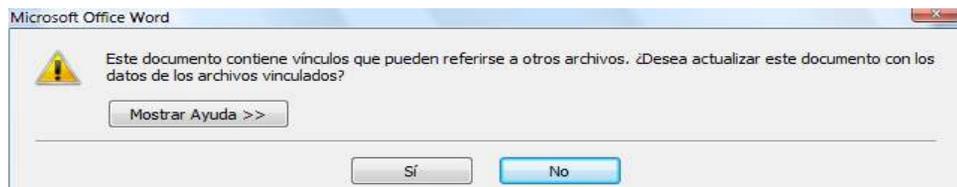
Los datos recabados de cada una, serán los que introduciremos en la hoja siguiente, a la que se accede a través de la opción **características polvo** del **menú principal**. El valor de la temperatura superficial máxima se obtendrá de forma automática.



VOLVER AL MENU PRINCIPAL										
CARACTERÍSTICAS DE SUSTANCIAS EN FORMA DE POLVO O FIBRAS COMBUSTIBLES										
POR CORTESIA DE © EMERITO NOÑEZ AMADO										
EMPRESA			FENTURAS Y RECICLAR DEL ALUMBRIO S.A.			CENTRO		CORDOBA		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	Sustancia Inflamable		CME		Inflamabilidad		Explosividad			
6	Nombre	Tamaño Medio Partícula $\mu$	$g/m^3$	Temperatura Inflamación en Hube °C	Temperatura Inflamación en Capa °C	P risa	lit	Energía Mínima de Ignición CME (mJ)	Temperatura Superficial Máxima	Cualquier Información, Observaciones
7	1	ALUMBRIO	30	60	660	430	12,1	220	1	T2

Estas y las sucesivas tablas, se irán incorporando al documento definitivo. Este archivo de Word, denominado MODELO DOCUMENTO A4, sólo debería abrirse una vez finalizadas todas las operaciones en el libro de Excel, pues de otra forma, el proceso se ralentiza, al ser continua la actualización, se consumen muchos recursos.

Al abrir el documento, aparece un cuadro de diálogo como el que se muestra a continuación.



Seleccionaremos la opción "Sí".

Con el documento definitivo finalizado y listo para imprimir, lo guardaremos con un nombre diferente, que puede ser el de la propia empresa.

Cada vez que se abra, aparecerá el mismo cuadro de diálogo anterior. En cada ocasión seleccionaremos la opción “No”, ya que de otra forma al estar vinculado el libro Excel con el documento Word, variarían todos los datos.

Para evitar esta situación, podríamos elegir otra opción, que pasaría por modificar el nombre del archivo de Excel de origen. Para ello guardaríamos el libro con el nombre de PRUEBA, por ejemplo, a continuación abriríamos el documento de Word, al que también llamaríamos PRUEBA. En el cuadro de diálogo marcaríamos la opción “No”. Seguidamente, en el icono de office de Word, seleccionaríamos la opción **“preparar”** y a continuación **“editar vínculos a archivos”**. Nuevamente se abrirá otro cuadro de diálogo en el que marcamos **“cambiar origen”** y buscaremos el nombre del archivo de Excel, PRUEBA, en cada uno de los archivos de origen.

De esta forma vincularemos definitivamente el documento Word con el nombre PRUEBA y el archivo Excel del mismo nombre.

## 4 Descripción de las instalaciones

Las instalaciones analizadas correspondientes a **EMPRESA**, donde es previsible que por la presencia de gases, vapores inflamables o polvo combustible, aparezcan atmósferas explosivas, son las que a continuación se reflejan.

En cada uno de los apartados siguientes se introducirá la descripción de las instalaciones donde aparece una atmósfera explosiva, como se genera, las características del proceso y las condiciones ambientales del recinto que posteriormente necesitaremos para realizar los cálculos.

#### 4.1 Descripción de las instalaciones de la empresa

En este apartado es conveniente disponer de una lista de verificaciones que utilizaremos en el momento de la toma de datos y en la que se reflejarán los parámetros que vamos a necesitar para determinar la extensión de la zona.

TOMA DE DATOS DE LA INSTALACIÓN	
EMPRESA	
FECHA	
	VALOR
Presión relativa (Pa)	
Temperatura sustancia (°C)	
Temperatura ambiental (°C)	
Altura fuente de emisión (m)	
Eficacia ventilación	
Tiempo de fuga (s)	
Velocidad del aire (m/s)	
Dimensiones del depósito (m)	
Diámetro de la tubería (cm)	
Superficie del local (m <sup>2</sup> )	
Altura del local (m)	
Dimensiones del orificio de salida (m)	
Superficie de evaporación (m <sup>2</sup> )	
Otros (especificar)	

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

Se podrán generar tantas instalaciones como se desee, si bien hay que tener en cuenta que cada hoja nos permitirá hasta 20 fuentes de escape, por lo que si se supera este número, habrá que ir utilizando libros diferentes que guardaremos con nombres distintos.

En las siguientes tablas vemos el resumen de las fuentes de escape, el lugar de ocurrencia y lo que genera la situación, para de esa forma, poder analizar en los siguientes apartados si tiene lugar o no la aparición de atmósfera explosiva, clasificarla y evaluarla si procede.

En las opciones **instalaciones con presencia de gases** e **instalaciones con presencia de polvo** del **menú principal**, vamos a estimar las diferentes situaciones en las que podemos encontrar una posible atmósfera explosiva, siendo en ambos casos similar la forma de proceder a la hora de confeccionar la tabla. En primer lugar, seleccionaremos la sustancia que provoca o puede provocar la atmósfera explosiva. Como vemos, en el desplegable de las celdas de la primera columna, sólo aparecen las sustancias previamente seleccionadas en el punto anterior.

	A	B	C	D	E	F
1	<a href="#">VOLVER AL MENU PRINCIPAL</a>					
2	<b>INSTALACIONES CON PRESENCIA DE GASES, LÍQUIDOS O VAPORES</b>					
3	<small>POR CORTESIA DE  CIEMÁTICA PÉREZ AMADOR</small>					
3	PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO S.A.		INSTALACIÓN:	CORDOBA		
4	SUSTANCIA QUE GENERA LA ATMÓSFERA EXPLOSIVA	Nº IDENTIFICACION FUENTE DE ESCAPE	ORIGEN	EQUIPO	OCURRENCIA	IDENTIFICACIÓN FOTO/PLANO
5	MEZCLA4	1	CABINA DE PINTURA	PISTOLA	OPERACIÓN DE PINTADO	
6	MEZCLA4	2	CABINA DE PINTURA	VEHICULO	SECADO DE PINTURA	
7	MEZCLA4	3	CABINA DE PINTURA	PISTOLA	DERRAME	
8	PINTURA GRIS	4	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	DEJAR ABIERTO RECIPIENTE	
9	PINTURA GRIS	5	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	DERRAME	
10	DISOLVENTE NITROCELULOSICO	6	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	DEJAR ABIERTO RECIPIENTE	
11	DISOLVENTE NITROCELULOSICO	7	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	DERRAME	
12	GAS NATURAL	8	INSTALACION GAS	ELECTROVALVULA	FUGA EN ELECTROVALVULA	
13	GAS NATURAL	9	INSTALACION GAS	VALVULA DE CORTE	FUGA EN VALVULA	
14	GAS NATURAL	10	INSTALACION GAS	BRIDA DE CONEXIÓN	FUGA EN BRIDA	

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

El número de identificación de la fuente de escape, aparecerá de forma automática una vez se determina el **origen (instalación)** de la fuente de emisión, no permitiendo la introducción de datos en esta celda. En la columna **equipo** indicaremos la **ubicación (donde)** de la fuente de emisión y por último en **ocurrencia (cuando)** definiremos en qué situación se produce el escape. Si hay fotos o planos, lo haremos constar en la columna correspondiente.

En el caso de polvo la operación se realiza de la misma forma.

	A	B	C	D	E	F
1	<a href="#">VOLVER AL MENU PRINCIPAL</a>					
2	<b>INSTALACIONES CON PRESENCIA DE POLVO Y FIBRAS COMBUSTIBLES</b>					
	POR CORTESIA DE © EMÉRITO NOÑEZ AMADO					
3	PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO S.A.		INSTALACIÓN:	CORDOBA		
4	SUSTANCIA QUE GENERA LA ATMÓSFERA EXPLOSIVA	RP IDENTIFICACION FUENTE DE ESCAPE	ORIGEN	EQUIPO	OCURRENCIA	IDENTIFICACIÓN FOTO/PLANO
5	ALUMINIO	1	INTERIOR MOLINO	MOLINO	TRITURACION	
6	ALUMINIO	2	ZONA MOLIENDA	SUPERFICIE DE LA ZONA	CAPA DE POLVO	
7	ALUMINIO	3	SALIDA MOLINO	CINTA	CAIDA DE PRODUCTO A CINTA	
8	ALUMINIO	4	CONTENEDOR	CONTENEDOR	LLENADO DEL CONTENEDOR	
9						

## 5 Determinación de zonas

Como se dice en la introducción, la clasificación de los emplazamientos queda reservada, según el vigente R.E.B.T. “a un técnico competente que justificará los criterios y procedimientos aplicados”.

Al margen de lo que el propio reglamento recoge, deberíamos tomar en consideración lo que nos dice el procedimiento IECEx 05, sobre las competencias personales de los que intervienen en este tipo de instalaciones.

El prólogo de este documento indica que “estos requisitos no tienen la intención de cambiar las regulaciones nacionales, pero ofrecen una forma práctica y una opción viable para los organismos reguladores, especialmente cuando en la normativa nacional no existen.” El objetivo de la certificación IECEx para las competencias personales (COPC), es proporcionar a la industria individuos con la capacidad necesaria para el trabajo asociado a los equipos en áreas peligrosas.

La certificación COPC IECEx, proporciona los medios para que las personas que trabajan en zonas de riesgo, puedan obtener un certificado de competencia personal destinado a ser aceptado en todos los países participantes como equivalente de las certificaciones nacionales.

Una certificación COPC puede ser aceptada en otros países que no participan en el sistema IECEx. Puede ser emitida por cualquier organismo de certificación (ExCB) aceptado en el sistema. El certificado deberá acreditar que la persona se ajusta a los criterios pertinentes, cumple con los requisitos de este plan y se encuentra bajo la vigilancia de un organismo de certificación.

En nuestro caso, la competencia de la persona, al margen de lo que el R.E.B.T. especifica, vendrá dada, como hemos visto anteriormente, por la unidad de competencia Ex 002.

Esta unidad de competencia abarca los conocimientos y habilidades para clasificar las zonas donde pueden existir sustancias inflamables. Se requiere la capacidad de reunir y analizar datos relativos a los riesgos de explosión, determinar el grado de riesgo y establecer y documentar zonas.

Esta unidad de competencia se basa en la IEC 60079-10-1 y IEC 60079-10-2 (en nuestro caso UNE-EN) y cualquier otra norma pertinente que se aplica a esta unidad de competencia.

Para acreditar la aptitud en esta unidad, se requiere titulación en una especialidad técnica.

La clasificación de la zona, deben realizarla aquellos que entienden la importancia de las propiedades de los materiales inflamables y los que están familiarizados con el proceso y la seguridad del equipo, es decir, ingenieros eléctricos, mecánicos y otro personal técnico.

Los detalles de esta unidad Ex 002, aparecen en el documento operativo IECEX OD 504.

La clasificación de zonas, es un método para analizar y determinar el entorno donde puede aparecer una atmósfera explosiva, y de esta forma, facilitar la correcta selección e instalación de aparatos que garanticen un nivel de seguridad adecuado.

En el caso de atmósferas explosivas originadas por mezclas con aire de gases, vapores o nieblas, las zonas o áreas peligrosas se pueden clasificar en las siguientes categorías:

**Zona 0:** área en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un periodo de tiempo prolongado, o con frecuencia.

**Zona 1:** área en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

**Zona 2:** área en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanezca durante breves periodos de tiempo.

En el caso de atmósferas explosivas originadas por mezclas con aire de polvos combustibles las zonas o áreas peligrosas se pueden clasificar en las siguientes categorías:

**Zona 20:** área en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un periodo de tiempo prolongado, o con frecuencia.

**Zona 21:** área en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.

**Zona 22:** área en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve periodo de tiempo.

Se ha realizado una clasificación de las diferentes zonas de riesgo para cada una de las instalaciones. Para ello se ha tenido en cuenta, el tipo de sustancias presentes en la instalación las siguientes normas:

- **UNE-EN 60079-10-1** Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas
- **Informe UNE 202007:2006 IN** Guía de aplicación de la norma UNE-EN 60079-10. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Clasificación de emplazamientos peligrosos.
- **UNE-EN 60079-10-2** Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo

La reglamentación establece 3 tipos de zonas, tanto para la presencia de gases y vapores como para la presencia de polvo combustible, cuya aparición va en función de la probabilidad de presencia de atmósfera explosiva, o lo que es lo mismo, del número de horas en un año en las que se genera una mezcla inflamable en el ambiente.

Por otra parte, los equipos se construyen, en el caso de utilización en actividades diferentes a la minería, de acuerdo a 3 categorías o niveles de seguridad en función de la probabilidad de fallo del equipo.

Si relacionamos probabilidad de presencia de atmósfera explosiva, con la probabilidad de fallo del equipo, obtendríamos la situación de riesgo que se genera, que en cualquier caso y aunque mínima, no debemos olvidar que siempre va a existir.

Tendríamos claro que la presencia de zonas 0 o 20 obedece a una presencia permanente de atmósfera explosiva, de la misma forma que en las zonas 2 o 22 esta presencia va a ser muy rara. Quedaría por tanto clarificar las situaciones de zona 1 o 21.

En principio y a la vista de las definiciones que la normativa da para las diferentes clases de zona, podríamos pensar que tanto la 1 como la 21 son situaciones que no las vamos a encontrar, puesto que podemos entender que si se genera la emisión, el riesgo de explosión en presencia de una fuente de ignición, va a ser alto, es decir que directamente, la asimilaríamos de una zona 0 o 20. En tanto que la zona 2 o 22 se podrían identificar como una situación de “seguridad”, puesto que la presencia de mezcla inflamable va a ser muy rara.

Así analizado de esta forma tan simplista, efectivamente podríamos prescindir de ese nivel de riesgo intermedio, quedando tan solo una zona “muy peligrosa” o una zona “segura”. Pero no debemos perder nunca de vista que, cuando hablamos de clasificación, indirectamente hablamos de niveles de riesgo y por tanto de niveles de seguridad de los equipos con respecto a su eficacia como fuente o elemento que provoca la ignición.

Por otra parte, si prescindimos de este nivel intermedio, tendríamos que construir la inmensa mayoría de los equipos para un nivel de riesgo muy alto, lo cual daría lugar a situaciones en las que no podrían ubicarse determinados receptores, por la simple razón de que su fabricación para ese nivel de seguridad, sería poco menos que inviable.

Con este nivel de riesgo intermedio y haciendo uso de equipos con una seguridad igualmente intermedia, obtendríamos un nivel de seguridad asumible. Exactamente igual que para una zona de las clasificadas como “muy peligrosas” o las denominadas “seguras”.

Con respecto a este último concepto de “seguridad”, hay que matizar que siempre que exista generación de atmósfera explosiva, aun cuando su presencia pueda ser muy rara, hay riesgo, por lo que las únicas zonas seguras son las no clasificadas. Una zona 2 es tan peligrosa como una zona 0, ya que en el momento que se genere la fuga, aun cuando sea un breve instante si hay presencia de una fuente de ignición eficaz, el resultado va a ser la inflamación de la mezcla.

Veremos más adelante que el tipo de zona se determina en el caso de gases y vapores haciendo uso de la tabla que la norma UNE-EN 60079-10-1 nos facilita, en función del

grado de escape (tiempo de permanencia de la atmósfera explosiva) y las condiciones de la ventilación.

En nuestro caso, dicha valoración se realizará como se dijo, utilizando una metodología cuantitativa, en base a las fórmulas que aparecen en la guía de aplicación de la anterior norma UNE-EN 60079-10 (informe UNE 202007:2006 IN).

En el caso de polvo, no existe una fórmula tan concreta como en el de gases y vapores, pues las características del escape y del producto que lo hace, serán las que definan el tipo de zona en los exteriores de los equipos y sus dimensiones.

Volviendo a la hoja de cálculo, observamos que las celdas aparecen en diferentes colores. Las celdas en amarillo indican donde debemos introducir los datos que previamente hemos recabado con la ficha de campo, las celdas en color rojo señalan que la opción elegida no es correcta y por tanto hay que modificar la selección.

En el caso del tipo de emisión, veremos que puede cambiar del color rojo al amarillo si introducimos directamente un valor de tasa de escape. En este caso hay que ser cuidadosos para cálculos posteriores, puesto que este valor que introducimos en esta celda, es el que se asume siempre, por lo tanto, una vez realizadas las correspondientes operaciones para una determinada fuente de emisión, dejaremos la celda en blanco para el cálculo siguiente.

Las celdas en las que ya existe algún tipo de indicación (altura, presión atmosférica etc.) aparecen en color blanco. Por último, las de color verde nos indican los resultados.

DETERMINACION DEL TIPO Y EXTENSION DE ZONAS ATEX						
ESTA HOJA DE CALCULO HA SIDO ELABORADA POR:		EMERITO NOÑEZ AHADO		TIPO VENTILACION		NATURAL
SEGUN LA NORMA UNE 202007: 2006 IN		LOCALIZACION FUENTE DE ESCAPE		PISTOLA		
CODIGO DE LA FUENTE DE ESCAPE	1	ORIGEN		CABINA DE PINTURA		
SELECCIONAR EL TIPO DE EMISION		VAPOR		FUENTE DE ESCAPE		
SUSTANCIA QUE PROVOCA LA EMISION		MEZCLA		TASA DE ESCAPE		3,250000E-03
DATOS		DATOS		RESULTADOS		
Presión Relativa (Pa)	60000	Tipo de Junta		<b>VAPOR</b>		
Temperatura de la Sustancia °C	22	Longitud Junta (mm)		Tasa de Escape (Kg/hr)		0,000325
Temperatura Ambiente °C	22	Tipo de Falla		Volumen ATEX (m <sup>3</sup> )		0,930261651
Ambiente	CERRADO	<b>Escape por válvula</b>		Tiempo Perfor. (min.)		242,78
Altura alzoleta (m)	1,5	<b>Escape por Válvula de Seguridad</b>		Distancia Poligrara (m.)		0,750
Presión Atmosférica (Pa)	101300	Servicio		Grado de Ventilación		MEDIO
Eficacia Ventilación	1	Tipo de Válvula		Grado de Escape		PRIMARIO
Disponibilidad Ventilación	MUY BUENA			Disponibilidad Ventil.		MUY BUENA
Tiempo de Escape (seg)	14400	<b>Junta Estanqueidad Bamba Cont.</b>		Tipo de Zona		ZONA 1
Caudal Vent. Amb. Corrada (m <sup>3</sup> /seg)	17,7	Diámetro Arbol		Forma Geométrica		CONO
Velocidad del aire (m/seg)	0,3	Abrazadora		Radio (m.)		1,09
Grado de Escape	PRIMARIO	<b>Escape Compresor Alternati</b>		Altura (m.)		0,750
Volumen Local Corrada (m <sup>3</sup> )	560	<b>Escape Compresor Centrífugo</b>				LA ZONA OCUPA TODA LA SUPERFICIE DEL LOCAL
Forma Geométrica	CONO	Diámetro Eje				
		Tipo de Problema				
		Tipo de Junta				
		<b>Escape por Conexiones</b>				
Superficie Local (m <sup>2</sup> )	80	Diámetro baquillatralida (m)				
Altura Local (m.)	7					

Como podemos comprobar, a la hora de manejar esta parte de la hoja, en función del **tipo de emisión**, irán cambiando de color las diferentes celdas, solicitándonos el dato correspondiente. Las unidades respectivas figuran en cada parámetro. En alguna ocasión, podemos conocer la tasa de escape, como por ejemplo en operaciones de pintura o en los casos que hemos podido resolver a través de la opción **ir a fórmulas del menú principal**. En ese caso introduciremos el valor correspondiente en la celda **tasa de escape**.

Con los datos anotados en forma correcta, se obtienen los resultados que aparecen resaltados en el color verde en la zona correspondiente.

Con respecto a esta hoja hay que matizar lo siguiente:

**Presión relativa:** es la presión en el interior del sistema de contención, en definitiva la que marca el manómetro del propio sistema en Pascales.

**Altura al suelo:** altura desde donde se produce la fuga en metros.

**Tipo de suelo:** indicar si es un suelo que facilita la absorción (poroso) o no (no poroso).

**Temperatura de la sustancia:** la temperatura en el interior del sistema de contención. En caso de una sustancia en el ambiente abierto, será la ambiental, en grados °C.

**Tiempo de escape:** el tiempo que persiste la fuga hasta su control.

**Caudal de ventilación:** en caso de ventilación natural en el interior de una nave será necesario la realización de medición de la velocidad del aire en las salidas de los conductos de aireación, para que multiplicada por su superficie obtengamos este valor. Si se trata de ventilación artificial en interior de naves, deberemos conocer las características del equipo. En el caso de espacios abiertos no es necesario determinar este parámetro. En el caso de instalaciones de interior de grandes dimensiones, podría ser válido considerar el volumen de la instalación, siempre y cuando la zona clasificada pueda afectar a sólo una parte de la misma, la de un cubo de 15 m de lado. Es decir, asimilarla a un espacio abierto con la velocidad de aire que obtengamos después de realizar alguna medición.

**Velocidad del aire:** es otro de los parámetros que tendremos que, o bien medir en caso de espacios interiores con ventilación natural, o bien estimar en base a las condiciones climatológicas de la ubicación en cuestión. En el caso de espacios cerrados de grandes volúmenes, tendremos en cuenta lo reflejado en el punto anterior.

**Diámetro boquilla/salida:** cuando se trate de una operación de pintura, un escape por válvula de seguridad o una toma de muestras, se selecciona la opción **vapor** y se introduce la **tasa de escape** directamente, aparece en amarillo la celda para introducir el valor del diámetro de la boquilla o del orificio de salida. Por ejemplo en el caso de una purga o una toma de muestras, introduciremos el valor del diámetro correspondiente a dicho punto.

En muchas ocasiones será necesario determinar alguno de los parámetros que aparecen en la hoja marcados en color amarillo y cuyos valores “a priori” desconocemos. Por ejemplo, si hablamos de presión relativa en un orificio de salida situado en un determinado punto de un depósito, para el caso de un escape que genera un **charco de líquido**, habrá que calcular dicho parámetro en base a la altura del líquido sobre el orificio de fuga.

El apartado **ir a fórmulas** soluciona gran parte de estos problemas. Veamos las posibilidades de las que disponemos en esta parte de la Hoja.

[VOLVER AL MENU PRINCIPAL](#)

¿QUÉ DESEA CALCULAR?

DETERMINAR SUSTANCIA

DEFINIR DIAMETRO ABERTURA DE LA FUGA PARA EL ESCAPE O LA SUPERFICIE DEL CHARCO PARA LA EVAPORACIÓN DEL LÍQUIDO (m<sup>2</sup>.)

DEFINIR TEMPERATURA SUSTANCIA (°C)

DEFINIR TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)

DEFINIR PRESION RELATIVA DEL SISTEMA PARA LA TASA DE ESCAPE DE UN GAS (Pa) O ALTURA LA ALTURA DEL LÍQUIDO SOBRE EL PUNTO DE FUGA

DEFINIR PRESION ATMOSFÉRICA (Pa)

DEFINIR VELOCIDAD DEL AIRE (m/s)

DEFINIR TIEMPO DE FUGA (seg)

ESCAPE POR VÁLVULA DE SEGURIDAD

DEFINIR TIPO DE SUELO

DISTANCIA DE LA SUPERFICIE AL BORDE (mts)

DIÁMETRO DEL DEPÓSITO (mts)

CONVERSION LTS./MIN. A KG./SEG.

RESULTADO

0 0

Como siempre, nos aparecerán celdas en amarillo y en verde, dependiendo de si se trata de introducir datos o bien de obtener resultados.

En el desplegable de la pregunta **¿qué desea calcular?** aparecen las diferentes opciones que podemos determinar y que pasamos a comentar a continuación.

**Tasa volumétrica de escape de un líquido,** define la cantidad de líquido que escapa a través de un orificio.

Seleccionaremos la sustancia en el desplegable definiendo el diámetro de la abertura en metros. Determinaremos la presión relativa en el interior del sistema de contención e introduciremos el dato de la presión atmosférica en Pascales, igualmente. Por último definiremos si el escape se produce a través de una válvula de seguridad o no.

El valor del volumen de líquido que escapa en la unidad de tiempo nos aparece en el resultado.

**Tasa de escape de un gas**, como en el caso anterior, definiría la cantidad de gas que escapa a través de un orificio, tubería etc. Este valor, trasladado a la hoja anterior en el apartado **tasa de escape**, será el que se considere para realizar todos los cálculos.

Además de los datos incluidos en el apartado anterior, se definirá la temperatura de la sustancia y la ambiental, ambas en °C.

**Conversión de l/min a kg/s**, cuando conocemos la cantidad de producto que en forma de vapor escapa a través de un orificio, podemos obtener directamente el valor de la tasa de escape mediante esta opción.

En este caso sólo será necesario introducir el dato del consumo en litros por minuto. Por citar un caso concreto como el de una operación de pintura mediante pistola, si conocemos el consumo de esta, directamente podemos obtener el valor de la **tasa de escape** mediante esta opción.

**Área de un charco**, con este valor, en caso de conocer los diferentes parámetros que nos solicita la hoja, podemos determinar de forma directa, haciendo uso de la opción siguiente, el valor de la tasa de evaporación de un charco. Dicha cifra será la que introduzcamos en el valor de **tasa de escape**.

Los datos necesarios para el cálculo serán el diámetro del orificio de escape en metros, la presión relativa en el interior del sistema de contención en Pascales, la presión atmosférica en las mismas unidades, el tiempo de fuga en segundos, definir si el escape se produce en una válvula de seguridad y por último el tipo de suelo donde se genera el charco.

**Tasa de evaporación de un charco**, la fórmula utilizada es la que propone el documento ND 2313-216-09 del Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) y cuyos valores obtenidos para las diferentes sustancias, difieren muy poco de los que resultarían de la aplicación de las ecuaciones que aparecen en el informe UNE 202007:2006 IN.

$$V_{\text{evaporación}} = 22,01 \times S \times w \times M^{0,4} \times \frac{P_v}{P_{\text{atm}}}$$

A partir del dato obtenido anteriormente que introduciríamos en la celda correspondiente junto con la temperatura de la sustancia en °C, la presión atmosférica y la velocidad del aire en m/s; utilizando la fórmula antes citada, se obtendría el valor de la tasa de evaporación del charco generado a raíz de un escape.

**Tasa de evaporación de un depósito**, al igual que en el caso anterior, recurrimos al documento citado anteriormente, obteniendo de forma directa el valor de la tasa de evaporación o tasa de escape referido a cada m<sup>2</sup> de superficie a 20 °C.

$$V_{\text{depósito}} = V \times \frac{1}{\frac{10 \times d}{\sqrt{S}} + 1}$$

En este caso, a los valores de presión atmosférica y velocidad del aire les añadimos las dimensiones del diámetro del depósito y la altura desde el borde del depósito a la superficie del líquido, ambas en metros.

Es recomendable, cuando trasladamos los valores de tasa de escape a la hoja de **cálculo extensión de zonas**, que se haga mediante la opción **copiar y pegar valores** en la celda correspondiente. Como vemos, se trata de valores sumamente bajos y con un número elevado de decimales. Procediendo de esta forma, limitamos los errores que se puedan generar en los cálculos.

**Presión relativa altura de líquido**, presión en el orificio de fuga debida a la presión que ejerce la altura del líquido.

Este valor nos servirá, bien, para definirlo en la hoja de **cálculo extensión de zonas** como **presión relativa**, o como hemos visto en anteriores puntos, para definir la tasa volumétrica de escape de un líquido, el área de un charco etc.

Habrá que definir simplemente la altura de la superficie del líquido sobre el orificio donde se genera la fuga, especificada en metros.

**Calculo estequiométricos**, por último, en este apartado podemos conocer los parámetros físico-químicos de una mezcla de diferentes sustancias, tanto en forma de gas como de líquido.

Para ello seleccionaremos las sustancias y sus porcentajes en la mezcla, apareciendo los resultados en las celdas inferiores.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

	A	B	C	D	E	F	G	Z	AA
1	<a href="#">VOLVER AL MENU PRINCIPAL</a>								
3	¿QUÉ DESEA CALCULAR?				CALCULOS ESTEQUIOMETRICOS			SUSTANCIA 1	CATALIZADOR
4	DETERMINAR SUSTANCIA							PORCENTAJE	17,5
5								SUSTANCIA 2	IMPRIMACION
6								PORCENTAJE	52,5
7	DEFINIR DIAMETRO ABERTURA DE LA FUGA PARA EL ESCAPE O EL DIAMETRO DEL CHARCO PARA LA EVAPORACIÓN DEL LÍQUIDO (m.)							SUSTANCIA 3	DISOLVENTE
8								PORCENTAJE	30
9	DEFINIR TEMPERATURA SUSTANCIA (°C)				24			SUSTANCIA 4	
10								PORCENTAJE	
11	DEFINIR TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)							SUSTANCIA 5	
12								PORCENTAJE	
13	DEFINIR PRESION RELATIVA DEL SISTEMA PARA LA TASA DE ESCAPE DE UN GAS (Pa) O ALTURA LA ALTURA DEL LÍQUIDO SOBRE EL PUNTO DE FUGA							SUSTANCIA 6	
14								PORCENTAJE	
15	DEFINIR PRESION ATMOSFÉRICA (Pa)								
16								MASA MOLECULAR	104,12
17	DEFINIR VELOCIDAD DEL AIRE (m/s)							COEFICIENTE DIFUSION	0,032375
18								PRESION DE VAPOR	1966,61
19	DEFINIR TIEMPO DE FUGA (seg)							LIE	1,24
20									
21	ESCAPE POR VÁLVULA DE SEGURIDAD								
22									
23	DEFINIR TIPO DE SUELO								
24									
25	DISTANCIA DE LA SUPERFICIE AL BORDE (mts)								
26									
27	DIÁMETRO DEL DEPÓSITO (mts)								
28									
29	CONVERSION LTS./MIN. A KG./SEG.								
30									
31	RESULTADO				0			0	

Cuando disponemos de la ficha de datos de seguridad de un producto, observamos que en la misma aparecen unos porcentajes mínimos y máximos de las sustancias que presentan características especiales de peligrosidad, entre las cuales, lógicamente, se encuentran los considerados como productos inflamables. Se puede hacer un cálculo estequiométrico de la mezcla, tomando el porcentaje máximo de cada sustancia y establecer una proporcionalidad hasta alcanzar el 100%.

3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Componentes peligrosos		: El producto es peligroso.				Clasificación
Nombre del componente	Contenido	Nº CAS	Nº EC	Nº índice		
Isobutano	Entre 50 y 75 %	109-88-3	203-625-9	601-021-00-3	F: R11 Rsg; Cat. 3; R69 Xn; R65-69/20 R67 Xi; R36	
Metanol	Entre 10 y 15 %	67-58-1	200-659-6	609-001-00-X	F: R11 T; R23/24/25-39/23/24/ 25	
Butanona	Entre 10 y 15 %	79-93-3	201-159-0	606-003-00-3	F: R11 R66 R67 Xi; R36	
Acetato de butilo	Entre 5 y 10 %	123-86-4	204-858-1	607-025-00-1	R10 R66 R67	
Isobutanol	Entre 1 y 5 %	79-93-1	201-148-0	609-109-00-1	R10 R67 Xi; R27/28-41	

Como en los casos anteriores introduciremos estos porcentajes en las celdas marcadas en amarillo de la columna ficha de datos. En las celdas en verde nos aparecerá el porcentaje en el total de la mezcla, dato que trasladaremos a la casilla correspondiente de cada sustancia.

**LOS ESTEQUIOMETRICOS**

SUSTANCIA 1  
PORCENTAJE

SUSTANCIA 2  
PORCENTAJE

SUSTANCIA 3  
PORCENTAJE

SUSTANCIA 4  
PORCENTAJE

SUSTANCIA 5  
PORCENTAJE

SUSTANCIA 6  
PORCENTAJE

MASA MOLECULAR

COEFICIENTE DIFUSION

PRESION DE VAPOR

LE

NOMBRE DE LA MEZCLA

**FICHA DE DATOS**

TOLUENO

62,5     75     82,00

METANOL

12,5     15     16,20

ACETATO DE BUTILO

12,5     15     16,20

ALCOHOL ISOBUTILICO

8,33     10     10,33

BUTANONA

4,17     5     4,17

100

16,71095

0,002916

306,671

1M

DISOLVENTE

0

NOMBRE	CAS	P.DESESTILO	DENS. VAPOR	DENS. LIQ.	ca	y	est	cb	M	LE	T. EBULLIC.	Pv 20	T. INF. GRUPO Y CLASE
DISOLVENTE	4	3,43	693	0,831	1,1	1729	799321	66,714	1,41		64,7	306,70	400    HAT2

En ambos casos una vez realizada la proporción daremos nombre a la sustancia. En la parte inferior vemos que aparecen los valores de los diferentes parámetros necesarios

para realizar el cálculo. Estos valores, los trasladaremos a la hoja **propiedades físico químicas sustancias** mediante la opción **copiar y pegar valores**, como siempre.

120

MASA MOLECULAR  
COEFICIENTE DIFUSION  
PRESION DE VAPOR  
LIE  
NOMBRE DE LA MEZCLA

86.70985

0.032398

106.6371

44

DISOLVENTE

NOMBRE		CAS	P.DESTELLO	DENS. VAPOR	DENS. LIQ.	cd	γ	csl	clv	M	LIE	T. EBULLIC.	Pr 20	T. INF.	GRUPO Y CLASE
DISOLVENTE			4	3.43	853	0.031	1.1	1720	705921	86.714	1.41	64.7	3016.70		408 IAT2

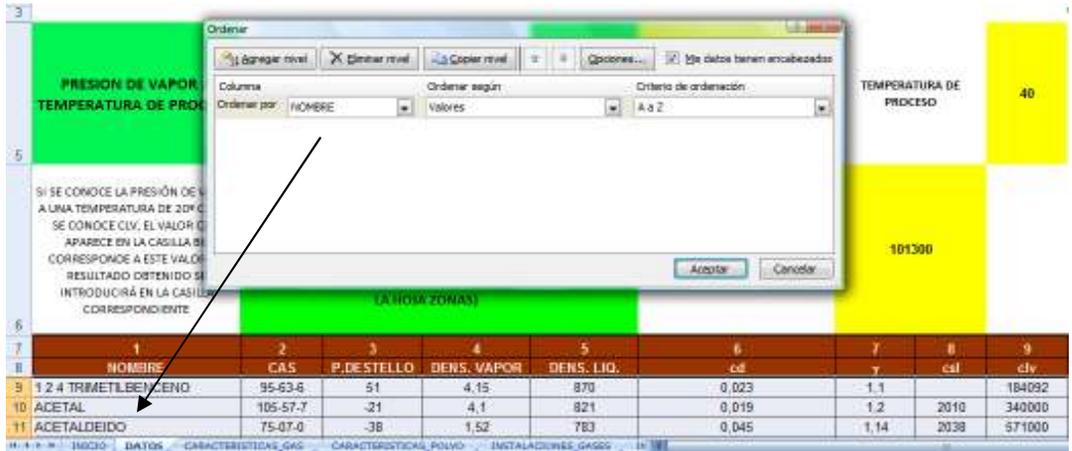
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
NOMBRE	CAS	P.DESTELLO	DENS. VAPOR	DENS. LIQ.	cd	γ	csl	clv	M	LIE	LSE	T. EBULLIC.	Pr 20	Pr 40	T. INF.	GRUPO Y CLASE
PINTURA VERDE CAQUI		26,2	3,83	1153					117,3	1,3		136,2	1066,57		400,2	IAT2
PINTURA VERDE JADE		25,6	3,78	1297					122,07	1,3		126,3	1279,85		416,8	IAT2
PROPANO	74-98-6	-104	1,56	585	0,039	1,14	2470	426000	44,09	2,1		-42,2	814290	1313783	470	IAT1
TOLUENO	108-88-3	4	3,16	866	0,026	1,1	1842	412000	92,14	1,2	7,1	110,8	1630	6650	480	IAT1
XILENO	1330-20-7	25	3,66	861	0,026	1,1	1720	409000	106,17	1	7	280	895		465	IAT1
PINTURA GRIS POLVO		23	2,711187449	521,55	0,025644628	1,07	1720	342985,621	106,286	0,9991	0	136,2	921,65289	0	431	IAT2
BUTANONA	79-93-3	25	3,66	861	0,026	1,1	1720	409000	106,17	1	7	280	695		465	IAT1
DISOLVENTE	0	4	3,43	853	0,031	1,1	1720	705921,051	86,714	1,41	0	64,7	3016,70	0	408	IAT2

Periódicamente será necesario reordenar alfabéticamente la tabla **datos** para una mayor comodidad. Para ello, seleccionaremos sólo la parte de la tabla donde se encuentran las características.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							
NOMBRE	GAS	P. DESTELLO	VAPOR	DENS. LIQ.	...	...	...	...	...	...							
12.4 TRIMETILBENCENO	95-63-6	51	4,15	870	0,023	1,1	184092	120,21	0,9	5,4	185	3400	470	IIAT1			
ACETAL	105-57-7	-21	4,1	821	0,019	1,2	2010	340000	115,17	1,6	10,4	102	2460	7900	230	IIAT3	
TATO DE METIL 2 METOIE	103-65-6	47	4,6	960	0,06	1,1	293396	132,2	1,5	7	146	490	314				
ACETATO DE BUILO	123-86-4	22	4	882	0,024	1,1	1960	360000	116,16	1,7	7,6	125	1064	3300	425	IIAT2	
ACETATO NAHILO	629-63-7	16	4,49	922	0,023	1,2	325000	130,19	1,1	7,5	149	505	1600	360	IIAT2		
ACETILENO	74-86-2	0	0,9		0,059	1,24	2690	630000	26,04	2,3	100	-85	4165000	4165000	305	IICT2	
ACETONA	67-64-1	-20	2,465	795	0,037	1,4	2200	534000	89,09	2,5	13	56,5	22800	54200	535	IIAT1	
ACIDO ACETICO	40	2,07	1,05				405000	6,005	4	17	119	6565	13591	495	IIAT1		
ALCOHOLISOBUTILICO	78-83-1	27	2,55	805	0,031	1,12	1795	570000	74,12	1,68	10,9	107	1232	3803	400	IIAT2	
ALCOHOLISOPROPILICO	67-63-0	11	2,1	789	0,036	1,15	2429	680000	60,09	2	12,7	82,8	4201	12298	400	IIAT2	
AMARILLO		235	3	444	0,5	1,5	3333	444444	44	2	4	44	234567	345555	450	IIAT2	
BUTANO	106-97-8	-60	2,05	600	0,033	1,11	2300	384000	59,12	1,5	8,5	-0,6	205300	369120	287	IIAT3	
CATALIZADOR		25	4	916	0,059	1,4	2200		123,4	1,5	50	124,3	1012,25		404	IIAT2	
DILUENTE		22	4	882	0,024	1,1	1960	360000	116,16	1,6	7,6	125	1064	3300	425	IIAT2	
DISOLVENTE		1	3,64	860	0,028	1,4	1800	688283	89,31	1,4	7,9	56,2	5479,54		523	IIAT1	
SOLVENTE NITROCELULOSO	0	-20	2,46	852	0,030	1,1	1795	848249	90,65	1,4	0	56,8	2562,18	0	314	IIAT2	
DISOLVENTE UNIVERSAL		1	3,64	860	0,028	1,4	2200	688283	89,31	1,4	7,9	56,2	5479,54		523	IIAT1	
ENDURECEDOR		25	4	916	0,059	1,4	2200		123,4	1,5	50	124,3	1012,25		404	IIAT2	
ESMALTE																	
ETANOL	64-17-5	14	1,54	805	0,043	1,13	2700	547996	46,07	3,5	15	76,5	5900	18263	425	IIAT2	
ETILBENCENO	100-61-4	23	3,64	867	0,024	1,07	1800	343000	106,17	1	6,7	136,2	931	2913	431	IIAT2	
GAS NATURAL	0	0,595			0,06	1,31			16,34	3,93		0			462	IIAT1	
GASOLEO	68334-30-5	55-65	3,5	900				156400	209,39	6	13,5	170	590	1658	330	IIAT2	
GASOLINA	8032-32-4	21	3,5	750	0,037	1,49	2200		182,70	10	13	7,6	42	68000	95000	230	IIAT3
HEPTANO	142-92-5	-4	3,44	834	0,025	1,1	2123	240000	100,2	1,1	6,7	98,4	10653	21497	215	IIAT3	
HEXANO		45,88	3,4	945				380000	98,36	1,2	8,1	195,0	500	1333	450	IIAT3	
HIDROGENO	1333-74-0	-18	0,07	90	0,148	1,41	9800	454000	2,06	4	75	-252,7			500	IICT1	
IMPRIMACION		17	3,64	881	0,026	1,1	1720	409000	106,16	1,1	6,4	144	277	429	464	IIAT1	
MELTILCETONA	78-93-3	0	2,48	800	0,031	1,1	2200	443000	72,1	1,8	11,5	80	1058	25106	404	IIAT2	
METANOL	67-56-1	12	1,05	791	0,057	1,2	2500	1100000	32,04	5,5	44	64,7	12600	25496	455	IIAT1	
MEZCLA		0	3,9	866	0,05	1,4		483562	79,7	1,44		80	6441	15925		IIAT3	
MEZCLA 14	0	-60	2,744895139	665,6	0,042565	1,11	1900	336,8434	60,6393	1,6741	0	-252,7	128727,3	0	287	IICT3	
MEZCLA PINTURA		1	4	860	0,032375	1,4	2000	797771,99	104,12	1,24		56,2	1966,61		404	IIAT2	
MONOXIDO DE CARBONO	0	0,967		799	0,065	1,4	2,185	216000	28,01	12,5	74	-192			605	IICT2	
PINTURA GRIS POLVO		23	2,71187449	821,55	0,02544623	1,07	1720	342995,92	106,286	0,9991	0	136,2	921,8529	0	421	IIAT2	
PINTURA VERDE CARONI		26,2	3,92	183					117,3	1,3		136,2	1066,57		400,2	IIAT2	
PINTURA VERDE JADE		25,4	3,78	1297					122,07	1,5		124,3	1279,85		416,8	IIAT2	
PROPANO	74-99-6	-104	1,56	595	0,039	1,14	2470	426000	44,09	2,1		-42,2	914290	1313793	470	IIAT1	
TOLUENO	109-89-3	4	3,19	866	0,028	1,1	1842	412000	92,14	1,2	7,1	110,8	1820	6650	480	IIAT1	
XILENO	1330-20-7	25	3,64	861	0,026	1,1	1720	409000	106,17	1	7	280	895		465	IIAT1	

Con la opción de Excel de **ordenar y filtrar**, seleccionaremos **orden personalizado** y por último marcamos ordenar por **nombre**.



Vamos a analizar ahora la hoja para la determinación del tipo y la extensión de la zona por presencia de gases y vapores.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>DETERMINACION DEL TIPO Y EXTENSION DE ZONAS ATEX</b> <small>FOR CONTEXTE DE © EMÉRITO NUÑEZ AMADO</small>						
2	ESTA HOJA DE CALCULO HA SIDO ELABORADA POR:		EMÉRITO NUÑEZ AMADO		TIPO VENTILACIÓN	NATURAL	
3	SEGÚN LA NORMA UNE 202007: 2006 IN		LOCALIZACIÓN FUENTE DE ESCAPE:		BRIDA DE CONEXIÓN		
4	CÓDIGO DE LA FUENTE DE ESCAPE		10	ORIGEN:	INSTALACION GAS		
5	SELECCIONAR EL TIPO DE EMISION		VAPOR		FUENTE DE ESCAPE	Escape por Brida	
6	SUSTANCIA QUE PROVOCA LA EMISION		GAS NATURAL		TASA DE ESCAPE		
7	DATOS			DATOS		RESULTADOS	

Vemos que hay una serie de celdas que aparecen en color amarillo. Son los lugares, como queda dicho, en los que hay que introducir los datos correspondientes. El código de fuente de escape, es el que aparece en las diferentes instalaciones donde se pueden generar emisiones y que ya han sido previamente identificadas en la opción de **instalaciones con presencia de gases** del **menú principal** con este mismo número. Observamos que ha aparecido el Origen del escape y su Localización así como la sustancia que genera el escape.

Tendremos que determinar el tipo de emisión. Si la aplicación considera que con las condiciones de presión, temperatura, parámetros físico-químicos de la sustancia etc. no se puede generar una emisión de ese tipo, la celda se pondrá en color rojo.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>DETERMINACION DEL TIPO Y EXTENSION DE ZONAS ATEX</b> <small>FOR CONTEXTE DE © EMÉRITO NUÑEZ AMADO</small>						
2	ESTA HOJA DE CALCULO HA SIDO ELABORADA POR:		EMÉRITO NUÑEZ AMADO		TIPO VENTILACIÓN	NATURAL	
3	SEGÚN LA NORMA UNE 202007: 2006 IN		LOCALIZACIÓN FUENTE DE ESCAPE:		PISTOLA		
4	CÓDIGO DE LA FUENTE DE ESCAPE		1	ORIGEN:	CARINA DE PINTURA		
5	SELECCIONAR EL TIPO DE EMISION		VAPOR		FUENTE DE ESCAPE		
6	SUSTANCIA QUE PROVOCA LA EMISION		MEZCLAS		TASA DE ESCAPE		
7	DATOS			DATOS		RESULTADOS	

En otras ocasiones nos puede aparecer en rojo esta celda a pesar de tratarse de una selección correcta. Son los casos en los que se va a introducir directamente el valor de la tasa de escape.

Una vez se ha introducido el valor de la tasa de escape, vemos que cambia de color.

El tipo de fuente de escape nos definirá el orificio de escape que se genera en cada caso. En el desplegable seleccionaremos la opción correspondiente.

Con referencia a los orificios de escape, hay que comentar que en el informe UNE 202007:2006 IN, aparecen los datos experimentales de superficie de estos orificios, que a la postre serán los que definan la cantidad de sustancia que se emite al ambiente. Cuando nos solicite si el fallo es **normal o grave**, habrá que tener en cuenta el grado de mantenimiento de la instalación, de tal forma que si no existe un mantenimiento preventivo deberíamos considerar el fallo **grave**.

Por último, para determinados tipos de emisión no acepta la posibilidad de introducir el valor de la tasa de escape de forma directa. Se debe a que una emisión, como en el caso de **líquido y vapor**, da lugar a dos zonas clasificadas y por tanto necesita el valor de las dos tasas de escape.

Como vamos a ver acto seguido, en función del tipo de emisión, van a aparecer diferentes ventanas en las que se solicitan datos. Como siempre, las celdas en color amarillo serán en las que hay que introducir algún valor, las verdes indicarán los resultados y las de color rojo dirán que la opción elegida no es válida o llamarán la atención sobre situaciones a tener en cuenta.

En el caso que se muestra a continuación, vemos que los resultados aparecen al final de la hoja. Es el caso particular del escape de un líquido que genera charco. Como no es posible conocer donde se situará el centro del charco, puesto que la fuga puede producir infinitos charcos, dependiendo de donde se sitúe el orificio de escape en la fuga, la forma geométrica vendría dada por la suma de las superficies de los mismos.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

A	B	C	D	E	F	G
4	CODIGO DE LA FUENTE DE ESCAPE	11	<b>ORIGEN</b>		ALMACEN	
5	SELECCIONAR EL TIPO DE EMISION		<b>LIQUIDO Y VAPOR</b>	FUENTE DE ESCAPE	<b>Escape por Brida</b>	
6	SUSTANCIA QUE PROVOCA LA EMISION		HEXANO		<b>TASA DE ESCAPE</b>	
7	<b>DATOS</b>		<b>DATOS</b>		<b>RESULTADOS</b>	
8	Presión Relativa (Pa)	400000	Tipo de Junta	Espiral	<b>LIQUIDO</b>	
9	Temperatura de la Sustancia °C	80	Longitud Junta (mm)		Tasa de Escape (Kg/s)	4,3932E-05
10	Temperatura Ambiente °C	50	Tipo de Fallo	Normal	Volumen ATEX (m <sup>3</sup> )	0,436053404
11	Ambiente	CERRADO	<b>Escape por válvulas</b>		Tiempo Perman. (min.)	244,37
12	Altura al suelo (m)	1,5	Diámetro		Distancia Peligrosa (m.)	0,363
13	Presión Atmosférica (Pa)	101300	Servicio		Grado de Ventilación	MEDIO
14	Eficacia de la Ventilación	1	<b>Escape por Válvula de Seguridad</b>		Grado de Escape	SECUNDARIO
15	Tipo de Suelo	NO POROSO	Tipo de Válvula		Disponibilidad Ventil.	BUENA
16	Disponibilidad de la Ventilación	BUENA	<b>Junta Estanquidad Bomba Cent.</b>		Tipo de Zona	ZONA 2
17	Tiempo de escape (seg.)	14400	Diámetro Arbol		Forma Geométrica	RECT.+SEMICIR.
18	Caudal Vent. Amb Cerrado (m <sup>3</sup> /seg)	1	Abrazadera			
19	Velocidad del aire (m/seg)	0,3				
20	Grado de Escape	SECUNDARIO	<b>Escape Compresor Alternati</b>			
21	Volumen Local Cerrado (m <sup>3</sup> )	200	<b>Escape Compresor Centrífugo</b>			
22	Forma geométrica del Vapor	CONO	Diámetro Eje		<b>GAS</b>	
23	Forma geométrica del Líquido Evaporado	RECT.+SEMICIR.	Tipo de Problema		Tasa de Escape (Kg/s)	2,19217E-05
24			Tipo de Junta		Volumen ATEX (m <sup>3</sup> )	0,253804762
25			<b>Escape por Conexiones</b>		Tiempo Perman. (min.)	254,74
26					Distancia Peligrosa (m.)	0,37
27					Grado de Ventilación	MEDIO
28	Superficie Local (m <sup>2</sup> )	20			Grado de Escape	SECUNDARIO
29	Altura Local (m.)	10			Disponibilidad Ventil.	BUENA
30			DIMENSIONES DE LA ZONA PARA EL CASO DE UN CHÁRCO DESDE LA VERTICAL DEL PUNTO DE FUGA Y EN AMBAS DIRECCIONES		Tipo de Zona	ZONA 2
31			A (m.)	56,75	Forma Geométrica	CONO
32			B (m.)	0,71	Radio (m.)	0,82
33			C (m.)	0,71	Altura (m.)	0,37
34			ALTURA (m.)	0,31		
35						

El valor del tiempo de escape vendrá definido por el tiempo que se tarda en detectar y detener la fuga. Cuando seleccionamos la forma geométrica en la zona de resultados, nos dirá si la selección es correcta o no. El volumen del local cerrado se calcula en función de la superficie y su altura.

En determinados casos, concretamente en la selección **depósitos de líquidos** o **superficies** del tipo de emisión, vemos que las columnas centrales desaparecen, ya que no tenemos que introducir datos de la fuente de escape, puesto que la tasa de escape la calcula directamente o la podemos introducir manualmente una vez realizados los correspondientes cálculos con la opción **ir a fórmulas**.

Por último y como se ha comentado, nos puede hacer la advertencia de que la zona clasificada, a pesar de dar unas determinadas dimensiones, debemos de considerar la de toda la superficie del local, con la altura que aparece como dato en la hoja de **clasificación zonas por presencia de líquidos y gases**.

En las dos siguientes imágenes podemos observar este detalle.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>DETERMINACION DEL TIPO Y EXTENSION DE ZONAS ATEX</b>						
2	ESTA HOJA DE CALCULO HA SIDO ELABORADA POR: <b>EMÉRITO NÓREZ AMADO</b>			TIPO VENTILACIÓN		<b>NATURAL</b>	
3	SEGÚN LA NORMA UNE 202007: 2006 IN			LOCALIZACIÓN FUENTE DE ESCAPE		PISTOLA	
4	CODIGO DE LA FUENTE DE ESCAPE <b>1</b>			ORIGEN		CABINA DE PINTURA	
5	SELECCIONAR EL TIPO DE EMISION			VAPOR		FUENTE DE ESCAPE	
6	SUSTANCIA QUE PROVOCA LA EMISION			MEZCLA4		<b>TASA DE ESCAPE</b> 2.250000E-09	
7	<b>DATOS</b>		<b>DATOS</b>		<b>RESULTADOS</b>		
8	Presión Relativa (Pa)	60000	Tipo de Junta		<b>VAPOR</b>	Tasa de Escape (Kg/tr)	0,000325
9	Temperatura de la Sustancia °C	22	Longitud Junta (mm)		Valumen ATEX (m <sup>3</sup> )		0,930261651
10	Temperatura Ambiente °C	22	Tipo de Falla		Tiempo Permean. (min.)		242,78
11	Ambiente	CERRADO	<b>Escape por válvula</b>		Distancia Poligrara (m.)		0,750
12	Altura alzueta (m.)	1,5	Diámetro		Grado de Ventilación		MEDIO
13	Presión Atmosférica (Pa)	101300	Servicio		Grado de Escape		PRIMARIO
14	Eficacia Ventilación	1	<b>Escape por Válvula de Seguridad</b>		Disponibilidad Ventil.		MUYBUENA
15			Tipo de Válvula				
16	Disponibilidad Ventilación	MUYBUENA			Tipo de Zona		ZONA1
17	Tiempo de Escape (trq)	14000	<b>Junta Estanqueidad Bombe Cont.</b>		Forma Geométrica		CONO
18	Caudal Vent. Amb Corrada (m <sup>3</sup> /trq)	17,7	Diámetro Arbol		Radio (m.)		1,09
19	Velocidad del aire (m/trq)	0,3	Abrazadera		Altura (m.)		0,750
20	Grado de Escape	PRIMARIO	<b>Escape Compresor Alternati</b>				LA ZONA OCUPA TODA LA SUPERFICIE DEL LOCAL
21	Valumen Local Corrada (m <sup>3</sup> )	560	<b>Escape Compresor Centrífuga</b>				
22	Forma Geométrica	CONO	Diámetro Eje				
23			Tipo de Problema				
24			Tipo de Junta				
25			<b>Escape por Conexiones</b>				
26							
27							
28	Superficie Local (m <sup>2</sup> )	80	Diámetro boquilla salida (m.)		0,005		
29	Altura Local (m.)	7					

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2	<b>CLASIFICACIÓN DE ZONAS POR IPRESENCIA DE GASES</b> POR CORRIENTA DE <b>EMERITO NÚÑEZ AMADO</b>															
3	<b>EMPRESA:</b>							<b>INSTALACIÓN:</b>							Dirección de referencia	
4	1	2	3	4	5	6		7	8			9	10	11	12	13
5	Puentes de escape				Sustancia inflamable			Ventilación			Emplazamiento peligroso					
6	M <sup>1</sup>	Descripción	Localización	Referencia <sup>2</sup>	Grado de Escape <sup>3</sup>	Temperatura y presión de operación tC Pa		Estado <sup>4</sup>	Tipo <sup>5</sup>	Grado <sup>6</sup>	Disponibilidad <sup>7</sup>	Tipo de Zona 0-1-2	Elevación de la zona m Horizontal Vertical (Radio)		Forma	Cualquier información, Observaciones
7	1	CABINA DE PINTURA	PISTOLA		F	22	60000	G	N	M	MB	ZONA 1	LA ZONA OCUPA TODA LA SUPERFICIE DEL LOCAL	0,012	CONO	

## 6 Clasificación de zonas

## 6.1 Clasificación de zonas con presencia de gases y vapores inflamables

Los cálculos correspondientes a la extensión y tipo de zona, se han hecho de acuerdo el Informe UNE 202007:2006 IN y que es guía de aplicación de la anterior norma UNE EN 60079-10.

La determinación del tipo de zona, se hace de acuerdo a la tabla que aparece en esta norma y que se incluye a continuación

Grado de escape	Ventilación						
	Grado						
	Alto		Medio			Bajo	
	Disponibilidad						
	Muy buena	Buena	Mediocre	Muy buena	Buena	Mediocre	Muy buena, Buena, Mediocre
Continuo	(zona 0 ED) No peligrosa <sup>1)</sup>	(zona 0 ED) Zona 2 <sup>1)</sup>	(zona 0 ED) Zona 1 <sup>1)</sup>	Zona 0	Zona 0 + zona 2	Zona 0 + zona 1	Zona 0
Primario	(zona 1 ED) No peligrosa <sup>1)</sup>	(zona 1 ED) Zona 2 <sup>1)</sup>	(zona 1 ED) Zona 2 <sup>1)</sup>	Zona 1	Zona 1 + zona 2	Zona 1 + zona 2	Zona 1 ó Zona 0 <sup>3)</sup>
Secundario <sup>2)</sup>	(zona 2 ED) No peligrosa <sup>1)</sup>	(zona 2 ED) No peligrosa <sup>1)</sup>	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e igual Zona 0 <sup>3)</sup>

1) Zona 0ED, 1ED ó 2ED indica una zona teórica despreciable en condiciones normales

2) La zona 2 creada por un escape de grado secundario puede ser excedida por las zonas correspondientes a los escapes de grado continuo o primario; en este caso debe tomarse la extensión mayor

3) Será zona 0 si la ventilación es tan débil y el escape es tal que prácticamente la atmósfera explosiva esté presente de manera permanente, es decir, es una situación próxima a la de ausencia de ventilación

NOTA "+" significa "rodeada por"

Como vemos en el cuadro anterior, el tipo de zona vendrá definido por el tiempo de permanencia de la atmósfera explosiva (grado de escape), la presencia de la ventilación (disponibilidad) y la eficacia de esta (grado), de tal forma que ante una misma situación de presencia de atmósfera explosiva, la ventilación es el factor que puede conseguir que la zona deje de ser peligrosa.

En ocasiones vemos que la zona principal se rodea de una suplementaria, por ejemplo “zona 0 + zona 2”. El significado de esta situación viene a decirnos que, un fallo en el sistema de ventilación, puede hacer que la extensión se amplíe en momentos puntuales, dando lugar a esa dualidad en el tipo de zona. Dado que la ocurrencia de dicha circunstancia no va a ser permanente, es por lo que se rebaja la clasificación de esta zona secundaria.

En esta situación, el procedimiento a seguir sería calcular de nuevo la extensión con un número de renovaciones de aire en el recinto o una velocidad del viento próxima a un valor nulo, aunque la experiencia nos puede decir que duplicando las dimensiones de la zona principal, no estaríamos muy alejados del resultado final realizando esa revaluación de la situación.

En general vemos que, cuando no hay un sistema que garantice el funcionamiento de la ventilación en tanto se está produciendo el escape, aparecerá esta zona suplementaria. Incluso en los casos de que esto no ocurra, cuando se produce un escape de tipo secundario, siempre nos aparecerá una zona 2. Cuando analicemos el caso de presencia de polvo, veremos que existen similitudes con lo anteriormente expuesto, en este caso se deberá fundamentalmente a la ausencia de limpieza en la instalación.

Volviendo al libro Excel, una vez realizado el cálculo correspondiente a la fuente de escape, iremos a la opción **clasificación zonas por presencia de líquidos y gases** del **menú principal**.

En cada una de las situaciones en las que se genera un escape, obtendremos los valores. Trasladaremos mediante la opción **copiar** los datos que aparecen en las

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

celdas con fondo blanco y utilizando **pegar valores** pasaremos el resultado a la fila correspondiente.

Observamos que las columnas A, B, C y D ya están rellenas y no permiten la escritura. Coinciden con lo ya seleccionado en tablas anteriores

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2	<b>CLASIFICACIÓN DE ZONAS POR PRESENCIA DE GASES</b> <small>DEL CORTESÍA DE A. EMÉRITO NÚÑEZ AMADO</small>															
3	EMPRESA:						INSTALACIÓN:						Dibujo de referencia			
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	Punto de escape			Sustancia inflamable		Ventilación			Emplazamiento peligroso						Dulger información, Observaciones	
6	FP	Descripción	Localización	Referencia	Grado de Escape a <sup>1</sup>	Temperatura y presión de operación °C P <sub>1</sub>	Estado *	Tipo <sup>2</sup>	Grado <sup>3</sup>	Disponibilidad <sup>4</sup>	Tipo de Zona 8-1-2	Estimación de la zona en Horizontal Radio		Vertical Altura	Forma	Dulger información, Observaciones
7	1	CABINA DE PINTURA	PISTOLA		P	22	30806	G	A	VI	NO	ZONA 1	180	0,758	CONO	
15	<b>SE COPIARÁN LAS CELDAS BLANCAS EN LA LINEA CORRESPONDIENTE MEDIANTE LA OPCIÓN PEGAR VALORES</b>															
16	<b>CLASIFICACIÓN DE ZONAS POR PRESENCIA DE GASES</b> <small>POR CORTESÍA DE A. EMÉRITO NÚÑEZ AMADO</small>															
17	EMPRESA: PINTURAS Y RECLAJES DEL ALUMINIO						INSTALACIÓN: CORDOBA						Dibujo de referencia			
18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
19	Punto de escape			Sustancia inflamable		Ventilación			Emplazamiento peligroso						Dulger información, Observaciones	
20	FP	Descripción	Localización	Referencia	Grado de Escape a <sup>1</sup>	Temperatura y presión de operación °C	Estado *	Tipo <sup>2</sup>	Grado <sup>3</sup>	Disponibilidad <sup>4</sup>	Tipo de Zona 8-1-2	Estimación de la zona en Horizontal Radio		Vertical Altura	Forma	Dulger información, Observaciones
21	1	CABINA DE PINTURA	PISTOLA	1	P	22	30806	G	A	VI	NO	ZONA 1	180	0,758	CONO	

En algunos casos es bastante probable que en la forma geométrica aparezcan unos valores de altura, radio etc. que parecen poco congruentes, y como hemos visto anteriormente en la hoja aparecerá una advertencia.

Ello implica que habría que rehacer los cálculos para determinar las dimensiones de la zona. En la opción de **clasificación zonas por presencia de líquidos y gases** del menú

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

**principal** este nuevo cálculo aparece de forma automática, como ya se ha comentado anteriormente, por lo que no hay que realizar ninguna actuación extraordinaria.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS POR PRESENCIA DE GASES <small>POR CORTESÍA DE D. EMERITO HÓRREZ AMADO</small>													Dibujos de referencia	
EMPRESA:						INSTALACIÓN:								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Fuentes de escape			Sustancia inflamable			Ventilación			Emplazamiento peligroso					
Nº	Descripción	Localización	Referencia <sup>a</sup>	Grado de Escape <sup>b</sup>	Temperatura y presión de operación SC Pa	Estado <sup>c</sup>	Tipo <sup>d</sup>	Grado <sup>e</sup>	Disponibilidad <sup>f</sup>	Tipo de Zona 0-1-2	Energía de la zona m Horizontal Radio	Vertical Altura	Forma	Cualificar información Observaciones
1	CARNA DE PINTURA	PISTOLA		F	35 80000	L	A	M	B	ZONA 1 + ZONA 2	30,66*13,49	0,134	RECT+SEMICR.	La zona puede alcanzar toda la superficie del local hasta una altura de 3,03

Las formas geométricas vienen determinadas por el tipo de emisión. Si se selecciona una geometría incorrecta el dato aparecerá en rojo y no dará valores de las dimensiones de la zona, aunque si lo hará de los resultados de tasa de escape, volumen atex etc. Se da por tanto la opción de que el técnico que realiza el informe, partiendo de esos valores, puede determinar otras formas y dimensiones de la geometría de la zona.

Como se ha comentado anteriormente, se han realizado las determinaciones del volumen de atmósfera explosiva generada en función de las tasas de escape producidas en cada una de las situaciones en las que se provoca la emisión de vapores a un ambiente. Los valores obtenidos, se trasladan a la hoja **clasificación zonas por presencia de líquidos y gases**.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

CLASIFICACIÓN DE ZONAS POR PRESENCIA DE GASES POR CORTESÍA DE @EMÉRITO NÚÑEZ AMADO															
EMPRESA: PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO S.A.					INSTALACIÓN:			CORDOBA							Dibujos de referencia
1	2	3	4	5	6		7	8			9	10	11	12	13
Fuentes de escape			Sustancia inflamable				Ventilación				Emplazamiento peligroso				
NR	Descripción	Localización	Referencia <sup>a</sup>	Grado de Escape <sup>b</sup>	Temperatura y presión de operación °C Pa	Estado <sup>c</sup>	Tipo <sup>d</sup>	Grado <sup>e</sup>	Disponibilidad <sup>f</sup>	Tipo de Zona O-1-2	Extensión de la zona m Vertical	Horizontal (Radio)	Forma	Cualquier información. Observaciones	
1	CABINA DE PINTURA	PISTOLA	1	P	22	60000	G	N	M	MB	ZONA 1	LA ZONA OCUPA TODA LA SUPERFICIE DEL LOCAL	0,012	CONO	
2	CABINA DE PINTURA	VEHICULO	1	C	60	60000	GL	A	M	MB	ZONA 0	LA ZONA OCUPA TODA LA SUPERFICIE DEL LOCAL	0,022	PARALEPIPEDO	
3	CABINA DE PINTURA	PISTOLA	1	S	22	1	L	N	A	MB	ZONA 2 (ED)	0,79+0,58	0,016	RECT.+SEMICIR.	
4	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	3	P	22	1	L	N	A	MB	ZONA 1 (ED)	RADIO CILINDRO 0,13	0,004	CILINDRO	
5	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	3	S	22	1	L	N	A	MB	ZONA 2 (ED)	0,79+0,75	0,010	RECT.+SEMICIR.	
6	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	2	P	22	1	L	N	A	MB	ZONA 1 (ED)	RADIO CILINDRO 0,14	0,009	CILINDRO	
7	CABINA DE PINTURA	RECIPIENTE	2	S	22	1	L	N	A	MB	ZONA 2 (ED)	0,80+0,83	0,019	RECT.+SEMICIR.	
8	INSTALACION GAS	ELECTROVALVULA	4	S	22	20000	G	N	A	B	ZONA 2 (ED)	RADIO CONO 0,53	0,281	CONO	
9	INSTALACION GAS	VALVULA DE CORTE	4	S	22	20000	G	N	A	B	ZONA 2 (ED)	RADIO CONO 0,53	0,281	CONO	
10	INSTALACION GAS	BRIDA DE CONEXIÓN	4	S	22	20000	G	N	A	B	ZONA 2 (ED)	RADIO CONO 0,43	0,169	CONO	

**a** Referencia producto de la lista 1  
**b** C - Continuo; P - Primario S - Secundario  
**c** G - Gas L - Líquido GL - Gas Licuado S - Sólido  
**d** N - Natural A - Artificial  
**e** A - Alto M - Medio B - Bajo  
**f** MB - Muy Buena B - Buena M - Mediocre o Mala

## 6.2 Clasificación de zonas con presencia de polvo y fibras combustibles

Para la determinación del tipo y extensión de zonas se ha tenido en cuenta lo indicado en la norma UNE EN 60079-10-2.

En general, cuando existen emisiones de polvo, será fundamentalmente la presencia de capa de polvo la que determine la extensión de la zona clasificada. La zona 20 la ubicaremos en el interior de los equipos donde existe un movimiento continuo de partículas y la zona 21 la situaremos en los alrededores de las diferentes fuentes de escape que, bien por tareas de control o mantenimiento o bien por fugas que se puedan generar en la instalación, puedan dar lugar a emisiones de polvo en cantidad suficiente como para generar una concentración explosiva. En definitiva, el tiempo de emisión en este caso, va a determinar la presencia de este tipo de zona, que habitualmente tendrá una extensión de 1 metro en vertical en dirección al suelo o al nivel de una superficie sólida, desde el punto donde se genera el escape.

En el caso de instalaciones en el exterior, esta dimensión puede modificarse en función, como es lógico, de las condiciones meteorológicas, tanto a favor como en contra.

La extensión va a venir determinada por la presencia de la capa de polvo, de tal forma que, aun cuando la vigente norma UNE EN 60079-10-2 establece unas dimensiones de 3 metros más allá de la zona 21, también cabe señalar, que se ampliará a todos aquellos puntos donde aparezca esta capa de polvo.

Entendamos que capa de polvo significa, acumulación de partículas de menos de 500 micras de diámetro y cuyo espesor sea superior a 0,5 milímetros (500 micras). La dispersión de las partículas en esas condiciones, puede generar concentraciones a 1 metro de altura de entre 3 a 5 veces la concentración mínima explosiva (CME) de la mayoría de las sustancias.

En este caso, por tanto, no hay que realizar ningún tipo de cálculo, siendo los valores de zona y dimensiones los estimados en base a la observación del lugar clasificado.

Hay una serie de celdas que no permiten escritura, dado que son datos que se han importado de los introducidos anteriormente.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS POR PRESENCIA DE POLVO												
POR CORTESÍA DE © EMERITO HÓREZ AHADO												
EMPRESA:		PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO INSTALACIÓN: CORDOBA										
1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13		
Fuentes de escape		Sustancia Inflamable			Ventilación	Emplazamiento peligroso						
Nº	Descripción	Localización	Referencia	Nombre	Tipo*	Tipo de Zona 20-21-22	Extensión de la zona m Vertical Horizontal		Referencia	Cualquier información. Observaciones		
1	INTERIOR MOLINO	MOLINO	1	ALUMINIO	N	20	INTERIOR MOLINO					
2	ZONA MOLIENDA	SUPERFICIE DE LA ZONA	1	ALUMINIO	N	22	TODA LA SUPERFICIE					
3	SALIDA MOLINO	CINTA	1	ALUMINIO	N	21	0,9	1,1				
4	CONTENEDOR	CONTENEDOR	1	ALUMINIO	N	21	2,5	2,5				
a	Referencia producto lista											
b	N - Natural A - Artificial											

## **El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda**

En las columnas referencia y observaciones, podemos introducir las correspondientes a fotos, planos o cualquier otro dato que contribuya a identificar la zona y su extensión o a clarificar lo reflejado en esta hoja.

## 7 Evaluación de riesgos

De acuerdo con las características de las instalaciones y las sustancias utilizadas en los procesos objeto de análisis, y que han sido descritas en el apartado precedente, se ha aplicado un método sistemático para determinar de forma cualitativa los eventuales riesgos de explosión.

Para ello, se han analizado en cada instalación de forma individual, los diferentes elementos que la componen, y para cada uno de ellos la influencia de los factores que determinan la aparición de riesgos de explosión.

Para que exista este riesgo, es necesario que se den simultáneamente:

- Presencia de sustancias inflamables con un elevado grado de dispersión.
- Concentración en oxígeno de las sustancias inflamables dentro de sus límites de explosividad.
- Presencia de una cantidad peligrosa de atmósfera explosiva.
- Presencia de una fuente de ignición efectiva.

La presencia o formación de una atmósfera explosiva se pondrá de manifiesto en diferentes circunstancias, que habrá que valorar.

Por otra parte, la presencia de fuentes de ignición también será objeto de estudio. En el caso de que el análisis realizado manifieste que no se dan las circunstancias arriba enumeradas, no será necesario adoptar medidas adicionales de protección contra explosiones, ya que no existiría tal riesgo.

En el supuesto contrario, es decir, cuando efectivamente se dan dichas circunstancias y en consecuencia hay riesgo de explosión, será necesario evaluar la probabilidad y posibles consecuencias de la misma, así como adoptar medidas adicionales de protección contra explosiones.

En general podemos determinar que la coexistencia de concentración suficiente en el ambiente de material inflamable y la presencia de fuentes eficaces de ignición, serán las que determinarán la probabilidad de inflamación de la mezcla.

La publicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, que da lugar al Real Decreto 400/1996, supone la realización de una evaluación de la seguridad que ofrecen los equipos que van a ubicarse en las diferentes zonas clasificadas, de ahí la relación que ha venido existiendo entre la categoría del equipo y el tipo de zona.

Como veremos más adelante, cuando se analice el marcado de los equipos para definir el modo de protección, es necesario no sólo valorar por una parte el nivel de seguridad que ofrecen los mismos, sino que habría que tener en cuenta las consecuencias que pueden generarse en caso de que se conviertan en fuente de inflamación de la atmósfera explosiva.

La evaluación de riesgos de una zona clasificada, vendrá dada por tanto por la probabilidad de que la fuente de ignición aparezca, pero también por las consecuencias que se van a generar cuando aparece esa fuente de ignición y es, al mismo tiempo, efectiva. En definitiva, lo mismo que hacemos para valorar la seguridad que ofrecen los equipos, en el caso del marcado, tendremos en cuenta también las diferentes fuentes de ignición que pueden aparecer en un determinado recinto y sus consecuencias, bien entendido que estas, pueden afectar a las

personas, a las instalaciones o simultáneamente a ambas. Por tanto las consecuencias deben ser valoradas globalmente.

Es importante resaltar la diferencia que presenta la evaluación de riesgos cuando existe o puede existir una atmósfera explosiva, de la que se realiza en una instalación o en un puesto de trabajo.

El riesgo en el primer caso, lo genera la coexistencia en una situación de los factores que originarían la inflamación, mientras que en el segundo caso valoramos las carencias de la instalación o las operaciones que realiza el trabajador.

Un ejemplo clarificador nos sirve para establecer esta diferencia.

No valoramos la probabilidad de que alguien haga una operación de soldadura en una zona clasificada, que en buena lógica sería **baja**, lo que valoramos es la coexistencia de la fuente de ignición (equipo de soldadura) junto con la presencia de vapores inflamables (atmósfera explosiva) dando un resultado **alto** para este caso.

Esa misma coexistencia, en función de que ya existan unas medidas correctoras adecuadas al riesgo, hará que la valoración final vaya disminuyendo en relación con la efectividad de la medida adoptada, en tanto que si no existe ninguna medida tomada o la medida adoptada no es efectiva en el momento de la valoración, el nivel de riesgo pasará a ser **alto**.

Otro ejemplo nos ayuda a comprender este concepto.

Si la fuente de ignición viene provocada por la generación de electricidad estática por la utilización de un vestuario y calzado inadecuado, si se comprueba que los trabajadores usan ropa y calzado antiestático hará que, la probabilidad sea **remota o improbable**.

Por el contrario el uso de un vestuario inadecuado en el momento de realizar la valoración, dará lugar a una probabilidad **ocasional o probable**, si la medida correctora no se toma y perdura en el tiempo.

El sistema de evaluación utilizado es el método RASE por ser más adecuado, ya que es una metodología cuyo objetivo es reducir o minimizar el riesgo en la utilización de los equipos en presencia de una atmósfera inflamable, de acuerdo a la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas. Se podrían aconsejar otras metodologías, pero al ser esta concebida para este fin concreto, es la que se propone. La terminología utilizada, por tanto, se corresponde con la que propone el propio método, pudiendo existir alguna variación con respecto a otros métodos de evaluación conocidos.

Para restar subjetividad a la interpretación de los parámetros que van a dar lugar a un nivel de riesgo, introducimos unas tablas intermedias que nos ayudan a definir tanto la probabilidad como las consecuencias, en consonancia con el concepto EPL (Equipment Protection Level) propuesto por la norma UNE-EN 60079-26, como sistema alternativo a los métodos habituales de selección de los materiales Ex.

Contrariamente a lo que se podría pensar, las consecuencias de una explosión no tienen que ser siempre graves, puesto que van a influir en su resultado, tanto los

daños humanos ocasionados como los materiales. Un volumen pequeño de atmósfera explosiva, en una zona remota sin presencia de equipos significativos, va a dar lugar a unas consecuencias despreciables, mientras que la misma situación en un lugar con presencia de trabajadores de forma continua puede dar lugar a unas consecuencias catastróficas.

El sistema de evaluación utilizado es el método RASE (Risk Assessment of Unit Operations and Equipment).

Para determinar el nivel de riesgo se consideran dos factores:

- La **probabilidad** de que se materialice un evento.
- Las **consecuencias** que ello tendría.

La **probabilidad** de que se materialice un evento puede ser:

### PROBABILIDAD DE LA SITUACIÓN

#### FRECUENTE:

- Ocurre continuamente.

#### PROBABLE:

- Ocurre varias veces en la vida del sistema

#### OCASIONAL:

- Ocurre alguna vez en la vida del sistema.

#### REMOTO:

- Improbable, pero podría ocurrir en la vida del sistema

#### IMPROBABLE:

- Es muy improbable, por lo que puede que no se produzca nunca.

Los parámetros anteriores, como ya hemos comentado, pueden identificarse de forma subjetiva o por el contrario de forma objetiva mediante la metodología propuesta por el método de William T. Fine y usada por la NTP 330 para la estimación de estos valores.

En función del tiempo de permanencia de la atmósfera explosiva (o lo que es lo mismo, del tipo de zona) y la efectividad de la medida correctora tomada con respecto a la presencia de la fuente de ignición efectiva, obtendríamos la probabilidad de que la situación llegue a concretarse en un riesgo real.

Para el nivel de riesgo, asimilable a la duración de la atmósfera explosiva, definimos valores de 3 a 1, siendo 3 la situación más desfavorable en cuanto al número de horas de permanencia (zonas 0 o 20) y 1 la más favorable (zonas 2 o 22).

En cuanto a la efectividad de la medida correctora que se ha tomado o que se puede tomar para atenuar los efectos de la fuente de ignición, damos los valores de 10, 6 y 2.

Como es lógico, en primer lugar se tendría que haber realizado la determinación del tipo de zona, siguiendo un orden diferente al establecido por el Real Decreto 681/2003 y la NTP 826, ya que, de no haber sido así, se podría incurrir en errores importantes, en cuanto a considerar una probabilidad de inflamación de la mezcla, no coincidente con la situación realmente generada por la emisión, o simplemente la consideración de un área clasificada, cuando realmente el procedimiento de determinación de la zona según la norma UNE-EN 60079-10-1, daría el resultado de una superficie o un volumen de extensión despreciable o inexistente.

El hecho de la determinación de zona, como primer paso para reducir el riesgo de la inflamación de la mezcla en el aire, es la oportunidad que nos ofrece este Real Decreto, de conocer cuando tenemos verdaderamente una situación de riesgo (clasificación de zonas), a diferencia de todas aquellas normas, que se han promulgado con la aparición de la Ley 31/95.

Ocurre igual, cuando el R.D. 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, nos habla en el punto 7 del Anexo 1, de que se entiende por una “situación de riesgo grave e inminente”.

Son por tanto normativas que definen claramente, algo que en la propia Ley, no queda precisado. Por tanto, el buen prevencionista no debe dejar pasar esta oportunidad, dando paso a la subjetividad en lugar de la objetividad. Pensando o imaginando qué puede pasar cuando una sustancia escapa al ambiente, sobre todo cuando tiene medios para comprobarlo, bien sea a través de fórmulas, o directamente, si no sea fía de los resultados obtenidos en aquellas, a partir de comprobaciones mediante aparatos de medida.

No es lógico pensar que un buen higienista, haga las verificaciones de la concentración de un contaminante haciendo uso de su olfato exclusivamente o del nivel de ruido a través de lo que perciba por su oído, cuando dispone de equipos precisos para determinar correctamente los valores existentes en un ambiente de trabajo.

La clasificación de zonas no sólo nos indica si existe o no riesgo, sino lo que es más importante **SU DIMENSIÓN**.

La norma UNE-EN 1127-1, que como veremos, es la que nos sirve de base para la identificación de la presencia y eficacia de la fuente de ignición, nos recomienda en un primer paso, la comparación de la capacidad de la fuente de ignición para provocar la misma, con las propiedades de la sustancia inflamable en lo que se refiere a su energía mínima de ignición y temperatura de auto inflamación en el caso de gases o temperatura de inflamación en capa en el caso de polvo, de tal forma que si la capacidad de la fuente no supera los parámetros anteriormente comentados, no se tendrá en cuenta.

En definitiva, no sólo se debe identificar la presencia de las previsible fuentes de ignición presentes en el lugar de la emisión, sino que además se tendrá en cuenta su eficacia, en cuanto a lo que significa provocar la inflamación de la mezcla.

Para la determinación del segundo grupo de parámetros necesarios para establecer la matriz, podríamos seguir el procedimiento que dicha norma propone, que consiste ni más ni menos en valorar, por una parte, la probabilidad de aparición de presencia de la fuente de ignición motivada por causas ajenas al mal funcionamiento de los equipos y por otro lado esa misma aparición generada por esta última causa.

Esto nos vendría a dar 2 matrices diferenciadas, que podríamos resumir en una sola, tal y como proponemos, cuyo segundo grupo de parámetros, vendría dado por la eficacia de la medida correctora tomada frente a la presencia de la fuente

Por otra parte, tendremos en cuenta que cuando la fuente de ignición no esté presente, no la tendremos en consideración, aunque en determinados casos, como pueden ser operaciones de mantenimiento o limpieza, se pueden introducir fuentes de ignición que no se encuentran presentes en funcionamiento normal. Un ejemplo podrían ser las operaciones de soldadura o la utilización de herramientas manuales, tanto accionadas por energía eléctrica como por la fuerza humana.

A este respecto la referida norma en su anexo A establece las limitaciones de uso de las herramientas en función del tipo y de la zona donde se pretende utilizarlas.

De la misma forma, los equipos utilizados para la limpieza, deben cumplir los mismos requisitos de seguridad que el resto del material utilizado en la zona. No sería admisible la presencia de un equipo de aspiración portátil que no se encuentre certificado para efectuar la limpieza de una determinada zona de trabajo, puesto que el propio equipo podría ocasionar la inflamación de la mezcla. Las medidas correctoras en función de la fuente de ignición vienen dadas en su gran mayoría por la propia norma, como veremos más adelante cuando hagamos referencia a la planificación de las medidas correctoras.

La siguiente tabla, nos facilita las 13 fuentes de ignición consideradas por la norma UNE-EN 1127-1 que pueden considerarse en cualquier ambiente de trabajo, independientemente de que se trate de presencia de polvo, fibras, gases o vapores.

Fuentes de ignición		Presencia	Eficiencia
	Superficies calientes	SI/NO	SI/NO
	Llamas y gases calientes	SI/NO	SI/NO
	Chispas de origen mecánico	SI/NO	SI/NO
	Material eléctrico	SI/NO	SI/NO
	Corrientes parásitas	SI/NO	SI/NO
	Electricidad estática	SI/NO	SI/NO
	Rayo	SI/NO	SI/NO
	Radiofrecuencia	SI/NO	SI/NO
	Ondas electromagnéticas	SI/NO	SI/NO
	Radiación ionizante	SI/NO	SI/NO
	Ultrasonidos	SI/NO	SI/NO
	Compresión adiabática	SI/NO	SI/NO
Reacciones exotérmicas	SI/NO	SI/NO	

Por tanto y de acuerdo a lo anterior, se puede asimilar el que una medida correctora no efectiva, va a generar que la fuente de ignición se encuentre presente de forma constante o frecuente y además, para el caso de equipos, va a aparecer en funcionamiento normal. De la misma forma, una medida correctora efectiva sobre la fuente de ignición, hará que esta aparezca de forma rara y para el caso de los equipos, sólo aparezca en casos de mal funciones raras. De esta forma resumiremos la doble matriz propuesta por la norma, a una sola, quedando definida de la siguiente forma.

EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA CORRECTORA SOBRE LA FUENTE DE IGNICIÓN	DURACION ATMÓSFERA EXPLOSIVA	MÁS DE 1000 HORAS	ENTRE 10 Y 1000 HORAS	MENOS DE 10 HORAS
	NO EFECTIVA	FRECUENTE	FRECUENTE	PROBABLE
	EFFECTIVIDAD DUDOSA	PROBABLE	PROBABLE	OCASIONAL
	EFFECTIVA	OCASIONAL	REMOTO	IMPROBABLE

Para la determinación de las consecuencias, vamos a recurrir igualmente a una valoración de las mismas restando toda la subjetividad posible.

El método RASE establece 4 niveles de consecuencias que podemos ver en la tabla que se muestra a continuación, donde por una parte valora los daños humanos y por otra los daños materiales.

En el caso de los daños humanos, si lo trasladamos al caso de un accidente de trabajo, las consecuencias **catastróficas** quedan definidas como el accidente mortal. Las **mayores**, las podríamos asimilar a los accidentes que dejan algún tipo de secuela permanente en quien lo sufre. Las **menores** en aquellos accidentes que causan baja laboral y por último las **despreciables** las identificaríamos con los incidentes.

Las **consecuencias** generadas por una explosión se pueden clasificar en:

## CONSECUENCIAS GENERADAS

### CATASTRÓFICO:

- Muerte o pérdida de la instalación.

### MAYOR:

- Daños severos en personas (accidente o enfermedad) o instalaciones.

### MENOR:

- Daños menores en personas (accidente o enfermedad) o instalaciones.

### DESPRECIABLE:

- Daños mínimos en personas o instalaciones.

En principio sería fácil determinar las consecuencias si sólo intervinieran los daños ocasionados a las personas, pero hay un segundo componente, las instalaciones, que hacen más compleja la valoración de las mismas. Intervienen además el tiempo de presencia de la persona en el lugar donde se genera la emisión y la existencia de instalaciones que puedan quedar deterioradas en caso de producirse la inflamación de la mezcla.

Para definir de forma igualmente objetiva el valor de las consecuencias, nuevamente recurriremos a una tabla de doble entrada, donde por una parte tendremos en cuenta el daño producido a las instalaciones y de otro, los ocasionados a los trabajadores, dando lugar la valoración de ambos, a un nivel de consecuencias.

Para valorar el daño a las instalaciones, tendremos en cuenta no sólo la presencia de las mismas en la zona donde ocurre el suceso, sino la gravedad de los mismos. Ausencia de instalaciones en la zona afectada por la explosión, implicaría un valor

mínimo (10), mientras que el valor máximo (100) lo asimilaríamos a la destrucción completa de las instalaciones.

La gravedad de los daños humanos, al igual que en el caso anterior, por una parte van a ir en función de la posible presencia de personas en la zona donde se produce la inflamación y de otro lado por las lesiones que la persona o las personas puedan sufrir.

A medida que la presencia es más alta, existen más posibilidades de sufrir un daño y este será tanto mayor cuanto más próximo se encuentre a la zona afectada (valor 100). Por el contrario, una presencia rara de trabajadores en la zona, va a dar lugar a una valoración baja (10).

No obstante hay que tener en cuenta en lo anterior, que esa presencia debe darse en el momento de generación de la atmósfera explosiva, que no tiene nada que ver con el tipo de zona generada en la clasificación.

Un ejemplo nos ayuda a comprender este aspecto. Una operación de mantenimiento en una zona clasificada, donde previamente se han tomado las medidas necesarias para evitar la aparición de una atmósfera explosiva, nos llevaría a adoptar un valor bajo de exposición (10), mientras que la presencia de un trabajador fijo en la zona con un funcionamiento normal de la instalación, daría lugar a un valor más alto (60 o tal vez 100).

El resultado sería una tabla como la que aparece a continuación y que nos podría servir como orientación en la toma de la decisión acertada. La NTP 876 da una estimación directa de la severidad de la explosión y aunque tiene en cuenta lo anterior, no facilita un procedimiento de estimación de la misma.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

		DAÑO INSTALACIONES			
		100	60	25	10
EXPOSICIÓN	100	CATASTROFICO	CATASTROFICO	CATASTROFICO	MAYOR
	60	CATASTROFICO	MAYOR	MAYOR	MAYOR
	25	CATASTROFICO	MAYOR	MENOR	MENOR
	10	MAYOR	MAYOR	MENOR	DESPRECIABLE

En función de todo lo anterior, el criterio para definir el nivel de riesgo de un evento en función de la probabilidad de que la situación tenga lugar y de las consecuencias que ello genera, sería la siguiente:

Probabilidad	Consecuencias			
	Catastrófico	Mayor	Menor	Despreciable
Frecuente	A	A	A	C
Probable	A	A	B	C
Ocasional	A	B	B	D
Remoto	A	B	C	D
Improbable	B	C	C	D

Se obtienen como vemos 4 niveles de riesgo, cuya interpretación es la que vemos en la tabla siguiente. Si la evaluación se ha realizado de forma correcta, deberían por tanto estar en consonancia estos niveles con el tiempo de presencia humana en la zona clasificada, los equipos afectados y el tipo de zona generada.

La identificación de los diferentes niveles de riesgo, es la que aparece en la siguiente tabla:

Nivel de riesgo	Significado	Consecuencias
A	Intolerable	La instalación no está en condiciones de uso seguro. Es absolutamente indispensable adoptar medidas de protección adicionales.
B	Intervenido	La instalación se puede usar, pero se deben adoptar medidas de protección contra explosión.
C	Tolerable	La instalación se puede usar, pero sería aconsejable la adopción de medidas de protección adicionales.
D	Despreciable	No es necesario adoptar medidas adicionales.

Una vez realizada la clasificación de zonas, procede realizar la evaluación de riesgos. Para ello accederemos a través del **menú principal** a la opción **evaluación gases**.

Observamos que las diferentes fuentes de escape ya se encuentran identificadas. Como siempre, comprobaremos que hay una serie de celdas donde no se permite la escritura. La primera donde podemos capturar datos es la columna de **localización**, en ella, seleccionaremos si la situación se genera en el interior del equipo, en el exterior, o se debe a fallos de mantenimiento.

Cada una de las fuentes de ignición identificadas las iremos evaluando en función de la previsible fuente de ignición que pueda aparecer, teniendo en cuenta que la presencia de cada una de ellas puede venir motivada por una o varias causas. Cada una de estas causas la valoraremos de forma independiente.

Identificaremos la medida correctora adecuada para reducir el nivel de riesgo de la situación y conforme a lo que ya se ha visto anteriormente, estableceremos la probabilidad de que se genere la inflamación de la mezcla explosiva.

Valoraremos las consecuencias que se puedan generar en caso de accidente y comprobamos que el nivel de riesgo se ha generado automáticamente.

## 7.1 Instalaciones con presencia de gases y vapores

INSTALACIONES CON PRESENCIA DE LÍQUIDOS, GASES O VAPORES							
EVALUACIÓN DE RIESGOS							
POR CORTESÍA DE © EMÉRITO NÚÑEZ AMADO							
EMPRESA		PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO		INSTALACIÓN		CORDOBA	
ORIGEN		CABINA DE PINTURA					
EQUIPO		PISTOLA		OCURRENCIA		OPERACIÓN DE PINTADO	
Nº	LOCALIZACIÓN	FUENTE IGNICION	CAUSA	MEDIDA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	NIVEL DE RIESG
1	Exterior	Superficies Calientes	Vehiculo con el motor caliente	Dejar tiempo de enfriamiento suficiente	Probable	Catastrófico	A
1	Exterior	Material eléctrico	Presencia de radio en la instalación	Prohibición de presencia de radio en el interior de la	Ocasional	Catastrófico	A
1	Exterior	Material eléctrico	Instalación eléctrica no adecuada al tipo de zona	Adecuar material eléctrico al tipo de zona	Improbable	Catastrófico	B
1	Exterior	Material eléctrico	Utilización de teléfono móvil	Prohibición de utilización de teléfono móvil	Ocasional	Catastrófico	A
1	Exterior	Corrientes parásitas	Ubicación inadecuada del sistema de P.A.T.	Separar por distancia los diferentes sistemas de P.A.T-	Improbable	Catastrófico	B
1	Exterior	Electricidad estática	Vestuario inadecuado	Utilizar ropa y calzado antiestático	Improbable	Catastrófico	B
1	Exterior	Electricidad estática	Puesta a tierra inadecuada del vehículo	Instrucciones de trabajo	Improbable	Catastrófico	B
1	Mantenimiento	Electricidad estática	Valor de la P.A.T- de la cabina elevado	Comprobación periódica resistencia de P.A.T	Improbable	Catastrófico	B

Las diferentes tablas de las zonas generadas por las fuentes de escape que hemos considerado, se copiarán en este apartado del documento Word.

Para la evaluación por presencia de polvo, la sistemática de trabajo será la misma en cada una de las diferentes fuentes de escape. En este caso, accederemos mediante la opción **evaluación polvo** del **menú principal**.

## 7.2 Instalaciones con presencia de polvo combustible

INSTALACIONES CON PRESENCIA DE POLVO O FIBRAS COMBUSTIBLES							
EVALUACIÓN DE RIESGOS							
POR CORTESIA DE ©EMÉRITO NÚÑEZ AMADO							
EMPRESA	PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO	INSTALACIÓN		CORDOBA			
ORIGEN	INTERIOR MOLINO						
EQUIPO	MOLINO		OCURRENCIA	TRITURACION			
Nº	LOCALIZACION	FUENTE IGNICION	CAUSA	MEDIDA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	NIVEL DE RIESGO
1	Exterior	Chispas de origen mecánico	Presencia de piedras en el material a triturar	Cribado previo del material	Improbable	Mayor	C
1	Interior	Material eléctrico	Material eléctrico no adecuado al tipo de instalación	Adecuación material electrico al tipo de zona	Improbable	Mayor	C
1	Exterior	Corrientes parásitas	Corrientes de retorno generadas por presencia de	Verificación independencia eléctrica de sistemas	Improbable	Mayor	C
1	Interior	Llamas y gases calientes	Realización de operaciones de mantenimiento en	Protocolo y permiso de trabajo para estas operaciones	Improbable	Catastrófico	B
1	Interior	Chispas de origen mecánico	Realización de operaciones de mantenimiento en	Protocolo y permiso de trabajo para estas operaciones	Improbable	Catastrófico	B
1	Interior	Electricidad estática	Vestuario y calzado inadecuado	Utilización de vestuario y calzado con propiedades	Improbable	Catastrófico	B



## 8 Planificación de la prevención

De acuerdo al R.D. 681/2003 estableceremos que las medidas correctoras las podemos subdividir en dos grandes grupos:

- **Medidas técnicas:** son aquellas que impiden la formación de atmósferas explosivas, evitan su posible ignición o atenúan los efectos de eventuales explosiones hasta asegurar la salud y seguridad de los trabajadores.
- **Medidas organizativas:** mediante las mismas se define la estructuración del trabajo, de forma que no se pueda exponer a los trabajadores a riesgos de explosión.

Las medidas correctoras siempre se adoptarán siguiendo el siguiente orden de prioridad:

- Medidas para prevenir la formación de atmósferas explosivas.
- Medidas para prevenir la presencia de fuentes de ignición efectivas.
- Medidas para la limitación de los efectos de explosiones.
- Medidas de control de procesos.
- Medidas organizativas para la protección contra explosiones.

Las medidas de tipo técnico las subdividiremos a su vez en medidas de prevención y medidas de protección.

Las dos primeras, prevención de la formación de atmósferas explosivas y la limitación de la presencia de fuentes de ignición efectivas, coincidirían con las medidas de prevención, en tanto que la reducción de los efectos y el control de procesos, se corresponderían con las medidas de protección

En general deben de primar las primeras sobre las segundas, ya que la reducción del riesgo debe de anteponerse a la protección.

Un tercer grupo se corresponderían con las medidas de carácter organizativo, cuyo fin fundamental es paliar las carencias o limitaciones que presentar las anteriores.

La prevención de formación de atmósfera explosiva la lograremos suprimiendo o reduciendo la cantidad de sustancia presente en el ambiente, sustituyendo por ejemplo líquidos inflamables por otros que no lo son, aumentando el tamaño de partícula por encima de las 500 micras, limitando las concentraciones por debajo de los mínimos explosivos o por el contrario garantizando niveles por encima del máximo considerado como explosivo.

La prioridad se establecerá en función del nivel de riesgo aunque no existe una relación de prioridad y plazo de ejecución. Todo va a depender de la complejidad de la puesta en marcha de la medida correctora. Así por ejemplo, medir la resistencia de una puesta a tierra puede tener un plazo de ejecución más corto que renovar el sistema de puesta a tierra, aun cuando la urgencia de esta última, sea mayor que la primera.

## 8.1 Medidas técnicas

### 8.1.1 Medidas de prevención de atmósferas explosivas

La prevención de atmósferas explosivas peligrosas siempre se antepone a cualquier otro tipo de medida de protección contra explosiones.

Se pueden destacar los siguientes tipos de medidas:

- Eliminación de las sustancias inflamables presentes en los procesos
- Limitación de las concentraciones de sustancias inflamables
- Inertización
- Prevención o reducción de la formación de atmósferas explosivas en las inmediaciones de las instalaciones
- Eliminación de posibles depósitos de polvo
- Utilización de aparatos detectores o avisadores de gas

Dentro de este apartado, se pueden incluir medidas como la mejora de la ventilación, la limpieza sistemática a través de instrucciones de trabajo que garanticen la no formación de capas de polvo, la utilización de detectores de gas enclavados con los sistemas de ventilación, de tal forma que se pueda aumentar el nivel de la disponibilidad de la ventilación. Por supuesto, en los sistemas de contención, siempre y cuando el proceso lo permita, recurrir a la inertización o a garantizar concentraciones por encima del LSE en el interior del sistema de forma permanente.

Hay que hacer una referencia obligada al interior de los depósitos. Si se garantiza que no va existir una posibilidad de entrada de aire, consideraremos que en el interior efectivamente siempre se va a alcanzar una concentración superior al LSE, por lo que estaríamos en una situación de seguridad. Si esto no ocurre así y existe una mínima posibilidad de que el aire exterior se mezcle con los vapores dentro del depósito, estaríamos ante una zona clasificada y en la que, por tanto, tendríamos que adoptar las medidas correctoras oportunas.

Con respecto a la inertización, se debe tener siempre en cuenta que los gases considerados como inertes actúan habitualmente desplazando el oxígeno, por lo que habrá que tener en cuenta su utilización en recintos donde pueda darse presencia humana, bien de forma esporádica o bien de forma permanente. Alguno de los gases utilizados, como por ejemplo el Argón, es más denso que el aire, por lo que se deberá tener presente su uso en depósitos en los que posteriormente se tengan que efectuar labores de limpieza y no dispongan de bocas de hombre a nivel de suelo, simplemente porque se trate del caso de depósitos enterrados. En estos casos deberá realizar una aireación, que no oxigenación, previa a la entrada de los trabajadores.

La reducción de las atmósferas explosivas básicamente en canalizaciones y conexiones, la podemos conseguir evitando la utilización de aparatos amovibles, canalizando las salidas de sustancias al ambiente a lugares controlados, evitando los vertidos o controlando su tiempo de emisión, realizando las operaciones de trasvase en locales con buena ventilación, etc.

En el caso de los depósitos de polvo que generan capas debe procederse a su limpieza siempre por aspiración y nunca por impulsión. En este último caso, esa acción contribuirá a generar una situación aún más peligrosa, puesto que generaremos una

nube explosiva en una zona, en la que los equipos no se encuentran certificados para esa situación.

Por último la utilización de detectores de gas es otro sistema utilizado, pero que al igual que en los anteriores también pueden presentar inconvenientes su uso. Entre ellos el que no existen equipos para todos los tipos de gases que se pueden presentar y aunque los hay de tipo universal, pueden existir desviaciones en los valores detectados. De igual forma hay que tener en cuenta la densidad de los vapores generados con respecto a la ubicación del equipo. Si colocamos a nivel de techo un detector para gases más pesados que el aire, su efectividad sería muy relativa. Es conveniente situarlos no muy alejados de las posibles fuentes de emisión. Pueden presentar igualmente problemas de falsas alarmas por problemas de mantenimiento.

### 8.1.2 Medidas de prevención de fuentes de ignición

Para que se produzca una explosión es necesaria la coexistencia de una atmósfera explosiva y de una fuente de ignición efectiva.

Para determinar las medidas de protección eficaces deben conocerse los diferentes tipos de fuentes de ignición y su modo de acción. Se ha calculado la probabilidad de que una atmósfera explosiva peligrosa coincida en el tiempo y en el espacio con una fuente de ignición, y a partir de ahí se ha determinado la envergadura de las medidas de protección necesarias.

En la norma UNE-EN 1127-1 se distinguen trece fuentes de ignición:

Superficies calientes.

Llamas y gases calientes.

Chispas de origen mecánico.

Material eléctrico.

Corrientes eléctricas parásitas, protección contra corrosión catódica.

Electricidad estática.

Rayo.

Ondas electromagnéticas de radiofrecuencia de  $10^4$  Hz a  $3 \times 10^{12}$  Hz.

Ondas electromagnéticas de  $3 \times 10^{11}$  Hz a  $3 \times 10^{15}$  Hz.

Radiación ionizante.

Ultrasonidos.

Compresión adiabática y ondas de choque.

Reacciones exotérmicas incluyendo la auto ignición de polvos.

Para cada una de estas fuentes de ignición, la norma UNE-EN 1127-1 propone una serie de medidas correctoras concretas, que contribuyen a reducir la eficacia de las fuentes de ignición y que nos pueden servir para incluirlas dentro del correspondiente apartado de planificación.

### **8.1.3 Medidas para la limitación de los efectos de la explosión**

En algunas ocasiones, las medidas para prevenir la formación de atmósferas explosivas y las fuentes de ignición no van a garantizar una reducción de riesgo suficiente. Entonces deben adoptarse medidas que limiten los efectos de una explosión hasta un nivel no peligroso. Figuran entre tales medidas:

- Construcción resistente a la explosión
- Descarga de la explosión
- Supresión de la explosión
- Prevención de la propagación de las llamas y de la explosión

Los dispositivos, equipos, sistemas de protección, etc. se plasmarán igualmente como medida correctora en cada una de las situaciones que se puedan generar. Así, una atmósfera explosiva en presencia de una fuente de ignición que se genera por una misma causa, puede dar lugar a medidas de prevención y de protección. Por ejemplo la generación de chispas de origen mecánico provocadas por la presencia de elementos extraños de tipo metálico en el interior de un molino de pienso, puede ser prevenida mediante la colocación de imanes a la entrada del molino y al mismo tiempo el equipo puede ser protegido mediante un sistema de supresión de explosiones.

El primero de los sistemas, la construcción resistente, presenta como inconveniente que para grandes volúmenes de equipo es complejo el llevar a cabo su realización, aunque en estos casos pueden combinarse con otros sistemas, como la supresión o la descarga. De esta forma, se podría permitir que el sistema de contención pudiera diseñarse para resistir una presión menor. Esta presión se conoce como presión reducida.

Si pretendemos que el recipiente no se rompa porque por ejemplo, se pueden liberar gases que además de sus características de inflamabilidad presenten también el riesgo de emisiones tóxicas, el equipo deberá diseñarse en este caso o bien resistente a la presión de explosión (el equipo no se deforma en el momento de la explosión) o bien resistente al choque de la presión de explosión.

En este último caso el equipo queda deformado de forma permanente y sólo una inspección exhaustiva después del suceso, podría permitir su uso de forma segura si no se han producido daños importantes en el mismo.

La segunda posibilidad sería reducir la presión que se produce en el momento de la explosión a través de dispositivos que liberen la misma. Esto se consigue de forma que el funcionamiento de estos dispositivos, genera una abertura suficiente por la que la sobrepresión que se produce, queda liberada. Es lo que denominamos descarga de la explosión.

Como ejemplos de dispositivos de este tipo, podríamos citar los discos de ruptura, los paneles de explosión, válvulas de explosión.

Estos sistemas no deben utilizarse cuando los gases que se liberen tengan características de toxicidad. La descarga se canalizará para que no afecte a zonas donde puedan ubicarse trabajadores.

Mención especial dentro de los sistemas de alivio de la presión, merecen los venteos. Estos dispositivos los podemos encontrar bien para presencia de gas o para presencia de polvo. De igual forma se puede tratar de equipos reutilizables o no reutilizables. En cualquier caso, es fundamental que la superficie de venteo se calcule adecuadamente, ya que en caso contrario sometería al equipo a sobrepresiones no deseadas.

La supresión de la explosión se consigue mediante la inyección de agentes extintores en el equipo, evitando de esta forma que la presión alcance su valor máximo. Esto nos permitiría utilizar equipos diseñados para una presión reducida, al igual que en el caso anterior.

El sistema consta de una detección, mediante dispositivos ópticos, dinámicos o estáticos, y una serie de botellas (AVD) con agente extintor que inyectan este en el interior del equipo.

El agente supresor puede ser de tres tipos:

- Supresor de polvo
- Supresor de agua
- Supresor químico

Su utilización para exteriores o sistemas al aire libre no es del todo eficaz, ya que limitaría el tamaño y la propagación de la bola de fuego, pero no la extinguiría. En este caso, además habría que tener en cuenta el hecho de que la descarga ocurra en

espacios ocupados por trabajadores, la toxicidad del agente supresor y la presión de descarga del agente supresor.

Cuando la eficacia del sistema no está totalmente garantizada, como por ejemplo en el caso de grandes volúmenes, se puede hacer uso de diferentes técnicas que contribuyen a minimizar los efectos de la explosión. Estas técnicas podrían resumirse en:

- Supresión combinada con venteo
- Venteo combinado con supresión
- Supresión combinada con concentraciones reducidas de oxígeno
- Volúmenes parciales
- Volúmenes separados

Por último, puede darse el caso de no poder garantizar que el agente supresor invada todo el volumen por encontrarse con obstáculos, caso por ejemplo de filtros de mangas. En este caso, este volumen desprotegido habrá que tenerlo en cuenta.

En cuanto a la prevención de la propagación de la explosión, nos podemos encontrar dispositivos para presencia de gases, vapores y nieblas y para presencia de polvo o fibras.

El hecho de diferenciarlos, es ni más ni menos debido a que los primeros podrían resultar obstruidos precisamente por la presencia de polvo.

Dentro del primer grupo podemos encontrar

- Supresor de las deflagraciones
- Supresor de la detonación

- Apagallamas
  - Bidireccional
  - Estático
  - Apagallamas de deflagración
  - Apagallamas de detonación
  - Apagallamas de combustión prolongada
- Dispositivos anti retroceso
- Barreras extintoras

En el caso de presencia de polvo o fibras combustibles podríamos hacer uso de los siguientes dispositivos que evitan la propagación de la explosión:

- Barreras extintoras
- Válvulas de compuerta de cierre rápido
- Válvulas rotativas
- Dispositivos desviadores de la explosión
- Válvulas dobles
- Obturadores (utilización del producto como barrera)
- Dispositivos para mezclas híbridas

Un último sistema de protección es el aislamiento de la explosión, del cual nos podemos encontrar de dos tipos:

- Aislamiento activo
- Aislamiento pasivo

La diferencia entre uno y otro estriba en que el primero se activa mediante detectores, en tanto que el segundo no requiere de este elemento. Al igual que en caso anterior, los sistemas de detección serán del tipo óptico o de presión (dinámicos o estáticos).

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

Los objetivos de estos dispositivos son detener la llama (F), o bien detener la llama y la onda de presión (F&P). Dentro de los primeros se encontrarían las barreras de extinción y las válvulas rotativas y en el segundo grupo encontraríamos las válvulas de protección contra la explosión y los dispositivos de doble válvula con enclavamiento a prueba de explosión.

Como otros sistemas de aislamiento, podríamos considerar los desviadores, los apagallamas o las compuertas de aislamiento de la explosión.

INSTALACIONES CON PRESENCIA DE LÍQUIDOS, GASES O VAPORES							
PLANIFICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS							
POR CORTESIA DE © EMÉRITO NÓREZ AMADO							
EMPRESA		PINTURAS Y RECICLAJE DEL		INSTALACIÓN		CORDOBA	
ORIGEN		CABINA DE PINTURA					
EQUIPO		PISTOLA					
Nº	MEDIDA ADOPTADA	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	UBICACIÓN	PRIORIDAD	RESPONSABLE DE LA ACCION	FECHA PREVISTA REALIZACION	FECHA TERMINACIÓN
1	Prevención	Dejar tiempo de enfriamiento suficiente	Exterior	Alta			
1	Prevención	Prohibición de presencia de radio en el interior de la cabina	Exterior	Alta			
1	Prevención	Adecuar material eléctrico al tipo de zona	Exterior	Media			
1	Prevención	Prohibición de utilización de teléfono móvil	Exterior	Alta			
1	Prevención	Separar por distancia los diferentes sistemas de P.A.T.	Exterior	Media			
1	Prevención	Utilizar ropa y calzado antiestático	Exterior	Media			
1	Prevención	Instrucciones de trabajo	Exterior	Media			
1	Organizativa	Comprobación periódica	Mantenimiento	Media			

En las opciones **planificación gases** y **planificación polvo** del **menú principal**, aparecen, los datos aportados anteriormente en las equivalentes hojas de evaluación, por lo que exclusivamente habrá que introducir los correspondientes a la tres últimas columnas, es decir responsable de la acción y fechas previstas y de terminación de la acción correctora.

## 8.2 Medidas organizativas

Cuando en un lugar de trabajo no se haya podido, mediante la adopción de medidas técnicas, eliminar completamente el riesgo potencial de explosión, será necesario adicionalmente, incorporar medidas de organización del trabajo.

Estas medidas deben regular la forma en que se deben llevar a cabo los trabajos en un área con riesgo de explosión, de forma que se garantice la seguridad y salud de los trabajadores.

Deben implantarse medidas organizativas en los siguientes campos:

- Elaboración de instrucciones de trabajo por escrito
- Instrucciones y cualificación de los trabajadores, sobre la protección contra explosiones
- Aplicación de un sistema de “permiso de trabajo” en trabajos peligrosos.
- Realización de trabajos de mantenimiento
- Realización de controles y vigilancia
- Donde proceda, marcado de las zonas de riesgo

Las medidas organizativas quedan reflejadas, en lo que a equipos se refiere, en 3 normas UNE-EN que vienen a unificar los criterios tanto en presencia de polvo o fibras combustibles como en presencia de gases o vapores.

Hasta ahora y como sabemos, las normas UNE-EN 60079 hacían referencia a gases y vapores, en tanto que las normas UNE-EN 61241 eran de aplicación en presencia de

polvo o fibras combustibles. La línea actual es unificar todas las normas en el grupo primero. De hecho y como se verá en el mercado de equipos, ya hay normas unificadas para algunos modos de protección como por ejemplo el encapsulado (modo “m”).

La tendencia es que a medida que vayan apareciendo nuevas normas, tanto de modos de protección como de revisiones, instalación, clasificación etc. Todas las normas se agrupen dentro de la “familia” UNE-EN 60079.

En este aspecto la norma UNE-EN 60079-14 nos habla del diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas, que como veremos más adelante cuando se comente el marcado de los equipos, aporta novedades al mismo con referencia al R.D 400/96.

En el anexo D de esta norma establece lo que un permiso de trabajo debería incluir y que se concreta en lo siguiente:

- a) Especificación de fecha y hora de inicio de la autorización
- b) Definir lugar de la actividad
- c) Especificar la naturaleza de la actividad autorizada
- d) Mediciones para confirmar la ausencia de concentración inflamable
- e) Requisitos para efectuar el muestreo de estas concentraciones
- f) Control de fuentes de gases o líquidos inflamables
- g) Plan de contingencias en caso de emergencias
- h) Fecha y hora de caducidad de la autorización

A continuación, según la UNE-EN 60079-17, se indican las medidas referidas a la revisión y mantenimiento de los equipos que se ubican en las zonas clasificadas. Dichas medidas y los requisitos que deben cumplir las personas que realizan estas

operaciones, son las que vienen reflejadas en esta norma, que es de obligado cumplimiento, al igual que la anterior, por el vigente R.E.B.T.

Se hace especial mención en la norma, al nivel de conocimientos que deben tener todas aquellas personas que montan, revisan o reparan material certificado.

### **8.2.1 Requisitos básicos para las inspecciones de las instalaciones eléctricas**

Un aspecto importante dentro de la prevención de las explosiones, sería la verificación de las instalaciones. A este respecto, el R.D. 681/2003 nos indica en el Anexo II punto 2.8 que “antes de utilizar por primera vez los lugares de trabajo donde existan áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas, deberá verificarse su seguridad general contra explosiones. Deberán mantenerse todas las condiciones necesarias para garantizar la protección contra explosiones.

La realización de las verificaciones se encomendará a técnicos de prevención con formación de nivel superior, trabajadores con experiencia certificada de dos o más años en el campo de prevención de explosiones o trabajadores con una formación específica en dicho campo impartida por una entidad pública o privada con capacidad para desarrollar actividades formativas en prevención de explosiones.”

La anterior norma, señalaba un diferencia con la Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 1999 relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en la que se indicaba que “la

realización de las verificaciones se encomendará a personas que sean competentes en el campo de la prevención de explosiones por su experiencia o formación profesional” al incorporarle a lo anterior, la figura del técnico de prevención.

Más referencias a este aspecto, las encontramos en el vigente R.E.B.T. en la ya comentada instrucción ITC BT 029, donde en el punto 6.1 nos indica que “los equipos eléctricos se instalarán de acuerdo con las condiciones de su documentación particular, se pondrá especial cuidado en asegurar que las partes recambiables, tales como lámparas, sean del tipo y características asignadas correctas. Las inspecciones de las instalaciones objeto de esta Instrucción se realizarán según lo establecido en la norma UNE-EN 60079 -17.”

Esta norma, cuya última versión fue publicada en el año 2008 y que entró en vigor el día 1 de septiembre del año 2010, afecta como sabemos al equipo eléctrico, tanto en presencia de gases y vapores como con presencia de polvo combustible.

Dentro de su anexo B establece los requisitos y los conocimientos que deben cumplir aquellos que denomina “personas responsables”, “personas técnicamente cualificadas con función ejecutiva” y los “operarios”.

Como ya comentamos al principio, es conveniente que todos los implicados en la instalación posean unos conocimientos específicos en la prevención y protección de los riesgos derivados de la presencia de atmósferas explosivas.

Volviendo una vez más a los procedimientos de la Comisión Electrotécnica Internacional y más concretamente al denominado IECEx 05 - Certificado de competencia personal - Reglas de procedimiento, encontramos que las unidades 7 y 8

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

se refieren precisamente a las inspecciones y verificaciones que se deben realizar en este tipo de instalaciones y cuáles serían los condicionantes que deberían cumplir las personas que opten a un certificado de competencia personal.



**IEC** **IECEx** **IECEx Certificate**  
**Personnel Competence**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**  
**IEC Certification System for Explosive Atmospheres**  
for rules and details of a Competence (CoPC) Scheme visit [www.iecex.com](http://www.iecex.com)

Certificate No.:  Issue No.:

Status:  Date of Original Issue: 2010-11-18  
Date of Expiry: 2013-11-18

Applicant:

Scope of Competence: **Ex 001 - Basic principles -** Based on various parts of IEC 60079 series  
(Units according to IECEx OD 504) **Ex 004 - Maintenance -** Based on IEC 60079-17  
**Ex 006 - Testing of installations -** Based on IEC 60079-14  
**Ex 007 - Visual & Close Inspection -** Based on IEC 60079-17  
**Ex 008 - Detailed Inspection -** Based on IEC 60079-17  
**Ex 010 - Audit Inspection -** Based on IEC 60079-17

For Detailed information on Scope Application in accordance with IECEx OD 502 click on PCAR Number below:  
PCAR Reference No.: GBBAS/PCAR10.0001/00

This certificate is issued as verification that the Applicant was assessed and found to comply with the IECEx CoPC Scheme requirements, relating to the scope of Competence and referenced Standards listed above. This certificate is granted subject to the conditions as set out in IECEx CoPC Scheme Rules, IECEx 05 as amended.

Approved for issue on behalf of the IECEx Certification Body: R S Sinclair  
Position: Managing Director

Signature: \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_

1. This certificate and schedule may only be reproduced in full.  
2. This certificate is not transferable and remains the property of the issuing body.  
3. The Status and authenticity of this certificate may be verified by visiting the Official IECEx Website.

Certificate issued by:

Baseefa  
Hockhead Business Park  
Station Lane  
Barton  
Derbyshire  
SK17 9BZ  
United Kingdom



### Ejemplo de certificación personal de competencia

La unidad Ex 007 se refiere a la realización de inspecciones de tipo visual y cercana de las instalaciones eléctricas asociadas con atmósferas explosivas.

Esta unidad de competencia abarca la evaluación de la verificación en áreas peligrosas y el grado de cumplimiento de los equipos eléctricos ubicados en zonas afectadas por el riesgo de explosión, mediante una inspección de tipo visual.

Se identificará la capacidad de trabajar de forma segura en un emplazamiento peligroso, la evaluación de los expedientes de verificación y la identificación de los equipos de protección contra explosiones a través de su certificación y si su ubicación se corresponde con la especificada.

Para el desarrollo de estas competencias, la persona deberá tener un nivel de educación técnica adecuado. Es exigible un mínimo de 3 años de experiencia práctica en instalaciones eléctricas en zonas peligrosas.

Para la inspección detallada, la competencia se define en la unidad Ex 008, cuyo alcance abarca los aspectos de las inspecciones de protección contra las de explosiones, la auditoría inicial, la periódica y los muestreos de los equipos e instalaciones de protección contra explosiones.

Se requiere la capacidad para la auditoría de un expediente de verificación, la comprobación de si los trabajos se hacen manera segura en un área peligrosa y la información sobre las normas. Los requisitos de formación de la persona, son similares a la anterior.

Ambas competencias, se evaluarán bien simultáneamente o después de las unidades Ex 003 o Ex 004.

Conforme a la norma UNE-EN 60079-17, el personal de inspección y mantenimiento de las instalaciones contará con formación específica.

Las inspecciones y mantenimiento de las instalaciones se deben llevar a cabo solamente por personal experimentado cuya preparación haya incluido las instrucciones sobre los distintos modos de protección y prácticas de instalación, normas y reglamentos aplicables y los principios generales de clasificación de emplazamientos. Se deben dar regularmente cursos continuos de educación y entrenamiento a todo el personal.

Al margen de los requisitos básicos para el personal, a la hora de la inspección se debe disponer de una determinada documentación sobre la instalación para llevar a cabo la misma.

Esta documentación se resume en:

- Clasificación de zonas y EPL de los equipos
- Subgrupo de gas y clase de temperatura
- Subgrupo de polvo y clase de temperatura
- Modos de protección, grado IP
- Registro de las reparaciones y registro de revisiones anteriores.

El anexo B de la norma, establece el nivel de conocimientos del personal que va a realizar las inspecciones. Igualmente como ya queda comentado, el resto del personal debe recibir un entrenamiento en esta materia de forma periódica. Insistimos en que es norma de obligado cumplimiento por el R.E.B.T.

### 8.2.1.1 Inspecciones que se deben realizar

Para asegurar que la instalación se mantenga en una condición satisfactoria para uso continuo en un emplazamiento peligroso son necesarias:

- Inspecciones periódicas regulares, o
- Supervisión continua por personal cualificado, y si es necesario, se procederá al mantenimiento

Después de cualquier, sustitución, reparación, modificación y ajuste se deberá inspeccionar la instalación

En cuanto a la periodicidad de las revisiones, la norma establece que en las instalaciones fijas la inspección periódica no debe exceder de un intervalo de 3 años, si bien habrá que tener en cuenta factores como puede ser el deterioro del equipo.

Para las instalaciones móviles, más propensas a la averías, el material debe someterse a una inspección cercana al menos cada 12 meses. Si hay apertura frecuente de las envolventes el plazo se reduce a 6 meses y la inspección debe ser detallada.

Cuando existe una supervisión continua por personal cualificado, que además es el encargado de llevar a cabo las inspecciones visuales, detalladas y/o cercanas, no sería necesaria la realización de las inspecciones periódicas habituales. No obstante habría que seguir realizando las inspecciones iniciales y las inspecciones por muestreo. Igualmente al material móvil no le es aplicable la supervisión continua.

Se considera que si hay una parte de la planta que no es inspeccionada al menos una vez a la semana, el concepto de supervisión continua no sería de aplicación.

En cuanto a la cualificación del personal que realiza estas revisiones, se especifica más adelante su nivel de conocimientos. Este personal, según el R.D. 681/2003 contará con formación superior en prevención de riesgos laborales, experiencia certificada de 2 o más años en el campo de las explosiones o formación específica en dicho campo impartida por una entidad con capacidad para desarrollar esta formación.

### 8.2.1.2 Tipo de inspección

- a) Las inspecciones iniciales se utilizan para comprobar que el modo de protección seleccionado y sus instalaciones son los adecuados
- b) Las inspecciones periódicas pueden ser visuales o cercanas. Una inspección visual o cercana puede coincidir con la necesidad de una posterior inspección detallada
- c) Las inspecciones por muestreo pueden ser visuales, cercanas o detalladas

Deben registrarse y conservarse los resultados de todas las inspecciones iniciales, periódicas o por muestreo.

Es importante resaltar que de estas inspecciones debe quedar un registro en el que consten tanto los defectos encontrados como la acción tomada para remediarlos. A continuación veremos los requisitos que debe reunir la persona que realiza estas verificaciones.

### 8.2.1.3 Inspecciones periódicas. Cualificación de los trabajadores

Las inspecciones periódicas habituales exigen un personal:

- a) Que tenga buen conocimiento de la clasificación de emplazamientos/EPL como también un conocimiento técnico suficiente como para comprender sus implicaciones en la localización considerada
- b) Que tenga buenos conocimientos técnicos y una buena comprensión de los requisitos teóricos y prácticos con relación al equipo e instalaciones eléctricas utilizada en tales emplazamientos peligrosos
- c) Que comprenda los requisitos de las inspecciones visuales cercanas y detalladas con relación al equipo instalado y a las instalaciones

Las competencias y formación deberían estar identificadas en un marco de entorno nacional de formación y asesoramiento. No es un requisito que este personal pertenezca a un organismo exterior independiente.

Estas inspecciones son de carácter interno en la empresa, por lo que no es necesario que el personal que las realiza pertenezca a un organismo exterior independiente. Por tanto no deben confundirse con las revisiones periódicas que el R.E.B.T. obliga para este tipo de instalaciones.

#### 8.2.1.4 Personal cualificado para la supervisión continua

El personal cualificado debe estar familiarizado con el concepto de supervisión continua así como con la necesidad de cualquier informe o de las funciones de análisis que puedan comprender el método de supervisión continua aplicable a una instalación específica.

Cuando se efectúa la supervisión continua de la instalación y de los equipos, el personal cualificado debe tener en cuenta el estado de la instalación y todas las modificaciones que puedan intervenir.

En ocasiones es interesante el mantener una supervisión continua de las instalaciones. El objetivo fundamental es la detección precoz de los fallos que pueden ocurrir dando lugar por tanto, a la correspondiente reparación. El personal cualificado que realiza dicha supervisión, puede pertenecer a cualquier escalón productivo de la empresa, no siendo imprescindible que pertenezca por ejemplo, al servicio de mantenimiento. Sí es importante que cuente con el grado de destreza suficiente para detectar los fallos y las modificaciones precoces en el proceso.

### 8.2.1.5 Grado de inspección

El grado de inspección puede ser visual, cercano, o detallado. Las visuales y cercanas se pueden ejecutar con el material en tensión. Las detalladas, generalmente requerirán que el material sea desconectado.

Las inspecciones pueden ser de tres tipos básicamente:

- a) Inspección visual
- b) Inspección cercana
- c) Inspección detallada

Las dos primeras no requieren la desconexión de la instalación, en tanto que la tercera requiere por ejemplo aperturas de envolventes o utilización de equipos de ensayo, por lo que necesariamente habrá que realizarla en la mayoría de las ocasiones, sin tensión.

La inspección cercana puede requerir el uso de equipos de acceso o herramientas y no es necesario, normalmente, la apertura de las envolventes.

Por último la inspección visual permite detectar los defectos a simple vista sin necesidad de utilizar equipos de acceso o herramientas.

La norma UNE-EN 60079-17, detalla los controles específicos requeridos para los tres grados de inspección, en función del modo de protección.

### 8.2.1.6 Personas responsables y personas técnicamente cualificadas con función ejecutiva

Estas personas que están a cargo del proceso correspondiente a la inspección y el mantenimiento del equipo protegido contra explosiones, deben poseer, al menos, lo siguiente.

- Comprensión general de la ingeniería eléctrica implicada
- Comprensión práctica de los principios y de las técnicas de protección contra la explosión
- Comprensión y capacidad de leer y evaluar los esquemas de ingeniería
- Conocimiento del trabajo y comprensión de las normas pertinentes para la protección contra explosiones particularmente las normas UNE-EN 60079-10-1, UNE-EN 60079-10-2, UNE-EN 60079-14 y UNE-EN 60079-19
- Conocimiento de base sobre garantía de calidad, incluyendo los principios de auditoría, documentación, trazabilidad de las medidas y del calibrado de los instrumentos

Estas personas deben implicarse en la dirección de los operarios competentes que efectúen inspecciones y trabajos de mantenimiento, y no comprometerlos directamente en el trabajo sin asegurarse de que sus cualificaciones prácticas responden al menos a los requisitos mencionados a continuación.

En cada instalación, como ya se ha comentado, se debe identificar una persona técnica que tenga funciones ejecutivas, que bien puede ser un técnico de prevención con nivel superior o trabajadores con experiencia o formación en el campo de prevención de las explosiones.

Esta persona se responsabilizará fundamentalmente de las siguientes acciones:

- a) Evaluación de la viabilidad de la supervisión continua
- b) Campo de aplicación para esta supervisión continua
- c) Frecuencia de la inspección, grado y contenido de los informes
- d) Disponibilidad de la documentación referida a clasificación de zonas, equipos etc.
- e) Garantizar que tanto el personal cualificado como la inspección que realizan se hace de acuerdo a la norma.

### 8.2.1.7 Operarios

Los operarios deben poseer, al nivel necesario para ejecutar sus tareas, lo siguiente:

- a) Comprensión de los principios generales de protección contra explosiones
- b) Comprensión de los principios generales de los modos protección y del marcado
- c) Comprensión de los aspectos del diseño del equipo que afectan al concepto de protección
- d) Comprensión de la certificación y de las partes correspondientes a esta norma
- e) Comprensión de la importancia suplementaria de autorizaciones de los sistemas de trabajo y de aislamiento de seguridad con respecto a la protección contra explosiones
- f) Estar familiarizado con las técnicas particulares a emplear en la inspección y el mantenimiento del equipo a que se hace referencia en esta norma
- g) Comprensión global de los requisitos de selección y de construcción de las normas UNE-EN 60079-14
- h) Comprensión general de los requisitos de reparación y reconstrucción en servicio de las normas UNE-EN 60079- 19.

La competencia de todas las personas implicadas debe verificarse y asignarse en un intervalo que no exceda los 5 años sobre la base de evidencias suficientes de que la persona:

- a) Tenga la cualificación necesaria para su campo de aplicación
- b) Pueda actuar con competencia a su nivel
- c) Tenga el conocimiento suficiente a su nivel de competencia.

## 8.2.2 Requisitos para las operaciones de reparación de equipos

Estas operaciones pueden ser encomendadas al propio fabricante o a organizaciones competentes de mecánicos independientes que tienen los medios adecuados para llevar a cabo la reparación del material de alguno o de todos los modos previstos en la norma UNE-EN 60079-19, si bien algunos fabricantes pueden recomendar que el material sólo sea reparado por ellos.

Tal vez, uno de los aspectos críticos del funcionamiento correcto de los equipos, de cara a la prevención de la inflamación de la mezcla explosiva, sea el modo o la forma en la que se hace la reparación del mismo.

A este respecto, la norma UNE EN 60079-19 determina las características que deben reunir los establecimientos de reparación, que básicamente, al margen de disponer de instalaciones apropiadas y personal formado con la competencia requerida, deben de contar con un sistema de gestión de la calidad que cumpla los requisitos de la norma ISO 9000.

La evaluación de la formación y las competencias, figuran en los anexos de la norma, si bien no especifica quien será la entidad de evaluación.

Los documentos IECEx 03 e IECEx 03A y los procedimientos operativos OD 13, OD 14, OD 15 Y OD 16, determinan las reglas y procedimientos para la certificación de las empresas que realizan la reparación de los equipos. En la actualidad hay 94 entidades acreditadas en todo el mundo para realizar las reparaciones de cualquier modo de protección.

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

IEC		IECEx		<b>IECEx CoC</b> Certified Service Facility						
<b>INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION</b> IEC Certification Scheme for Explosive Atmospheres <small>for rules and details of the IECEx Scheme visit <a href="http://www.iecex.com">www.iecex.com</a></small>										
Certificate No.:	IECEx K2M 0004	Issue No. 3:		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>Certificate history</td></tr> <tr><td>Issue No. 3 (2011-5-26)</td></tr> <tr><td>Issue No. 2 (2010-5-21)</td></tr> <tr><td>Issue No. 1 (2006-7-28)</td></tr> <tr><td>Issue No. 2 (2005-5-17)</td></tr> </table>		Certificate history	Issue No. 3 (2011-5-26)	Issue No. 2 (2010-5-21)	Issue No. 1 (2006-7-28)	Issue No. 2 (2005-5-17)
Certificate history										
Issue No. 3 (2011-5-26)										
Issue No. 2 (2010-5-21)										
Issue No. 1 (2006-7-28)										
Issue No. 2 (2005-5-17)										
Status:	Current	Date of issue:	2011-05-26							
Applicant:	<b>Wako Repair B.V.</b> Röntgenweg 5 3208 HJ Spakenburg The Netherlands									
Type of Service:	Repair and Overhaul according to IEC 60079-10									
Type of Protection:	Dust to IEC 61241-1 Flameproof Enclosure "d" increased Safety "e" intrinsic Safety "i" Other: Pressurisation "p" Type of Protection "n"									
Scope of Service:	Ex d, Ex e, Ex n, Ex p, and Dust motors, transformers, generators and ventilators. Non-electrical equipment, mainly pumps and gearboxes with types of protection c and k.									
Locations covered by this Certificate:	<b>Wako repair B.V.</b> Röntgenweg 5 3208 HJ Spakenburg The Netherlands.									
Facility Audit Report:	IECExK2M11 000403 IECExK2M11 000403 IECExK2M11 000403 IECExK2M11 000403									
This certificate is issued as verification that the Service Facility and associated locations were assessed and found to comply with the IECEx Scheme requirements, relating to the type and scope of service listed above. This certificate is granted subject to the conditions as set out in IECEx Scheme Rules, IECEx CoC and Operational Documents as applicable.										
Approved for issue on behalf of the IECEx Certification Body:	T. Pipker									
Position:	Certification Manager									
Signature:	_____									
Date:	_____									
1. This certificate and schedule may only be reproduced in full. 2. The certificate is not transferable and remains the property of the issuing body. 3. The Status and authenticity of this certificate may be verified by visiting the Official IECEx Website.										
Certificate issued by: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="font-size: small;">                     DEKRA certification B.V.                      Utrechtseweg 218                      3812 AR Utrecht                      The Netherlands                 </div> </div>										

### Certificado de entidad acreditada

Primordialmente, lo que estos documentos nos indican, es que un organismo de certificación, sobre la base de un informe de auditoría satisfactoria de las instalaciones, emite un certificado de conformidad que acredita que el tipo de reparación y el servicio de reparación, identificados en el certificado, se ajustan en todos los aspectos relevantes con los requisitos técnicos. Garantiza además, que para la calidad de los procedimientos de gestión, el sistema utiliza al menos una persona con competencia demostrada por un ExCB (procedimiento IECEx 05).

IECEx Facility Assessment Report: nlg00006 details

FAR: IECEx KEM 00004	
FAR Reference Number (informal numbering)	NL00KIFAR11-000400
Related FMs:	
Station	Freeport
FAR Case Reference Number	21401000
Date of Original Issue	2011-05-20
Birth Date	2011-05-18
Valid until	2014-05-18
Site(s) visited	Blakoo Repair B.V. Ronggenweg 4 3208 XG Spijkersse The Netherlands
Country	The Netherlands
Issuing ExCB	DEK - DGERA Certificate B.V.
Service Facility	Blakoo Repair B.V. Ronggenweg 4 3208 XG Spijkersse The Netherlands
Type of Work Covered by Service Facility	Repair and overhaul of Co. d, Co. e, Co. n, Co. p, and Duct motors, transformers, generators and ventilators, Non-electrical equipment, mainly pumps and gearboxes with types of protection n and k.
Related IECEx Certificates	<a href="#">IECEx KEM 00004 issue 1 (Current)</a>
Comment	This FAR is related to FAR NL00KIFAR06 000104
Attachment	

Load module 36000211-1100-01 Copyright © IEC-2009,2011 - Genesis Software. All Rights Reserved

### Informe de auditoría

El propósito principal de un certificado IECEX en este caso, es proporcionar una verificación independiente, de que el reparador, tiene la capacidad para cumplir los requisitos del sistema IECEX.

El organismo de certificación obtiene la evidencia para verificar la competencia del personal de la instalación de reparación a través de una evaluación, que puede ser un examen, una entrevista o una combinación de ambos. La auditoría está preparada por un ExCB. La evaluación incluye la conformidad de la calidad con los requisitos del certificado IECEX para las instalaciones. Se evalúa además la competencia del personal de reparación.

El alcance de la certificación viene definido por el tipo de trabajo que normalmente se desarrolla en el taller de servicio, y también, por la capacidad de la organización en términos de tamaño, el tipo de equipo que se somete a revisión y reparación y las instalaciones de ensayo necesarias para verificar estas reparaciones o revisiones.

La norma UNE EN 60079-19 exige que los requisitos de la norma ISO 9001 se aplique a cualquier organización ya sea el fabricante o el servicio proveedor. En el caso del sistema IECEx, existen requisitos adicionales de garantía de calidad. Estos requerimientos adicionales para garantizar el trabajo realizado durante la reparación y revisión, figuran en el documento operacional IECEx OD 014 (requisitos adicionales de garantía de calidad).

Estas exigencias añadidas están destinadas a garantizar que ninguna parte de la reparación o revisión pueda conducir a errores. La norma UNE EN 60079-19 implica el marcado de los equipos cuando la revisión se haya completado. En este sentido, la reparación y el proceso de revisión, puede ser considerada como la devolución del equipo al cumplimiento de la documentación original de certificación o por lo menos, al cumplimiento de la normativa con la que originalmente fue fabricado.

A la finalización de la reparación o reacondicionamiento, el establecimiento debe de presentar un informe en el que se indique los fallos detectados, detalles del trabajo etc.



**A.2 Report for enclosures - protection type "d" (flameproof)**

Report no: .....  
 Certificate no: .....  
 Name of overhaul service facility: .....  
 Service facility recognition no.: .....  
 Address: .....  
 Postcode: ..... Telephone no.: ..... Fax no.: .....  
 Enclosure description: .....  
 Serial no.: ..... Owner: .....  
 Order no.: ..... Date received: . . . / . . . / . . .

Item	Description of check	Remarks
(a)	Check of external and internal damage	
(b)	Dimensional check	
(c)	Corrosion on flamepaths	
(d)	Result of static pressure test	
(e)	Check of flanged joint surfaces	
(f)	Check of all threaded holes	
(g)	Check of all windows and lenses	
(h)	Check of breathers	
(i)	Check of all bolt holes, studs, screws, etc.	
(j)	Check of all gland entries and fixing holes	
(k)	Check of all cables glands	
(l)	Check of all handhole and inspection covers	
(m)	Check of all mechanical interlocks	
(n)	Check of all flamepath gaps	

Main control panel  
 1 Max. out of plane of box flanges: .....  
 2 Max. out of plane of cover: .....  
 3 Max. flameproof gap when bolted up: .....  
 4 Max. diametral clearance of spindles: .....  
 5 Max. diametral clearance of gland to gland apertures: .....  
 6 Static pressure test—pressure: ..... Capacity: .....  
 7 Water jacket—pressure test: .....

Certification drawing no(s): .....  
 Certification marking: .....

I, ..... confirm that the above equipment, has been repaired and repaired/overhauled in accordance with IEC 60079-10. The marking complies with Annex A of the standard. Summary of identification of released product:

- a) Product conforms to original standard and certification documents: **YES / NO**
- b) Restrictions apply to use of this product as originally certified: **YES / NO**
- c) Compliance of the product has been verified by a competent person: **YES/NO/NA**

Mark also applies to released product.

Name of Responsible Person: ..... Signature: .....  
 Service Facility Record number: ..... Date: . . . / . . . / . . .

## Informe de reparación de envoltente antideflagrante

En casos de reparación, revisión o reconstrucción de material que ha sido sujeto a certificación de diseño, puede ser necesario aclarar la continuidad de la conformidad del material con el certificado, ya que las operaciones realizadas sobre el mismo, pueden hacerle perder alguna de sus características iniciales.

Los establecimientos de reparación, de acuerdo a la norma UNE-EN 60079-19, deberían cumplir entre otras, con las siguientes instrucciones:

- Los establecimientos de reparación deben disponer de un sistema de gestión de la calidad que cumplan con los requisitos de la serie de Normas ISO 9000
- El establecimiento de reparación debe nombrar a una “Persona responsable”, dentro de la organización de la gestión para aceptar la responsabilidad y autoridad para asegurar que el material revisado/reparado cumple con la certificación de acuerdo con el usuario. Esta persona nombrada debe de tener un conocimiento profesional de las normas de protección contra explosiones apropiadas y una comprensión de esta norma
- El establecimiento de reparación debe tener instalaciones de reparación y revisión adecuadas, así como el material necesario apropiado y operarios formados con la competencia requerida y autoridad para llevar a cabo las actividades, teniendo en cuenta el modo específico de protección
- El establecimiento de reparación debe hacer una evaluación del estado del material a ser reparado, acordar con el usuario el estado de certificación esperado después de la reparación y el alcance del trabajo a realizar
- El establecimiento de reparación debe incluir procedimientos y sistemas para realizar el trabajo de revisión/reparación en sitios externos a la instalación de reparación, cuando sea necesario.

En primer lugar hay que tener en cuenta que el establecimiento de reparación debe estar informado de todos los requisitos de la normativa que se pueden aplicar a la revisión o reparación.

Por otra parte, si el usuario decide realizar por sí mismo la reparación o revisión, igualmente debe estar informado de la normativa aplicable. Si este usuario decidiera recurrir a terceros, debe conocer las responsabilidades que ello implica con respecto a la seguridad y salud de los trabajadores afectados.

El mecánico del material debe asegurarse de que el personal que realiza las reparaciones o revisiones está formado, especializado e instruido en este tipo de trabajos. Las evaluaciones de la competencia se indican en los apartados siguientes.

En ocasiones será necesaria la realización de ensayos, que en caso de omitirse pueden tener consecuencias sobre el buen funcionamiento del equipo. Para la realización de dichos ensayos, el mecánico deberá asesorarse con el fabricante o usuario del equipo sobre las consecuencias de dicha omisión.

El establecimiento de reparación debería obtener toda la información sobre el material, como planos, especificaciones técnicas, marcado etc. Entregando al final de la reparación un informe al usuario con el alcance de la misma.

Deben identificar el material de acuerdo a lo que veremos en los puntos siguientes en función de la pérdida de alguna de sus características originales.

Las reconstrucciones deben realizarse por personal competente, experto en el proceso utilizado y respetando las buenas prácticas de ingeniería. Se les debe requerir a los operarios de técnicas de reconstrucción, que se sometan a un examen práctico de competencia en la técnica antes de ser autorizado a utilizar la técnica por primera vez y luego cada tres años.

Todas las reconstrucciones deben estar convenientemente documentadas y registradas.

En el caso de las reconstrucciones del material, se tendrá presente que existen exclusiones con referencia a la presencia de diferentes materiales, como por ejemplo el vidrio o el plástico, los elementos de sujeción o algunos componentes que se encuentran encapsulados y en los que el fabricante establece que no están sujetos a reparación.

Las reconstrucciones siempre se harán por personal competente y que además para determinadas técnicas como procesos de soldadura o metalización, se les someterá a un examen práctico, tanto de forma inicial como trienal.

No todos los procedimientos de reconstrucción pueden aplicarse a los diferentes modos de protección. Básicamente los procedimientos de reconstrucción que se pueden utilizar son los siguientes:

- Metalización
- Deposición electrolítica
- Encamisado
- Soldadura con y sin aporte

- Sutura metálica
- Mecanizados de los núcleos del estator y rotor
- Agujeros roscados de las sujeciones
- Re-mecanizado.

Por último con referencia a las reparaciones provisionales, matizar que se pueden realizar siempre y cuando se asegure la protección contra las explosiones. La reparación provisional debe transformarse en definitiva en el menor plazo razonablemente posible.

Las “personas responsables” de los procesos involucrados en la revisión, reparación y reconstrucción de modos específicos de protección contra explosiones de materiales protegidos contra la explosión deben poseer, al menos, lo siguiente:

- a) Comprensión general de la ingeniería eléctrica y mecánica correspondiente al nivel de persona del oficio o superior
- b) Comprensión práctica de los principios y de las técnicas de protección contra explosión
- c) Comprensión y habilidad para leer y evaluar los planos de ingeniería
- d) Familiaridad con las funciones de medición, incluyendo habilidades en metrología práctica, para medir las cantidades conocidas
- e) Conocimiento del trabajo y comprensión de las normas correspondientes en el campo de protección contra explosión
- f) Conocimientos básicos de garantía de calidad, incluyendo los principios de trazabilidad de medidas y del calibrado de los instrumentos.

Tales personas deben limitar su participación para la revisión, reparación y reconstrucción en las áreas designadas de competencia y no comprometerse en modificaciones de material protegido contra explosiones sin dirección experta.

El establecimiento de reparación debe nombrar a estas personas, dentro de la organización de la gestión. Hay que tener en cuenta para este nombramiento, que la persona debe contar con conocimientos sobre las normas de protección contra explosiones.

Esta persona será la que asegure que el material revisado o reparado, cumple con la certificación acordada con el usuario.

Los operarios deben poseer, al nivel necesario para ejecutar sus tareas, lo siguiente:

- a) Comprensión de los principios generales de los modos de protección y marcado
- b) Comprensión de aquellos aspectos del diseño del materia que afectan el concepto de protección
- c) Comprensión de la certificación y de las partes de esta norma
- d) Habilidad para identificar las partes de recambio y los componentes autorizados por el fabricante
- e) Familiaridad con las técnicas particulares a ser utilizadas para las reparaciones a las que se refiere esta norma

El mecánico del material debe asegurarse que todos los que toman parte en la reparación o revisión del material certificado, estén formados, experimentados, instruidos y supervisados sobre los trabajos a realizar.

Hay que realizar formación periódica y evaluaciones del nivel de conocimientos en función del tiempo transcurrido en la utilización de la técnica y los cambios normativos o reglamentarios.

En cualquier caso, el intervalo de evaluación no debería exceder de 3 años.

### 8.2.3 Coordinación de actividades empresariales

Según lo establecido en el artículo 6 del R.D. 681/2003, el empresario titular del centro de trabajo, en el que concurra la actuación de varias empresas, establecerá un plan de coordinación de actividades empresariales, cuyo objetivo será la aplicación de las medidas necesarias para proteger la salud de los trabajadores.

A su vez, cada empresario deberá adoptar las medidas necesarias para la protección de la salud y la seguridad de sus trabajadores, incluidas las medidas de cooperación y coordinación a que hace referencia el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales desarrollada por el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, en materia de coordinación de actividades empresariales.

La coordinación de las actividades debe materializarse teniendo en cuenta las siguientes pautas de actuación.

- Información, desde la empresa titular, a los empresarios (trabajadores autónomos incluidos) que desarrollen cualquier actividad en el centro de trabajo de los riesgos y medidas preventivas a adoptar, así como de las situaciones de emergencia que pudieran afectar a las empresas presentes
- Vigilancia del cumplimiento por dichos empresarios de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte del empresario titular
- Información a las empresas concurrentes en el centro de trabajo, de todos aquellos riesgos específicos que generan las actividades que desarrolladas por otras empresas presentes en ese centro de trabajo y que puedan afectar a los

trabajadores de estas. Esa información se obtendrá de la documentación aportada por cada una de las empresas presentes en el centro y que identificarán los riesgos que aparezcan o den lugar a un agravamiento de la situación como consecuencia de la concurrencia.

Para llevar a cabo esta labor, la empresa titular del centro, nombrará una o varias personas responsables de la coordinación de actividades.

Según el Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales, la designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas se considerará medio de coordinación preferente cuando concurren dos o más de las siguientes condiciones:

- Cuando en el centro de trabajo se realicen, por una de las empresas concurrentes, actividades o procesos reglamentariamente considerados como peligrosos o con riesgos especiales, que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores de las demás empresas presentes
- Cuando exista una especial dificultad para controlar las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo que puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves. Cuando exista una especial dificultad para evitar que se desarrollen en el centro de trabajo, sucesiva o simultáneamente, actividades incompatibles entre sí desde la perspectiva de la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Cuando exista una especial complejidad para la coordinación de las actividades preventivas como consecuencia del número de empresas y trabajadores concurrentes, del tipo de actividades desarrolladas y de las características del centro de trabajo.

Para desarrollar adecuadamente la labor de coordinación, el empresario titular debe de responsabilizarse de hacer llegar a la empresa contratada la siguiente documentación.

En esta línea, la empresa titular facilitará a la empresa contratada la siguiente documentación:

- Riesgos propios del centro de trabajo, medidas preventivas
- Información a las empresas concurrentes sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen otras empresas presentes y que puedan afectar a los trabajadores de estas
- Medidas de emergencia
- Información complementaria. Riesgos del área de trabajo
- Medios de coordinación establecidos
- Permisos de trabajo
- Otros.

Las empresas externas que van a realizar algún tipo de actividad en las instalaciones consideradas, tienen la obligación de aportar la siguiente documentación.

Con respecto a las empresas externas que van a realizar algún tipo de actividad en las instalaciones deben aportar, entre otras, la siguiente documentación:

- Acreditación de la realización de la evaluación de riesgos y planificación de la prevención de los trabajos contratados
- Acreditación por escrito de que cada trabajador ha recibido la formación necesaria sobre los riesgos en la ejecución de las tareas consideradas, con especial incidencia en la presencia de atmósferas explosivas
- Acreditación por escrito de que cada trabajador ha recibido la información necesaria sobre los riesgos en la ejecución de las tareas consideradas, con especial incidencia en la presencia de atmósferas explosivas
- Información de los riesgos específicos de las actividades que vayan a desarrollar y que pueden tener una influencia sobre los trabajadores de las otras empresas
- Disponibilidad de los recursos preventivos, en el caso de que así fueran necesarios, de acuerdo al artículo 32.bis de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales modificado por Ley 54/2003 y artículo 22 bis.9 del Reglamento de los Servicios de Prevención modificado por el R.D. 604/2006.

La utilización de equipos de trabajo por parte de las empresas contratadas dentro de las zonas clasificadas, debe tener un apartado en el documento de coordinación por los riesgos que dicha utilización puede generar. De la misma forma, el uso de equipos de protección individual no adecuados puede acarrear serios problemas a la hora de efectuar las diferentes tareas en presencia de mezclas inflamables en el ambiente de trabajo.

Algunos tipos de actividades pueden realizarse en condiciones que requieran del trabajador determinadas aptitudes físicas, como por ejemplo la realización de trabajos en espacios de poca ventilación. Deberían tenerse en cuenta a la hora de los preceptivos exámenes de salud, las circunstancias que van a producirse en el desarrollo de dicho trabajos. Como veremos más adelante en el documento de homologación de la empresa, podría desarrollarse más ampliamente este apartado.

Como documentación complementaria, dadas las especiales características del recinto donde se van a efectuar los trabajos objeto del contrato, la empresa contratada viene obligada a presentar la siguiente documentación:

- Acreditación de la conformidad de los equipos de trabajo utilizados en la realización de los diferentes trabajos, con especial incidencia en el mercado ATEX y su adecuación a las diferentes zonas clasificadas
- Vigilancia de la salud con la aptitud de los trabajadores que van a realizar las diferentes operaciones
- Relación de equipos de protección individual entregados a los trabajadores, haciendo constar su idoneidad para los trabajos efectuados en las zonas clasificadas.

Cuando hay aportación de trabajadores de empresas de trabajo temporal, se tendrá en cuenta lo que el artículo 28 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece en el sentido de que "los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por Empresas de Trabajo Temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios".

Por tanto el empresario tendrá en cuenta lo siguiente:

En aquellas ocasiones en las que se recurra a trabajadores procedentes de una empresa de trabajo temporal, el empresario principal debería de garantizar que se cumple el artículo 4 del Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal y que indica que el trabajador:

- a) Ha sido considerado apto a través de un adecuado reconocimiento de su estado de salud para la realización de los servicios que deba prestar en las condiciones en que hayan de ser efectuados, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en el artículo 37.3 del Reglamento de los Servicios de Prevención
- b) Posee las cualificaciones y capacidades requeridas para el desempeño de las tareas que se le encomienden en las condiciones en que vayan a efectuarse y cuenta con la formación necesaria, todo ello en relación con la prevención de los riesgos a los que pueda estar expuesto, en los términos previstos en el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en sus disposiciones de desarrollo
- c) Ha recibido las informaciones relativas a las características propias del puesto de trabajo y de las tareas a desarrollar, a las cualificaciones y aptitudes requeridas y a los resultados de la evaluación de riesgos a las que hace referencia el artículo 2 de este Real Decreto.

Igualmente, la empresa usuaria informará al trabajador puesto a su disposición de los riesgos existentes para su salud y seguridad, tanto de aquellos que concurren de manera general en la empresa como de los específicos del puesto de trabajo y tareas a desarrollar, y de las correspondientes medidas y actividades de prevención y protección, en especial en lo relativo a las posibles situaciones.

Por último, dentro del procedimiento de coordinación de actividades empresariales, debería incluirse, como un apartado más, la verificación por parte del empresario titular, del grado de conocimiento y cumplimiento de las empresas contratistas sobre la normativa reglamentaria y normas UNE-EN.

Así pues, la norma UNE-EN 60079-19, de obligado cumplimiento según la ITC 029 del vigente R.E.B.T., reconoce la necesidad de exigir un nivel de competencia para la reparación, revisión y reconstrucción del material, por lo que debería requerir de un procedimiento de homologación, por parte de la empresa titular, para cada una de las contrataciones que van a realizar alguna de las operaciones de reparación de los equipos o de las instalaciones, incluyendo la revisión de las mismas.

El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

	A	B	C	D	E	F
	<b>MEDIDAS ORGANIZATIVAS</b>					
	<b>PLANIFICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORA</b>					
	<b>PARA CORTESIA DE CEMENTO MÉRX AMADO</b>					
2	EMPRESA: PINTURAS Y RECLAJES DEL ALUMINIO		INSTALACIÓN:		CORDOBA	
4	<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</b>	<b>PRIORIDAD</b>	<b>RESPONSABLE DE LA ACCIÓN</b>	<b>FECHA PREVISTA REALIZACIÓN</b>	<b>FECHA TERMINACIÓN</b>
5	1	El personal de mantenimiento de las instalaciones contará con la formación específica de acuerdo a la norma UNE 60079-17	1			
8	2	Las Empresas reparadoras cumplirán con los requisitos indicados en la norma 60079-19	1			
9	3	Establecer plan de formación para todos los trabajadores usuarios de las instalaciones clasificadas	2			
10	4	Tener en cuenta lo establecido en los procedimientos de Coordinación de Actividades Empresariales en lo referente a intervenciones en zonas clasificadas	1			
11	5	Señalización de zonas de clasificadas de acuerdo al R.D 681/2008	1			
12						
13	PLANIFICACION BASES	PLANIFICACION POLVO	MEDIDAS ORGANIZATIVAS	HABICADO ELECTRIC		

## 9 Mercado de los equipos

Los organismos notificados son aquellas entidades, laboratorios o institutos de certificación, designados por un estado miembro de entre los de su jurisdicción, que se consideran competentes para asumir la verificación de la conformidad de los productos objeto de las directivas de nuevo enfoque

Para que un organismo pueda ser notificado, debe cumplir las normas de la serie EN 45000 (ISO 17025). Estas normas prevén los requisitos de profesionalidad y competencia que debe cumplir un organismo de certificación o un laboratorio de prueba. Serían el equivalente a las normas EN 29000 (ISO 9000) para una empresa.

En la declaración de conformidad (CoC), deben figurar siempre los organismos notificados que han intervenido en la misma y también las directivas en relación a las cuales cada uno de ellos haya comprobado la conformidad del producto. Los organismos notificados pueden ofrecer sus servicios fuera del territorio responsable de su notificación. Cada directiva señala las situaciones en las que se necesita la intervención de estos organismos.

Cuando a un producto se le establezca un procedimiento de un examen “CE” de tipo, los exámenes y verificaciones deben limitarse al riesgo contemplado por la directiva específica.

El artículo 9 del R.D. 400/96 de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas, establece que “los organismos españoles encargados de efectuar los procedimientos de certificación contemplados en el artículo anterior (que la Directiva denomina

organismos notificados para el conjunto de los Estados miembros de la CE) deberán ser los organismos de control a que se refiere el capítulo I del título III de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, los cuales serán autorizados por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde los Organismos inicien su actividad o radiquen sus instalaciones, aplicándoles procedimientos establecidos en la citada Ley, debiendo reunir los requisitos mínimos establecidos en el anexo XI al presente Real Decreto, así como los demás requisitos establecidos en la citada Ley y normativa de desarrollo que les sea aplicable.”

Según el artículo 8 del mismo R.D. los procedimientos de evaluación de la conformidad de los aparatos serán, según la categoría del equipo:

#### Categoría de aparatos 1

Procedimiento de examen CE de tipo en combinación, según su elección, con el procedimiento relativo a la garantía de calidad de la producción, o el procedimiento relativo a la verificación de los productos.

#### Categoría de aparatos 2

Para los motores de combustión interna y para los aparatos eléctricos de dichos grupos y categorías, el procedimiento de examen CE de tipo en combinación con el procedimiento relativo a la conformidad con el tipo, o bien el procedimiento relativo a la garantía de calidad del producto.

Para los demás aparatos, se seguirá el procedimiento relativo al control interno de la fabricación, y comunicar el expediente previsto a un organismo notificado, que acusará recibo de dicho expediente lo antes posible y que lo conservará.

### Categoría de aparatos 3

Para la fijación del marcado CE, el fabricante o su representante legalmente establecido en la Comunidad, deberá seguir el procedimiento relativo al control interno de la fabricación.

A la marca CE le acompañará el número del organismo notificado que ha realizado la certificación.

La Comisión Electrotécnica Internacional establece un procedimiento de certificación para el material Ex, similar al que existe en la UE. Este certificado se emite por un organismo de certificación (ExCB) sobre la base de un informe de prueba (ExTR) realizado por un laboratorio de pruebas (ExTL), y un certificado de evaluación de la calidad (QAR), realizada igualmente por un organismo de certificación, de tal forma que se certifica que el tipo de equipo se ajusta en todas las iniciativas, a los aspectos de las normas que aparecen en el certificado. En la actualidad hay 43 organismos de certificación que están aprobados para operar como tales y emitir informes de prueba, informes de evaluación de la calidad y el certificado de conformidad IECEx.

Los organismos de certificación puede ser aceptados como tales por el comité de gestión (ExMC) y podrán emitir certificados de conformidad (CoC), informes de prueba e informe de evaluación de la calidad, de acuerdo a las normas especificadas, bajo las siguientes condiciones y procedimientos:

- El organismo de certificación debe estar ubicado en un país participante
- Deberán establecer un certificado reconocido o un sistema de aprobación a nivel nacional para los tipos específicos de protección

- La aptitud se demostrará mediante una evaluación. La competencia general, la eficiencia, la experiencia, el conocimiento de las normas y los tipos o conceptos de protección que figuran en las normas y las facultades para llevar a cabo evaluaciones de la calidad del sistema de gestión, así como el cumplimiento de la norma ISO / IEC 65 serán evaluadas
- El organismo de certificación, debe contar en su organización con un laboratorio de prueba, o bien contratar esta parte del proceso, con uno de los que están aceptados por el comité de gestión.

El laboratorio de ensayo candidato, también deberá ser evaluado. Los asesores aprobados por el comité de gestión llevarán a cabo las evaluaciones. El equipo de evaluación debe estar dirigido por un asesor nombrado por el comité de gestión e incluirá un miembro de un organismo de certificación y un miembro de un laboratorio de prueba.

En la actualidad, no existe en España ningún organismo acreditado para certificar los equipos en el sistema IECEx, laboratorio acreditado o verificación de los sistemas de calidad.

Un producto certificado, puede serlo por un organismo de certificación diferente del que le ha hecho el informe de prueba y el certificado de evaluación de la calidad. Las referencias de las entidades que han intervenido, constan en el propio certificado del equipo.

En la página <http://iecex.iec.ch/iecex/iecexweb.nsf/ExCB%20Public?OpenView> se pueden obtener los datos de los 10.000 productos que a enero del año 2012 se encontraban certificados.

El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

IECEx Certificate of Conformity		
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION IEC Certification Scheme for Explosive Atmospheres <small>for rules and details of the IECEx Scheme visit www.iecex.com</small>		
Certificate No.:	IECEx 02M 11 0200	Issue No. 2
Date:	Current	Certificate expiry:
Date of issue:	2011-08-08	Page 1 of 4
Applicant:	Gowan Industries Pty Ltd 131-142 LIME DRIVE CAMPELLFIELD VIC 3081 Australia	
Electrical Apparatus (Optional description):	0.1% Fluoridated Nitrogen	
Type of Protection:	d	
Rating:	Refer Annex	
Approved for issue on behalf of the IECEx Certification Body:	Ammar Greenberry	
Position:	Principal engineer	
Signature: (Or provide details)	_____	
Date:	_____	
<p>1. This certificate and schedule may only be reproduced in full.                  2. This certificate is not transferrable and remains the property of the issuing body.                  3. The Status and authenticity of this certificate may be verified by visiting the Online IECEx Website.</p>		
<p>Certificate issued by:  <b>Safety In Motion Training and Research Station (SIRTARS)</b>                  2 Smith Street                  ROBINSON QLD 4201                  Australia</p> 		

IECEx Certificate of Conformity		
INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION IEC Certification Scheme for Explosive Atmospheres <small>for rules and details of the IECEx Scheme visit www.iecex.com</small>		
Certificate No.:	IECEx 02M 11 0200A	Issue No. 8
Date of issue:	2011-08-08	Page 2 of 4
Manufacturer:	Gowan Industries Pty Ltd 131-142 LIME DRIVE CAMPELLFIELD VIC 3081 Australia	
<p><b>Manufacturing location(s):</b></p> <p>This certificate is issued as verification that a sample(s), representative of production, was assessed and found to comply with the IEC Standards set below and that the manufacturer's quality system, relating to the its products covered by this certificate, was assessed and found to comply with the IECEx Quality System requirements. This certificate is granted subject to the conditions as set out in IECEx Scheme Rules, IECEx 02 and Operational Documents as amended.</p> <p><b>STANDARDS</b>                  The electrical apparatus and any applicable variations to it specified in the schedule of this certificate and the identified documents, shall conform comply with the following standards:</p> <p>IEC 60079-0: 2004 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 0: General requirements Edition: 4.3                  IEC 60079-1: 2007-04 Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures "d" Edition: 5</p> <p>This certificate does not indicate compliance with electrical safety and performance requirements other than those expressly included in the Standards listed above.</p> <p><b>TEST &amp; ASSESSMENT REPORTS:</b>                  A sample(s) of the equipment listed has successfully met the examination and test requirements as recorded in:  <b>Test Report:</b>                  AUSIM/EXTR11/200900  <b>Quality Assessment Report:</b>                  AUSTS/AQAP/0000008</p>		

Certificado de conformidad

El informe de prueba será preparado y emitido por un laboratorio de pruebas y debe ser aprobado por un organismo de certificación, que registrará el examen, la evaluación y las pruebas llevadas a cabo con el fin de verificar la conformidad de los equipos, de acuerdo a las normas establecidas. El contenido y el diseño del informe, está elaborado por el comité de gestión del sistema IECEx.

El informe de evaluación de la calidad, está destinado a ser el apoyo del certificado de conformidad. Este informe está dirigido a asegurar el cumplimiento de los productos Ex con esas características, que están cubiertos por un informe de prueba. El informe de evaluación de la calidad, tiene una duración limitada (3 años) y puede ser revocado o suspendido si las evaluaciones de seguimiento no son satisfactorias.

Los fabricantes que estén en posesión de un certificado de conformidad, puede solicitar una licencia de conformidad de la marca IECEx y colocarla de acuerdo al reglamento IECEx 04.



El organismo de certificación aprueba el informe de prueba y el informe de evaluación de la calidad. Si la revisión es satisfactoria y si la solicitud incluye la expedición de un certificado de conformidad, el certificado será cursado por el organismo de certificación, de acuerdo con las disposiciones pertinentes. El fabricante y el organismo, conservarán el conjunto de la documentación a que se refiere el certificado.

Los equipos se dividen en diferentes grupos y categorías, en función del uso previsto y del nivel de protección que ofrecen respectivamente.

De acuerdo al tipo de zona se instalarán en función del modo de protección que resulte adecuado, categoría, grupo de gas y temperatura superficial máxima que pueda alcanzar en funcionamiento normal.

En zonas con riesgo de explosión por la eventual presencia de atmósferas explosivas, se debe intentar minimizar la posibilidad de que efectivamente se desencadene una explosión.

Entre otras medidas para conseguir lo anterior, se intentará evitar la activación de fuentes de ignición, para lo cual, es necesario y obligatorio que los equipos destinados a trabajar en dichas áreas de riesgo cumplan con determinadas condiciones de seguridad.

## 9.1 Grupos de aparatos

Según el uso previsto y de acuerdo a la norma UNE-EN 60079-0 y UNE-EN 60079-14, los aparatos se dividen en los siguientes grupos:

**Grupo I:** incluye aquellos aparatos destinados a utilizarse en trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que exista peligro debido al grisú o a polvos explosivos.

**Grupo II:** incluye aquellos aparatos destinados al uso en otros lugares en los que pueda haber peligro de formación de atmósferas explosivas por presencia de gases.

**Grupo III:** incluye aquellos aparatos destinados al uso en otros lugares en los que pueda haber peligro de formación de atmósferas explosivas por presencia de polvo o fibras.

El Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas, considera dos grandes grupos de aparatos en función de su utilización en ambientes en el interior de minas o en el exterior, cuando en ambas situaciones exista la presencia de polvo combustible y grisú, o bien en los lugares, en situaciones diferentes de las anteriores, en los que pueda generarse una atmósfera explosiva.

Esta clasificación ha venido siendo aceptada de forma habitual, englobándose dentro del segundo grupo de aparatos (II) todos aquellos equipos aptos para trabajar tanto en presencia de gases y vapores, como en presencia de polvo o fibras combustibles.

La aparición de la norma UNE-EN 60079-14 en octubre del año 2010 (entró en vigor en julio de 2011), de la norma UNE-EN 60079-0 en junio de 2011, cuya aplicación será efectiva a partir del 1 de junio de 2012 y el erratum UNE-EN 60079-14:2010/AC publicado en enero de 2012, que deroga la norma UNE-EN 61241-14, provoca una nueva clasificación más acorde con el riesgo que generan las diferentes instalaciones donde se generan atmósferas inflamables.

Mantiene por una parte, el mismo grupo para los equipos utilizados en minería, pero introduce una variación en los que se pueden ubicar en situaciones diferentes de esta, de tal forma que hace una distinción entre equipos aptos para trabajar en presencia de gases y vapores y los ubicados en ambientes con presencia de polvo o fibras combustibles.

Este agrupamiento, resulta más lógico, puesto que si por una parte, los equipos para trabajar en presencia de gases y vapores se subdividían a su vez en los grupos IIA, IIB y IIC, en función al valor del intersticio máximo experimental de seguridad (IEMS) y de la corriente mínima de ignición (CMI) que presentaba cada gas y de acuerdo a los criterios que aparecen en las normas UNE-EN 60079-20-1 y IEC 60079-12, resulta también más racional que, parámetros que puedan intervenir en la peligrosidad de las sustancias en forma de polvo o en forma de fibra, como puede ser su conductividad o su presencia en forma de nube, requieran de otro tipo de clasificación.

Así, al igual que en el primer caso, se procede a dividir en tres subgrupos las sustancias en forma de polvo, según se trate de partículas en suspensión (IIIA), (independientemente de su conductividad), sustancias de naturaleza no conductor (IIIB) o por el contrario que se trate de polvo conductor (IIIC), de tal forma que las sustancias englobadas en el subgrupo IIIC tendrían una mayor peligrosidad que las del grupo IIIB y a su vez estas, más que las del IIIA.

## 9.2 Categorías de los equipos

Según el R.D. 400/1996, los equipos del grupo II y III a su vez, en función del grado de seguridad que ofrecen, se dividen en las siguientes categorías:

**Categoría 1:** comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto para su uso previsto en emplazamientos donde sea muy probable que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvo.

**Categoría 2:** comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección alto para su uso previsto en emplazamientos donde sea probable que se produzcan atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvo.

**Categoría 3:** comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección normal para su uso previsto en emplazamientos donde sea poco probable que se produzcan atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvo, y donde, con arreglo a toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración.

Dentro de cada situación, se han venido asignando modos de protección a zonas específicas, puesto que era sabido que no todos los sistemas daban el mismo nivel de garantías. En definitiva, lo que hasta ahora se tenía en cuenta, de acuerdo a la

normativa anteriormente indicada, era la posibilidad de fallo del equipo sin tener en cuenta los efectos de la previsible explosión cuando una fuente de ignición estaba en contacto con la mezcla inflamable.

Realmente no ha sido un error el que se ha venido cometiendo, ya el Real Decreto lo que valora es la fiabilidad de los equipos, no entrando a definir las consecuencias de una explosión sobre las instalaciones o las personas, existiendo una clara vinculación entre los diferentes modos de protección y el tipo de zona, pero sin tener en cuenta los efectos potenciales de una explosión si esta sucede.

Al aparecer el concepto de evaluación de riesgos en una atmósfera explosivas en la Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 1999, cuya trasposición a la normativa española es el Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, es necesario variar el concepto de la asimilación del modo de protección a tipo de zona. En definitiva, para realizar la evaluación de riesgos, será necesario tener en cuenta las consecuencias a fin de obtener el nivel de riesgo, tal y como aparece en este concepto en capítulos anteriores.

Este nivel de riesgo, vendría definido por la probabilidad del fallo del equipo en presencia de una atmósfera inflamable y por las consecuencias que de esa situación se generan, teniendo en cuenta que estas últimas, pueden afectar a los equipos, pero también a las personas que puedan encontrarse presentes.

La realidad, por tanto, es que es más adecuado identificar y marcar los equipos de acuerdo al riesgo que supone la ignición de cada equipo. Esto significa, que en ocasiones será necesario aumentar la protección por encima de los niveles estandarizados, de la misma forma que en función de los efectos esperados de la explosión, pueden hacer que material válido para zona 2 lo podamos instalar en zona 1.

Este concepto es el que aparece en las normas UNE-EN 60079-0, UNE-EN 60079-14 y UNE-EN 60079-26, y viene a establecer un nuevo enfoque en la utilización de los equipos en el sentido de incorporar el concepto EPL como sistema alternativo a los métodos habituales de selección de los materiales Ex. Dicha norma establece 3 niveles de seguridad (a, b y c) asimilables en principio a las categorías de los equipos, pero que mantiene alguna diferencia.

El sistema de niveles de protección del material busca por tanto, indicar el riesgo de ignición inherente al material, sin importar el modo de protección utilizado, pero siempre a través de una correcta evaluación de riesgos.

La designación del material sería:

EPL Ga o EPL Da: para un material que tiene un “muy alto” nivel de protección, aunque este pueda ser o no, fuente de inflamación en condiciones normales de funcionamiento o durante averías anormales.

EPL Gb o EPL Db: para un material que tiene un “alto” nivel de protección, aunque este pueda ser o no, fuente de inflamación en condiciones normales de funcionamiento o durante averías previsibles.

EPL Gc o EPL Dc: para un material que tiene un nivel de protección “aumentado”, que no es fuente de inflamación en condiciones normales de funcionamiento y que puede tener algún modo de protección adicional para garantizar que permanece inactivo como fuente de ignición en el caso de sucesos regulares previsibles.

Una forma por tanto de lograr un nivel de protección EPL Ga, según la norma UNE-EN 60079-26, sería el utilizar dos modos de protección independientes que provean EPL Gb. En teoría, según esta definición, se podrían utilizar cualquier combinación de los modos de protección correspondientes a una categoría 2, pero en la práctica hay una serie de limitaciones que reducen esta posibilidad de composiciones.

La limitación más importante sería que los dos tipos de protección deben basarse en principios diferentes. Es decir la combinación de una envolvente antideflagrante (d) con un relleno pulverulento (q), no sería una solución válida, puesto que ambos modos están basados en la no propagación de la llama.

Las combinaciones válidas, según este principio, serían:

- Seguridad aumentada, “e”, que se encuentra dentro de una envolvente antideflagrante, “d”, (Ex “d” + Ex “e”)
- Seguridad intrínseca, “ib”, que se encapsula para conseguir con el requisito “mb” (Ex “ib” + Ex “mb” )
- Seguridad aumenta, “e” y seguridad intrínseca, “ib”, que está dentro de una envolvente antideflagrante, “d”, (Ex “e ib” + Ex “d”)

- Seguridad intrínseca, “ib”, que se encuentra dentro de una envolvente antideflagrante, “d”, (Ex “ib” + Ex “d”)
- Encapsulado, “mb”, en una envolvente antideflagrante, “d”, (Ex “mb” + Ex “d”)
- Seguridad aumentada, “e”, en un recinto o envolvente con sobrepresión interna, “px”, ( Ex “e” + Ex “px”)
- Seguridad intrínseca, “ib”, en un relleno pulverulento, “q”, (Ex “ib” + Ex “q”)

Otra condición más a aplicar, sería que las entradas del cableado a las envolventes resistan un impacto de 20J, o lo que es lo mismo, un código IK 10.

Un ejemplo de marcado para el material eléctrico dentro de un emplazamiento que requiera un EPL Ga podría ser por tanto:

CE 0158 Ex ia IIC T6 Ga

CE 0158 Ex d + e IIC T4 Ga

El mismo marcado de acuerdo a la directiva ATEX 95 (Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas) para el primero de los casos sería:

CE 0158 2 II G Ex ia IIC T6

En el segundo caso no existiría un marcado equivalente de acuerdo a la anterior directiva.

Es importante tener en cuenta, que el hecho de que un equipo se construya con diferentes modos de protección, no implica su utilización como nivel Ga. Un ejemplo de marcado de este caso sería:

CE 0158  Ex e px IIC 125° (T4) Gb

Lo anterior se correspondería con un equipo que emplea el modo de protección por seguridad aumentada “e” (EPL Gb) y una envolvente presurizada “px” (EPL Gb).

Como vemos, la diferencia estriba en que en el primero de los casos, los modos de protección van separados por el signo “+”, mientras que en el segundo de los casos, no existe dicha separación.

Otra situación sería la de un equipo que se instala en parte en una Zona 0 y en una Zona 1. En ese caso la identificación de los modos de protección vendría separada por una “/”, de tal forma que se correspondería con:

Ex ma/d

Como veremos a continuación, a la hora de identificar el material no eléctrico, esta situación se corresponde precisamente con la que hemos visto anteriormente y que identifica el nivel Ga para el material eléctrico, lo cual puede inducir a confusión.

**Marcado según el modo de protección de la envolvente**

Zona	EPL	Modo de protección material eléctrico gases	Zona	EPL	Modo de protección material eléctrico polvo
<b>0</b>	<b>Ga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad intrínseca "ia"</li> <li>- Encapsulado "ma"</li> <li>- Radiación óptica con seguridad intrínseca "op is"</li> <li>- Fibra óptica protegida y enclavada "op sh"</li> <li>- Dos modos de protección independientes cada uno de acuerdo al EPL "Gb"</li> </ul>	<b>20</b>	<b>Da</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección por envolvente "ta" IP 6x</li> <li>- Seguridad intrínseca "ia "</li> <li>- Encapsulado "ma"</li> </ul>
<b>1</b>	<b>Gb</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inmersión en aceite "o"</li> <li>- Equipos presurizados "px", "py"</li> <li>- Relleno pulverulento "q"</li> <li>- Envolvente antideflagrante "d"</li> <li>- Seguridad aumentada "e"</li> <li>- Encapsulado "mb"</li> <li>- Seguridad intrínseca "ib"</li> <li>- Radiación óptica con seguridad intrínseca "op is"</li> <li>- Fibra óptica protegida y enclavada "op sh"</li> <li>- Fibra óptica protegida "op pr"</li> </ul>	<b>21</b>	<b>Db</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección por envolvente "tb" IP 6x (IIIC, IIIB) IP 5x (IIIA)</li> <li>- Seguridad intrínseca "ib "</li> <li>- Encapsulado "mb"</li> <li>- Equipos presurizados "p"</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Gc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad intrínseca "ic"</li> <li>- Equipo presurizado "pz"</li> <li>- Encapsulado "mc"</li> <li>- Especial para zona 2 "n"</li> <li>- Fibra óptica protegida "op pr"</li> <li>- Otro material eléctrico que en servicio normal no provoque calentamientos superficiales, chispas o arcos.</li> </ul>	<b>22</b>	<b>Dc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección por envolvente "tc" IP 6x (IIIC) IP 5x (IIIA, IIIB)</li> <li>- Seguridad intrínseca "ic"</li> <li>- Encapsulado "mc"</li> <li>- Presurización "p "</li> </ul>

**Marcado según el grupo de material y el modo de protección eléctrico**

<i>Marcado según grupo de material y modo de protección (para presencia de gases)</i>		
<i>Modo de protección</i>	<i>Subdivisión gas</i>	<i>Subgrupo material</i>
e m o p q i d n op is op pr op sh	IIA	IIA, IIB, IIC
	IIB	IIB, IIC
	IIC	IIC

Cuando existe presencia de polvo en el ambiente, la norma UNE-EN 60079-0 considera que se debe utilizar un material distinto y que se denomina grupo III.

Al igual que en el caso de gases se hace una subdivisión como queda dicho anteriormente, esta vez en función de la naturaleza conductora de las sustancia en forma de polvo y su presencia en el ambiente, de tal forma que el grupo IIIA se

correspondería con partículas de polvo combustible en suspensión. El grupo IIIB sería para partículas de polvo no conductor y por último, el grupo IIIC, sería para polvo de características conductoras.

Como en el caso anterior de gases y vapores, la mayor peligrosidad de la situación daría lugar a que el material del grupo IIIC, valdría para su utilización en localizaciones de menor gravedad (grupo III B) y estos a su vez para los del IIIA.

**Marcado según el grupo de material y el modo de protección eléctrico**

<i>Marcado según grupo de material y modo de protección (para presencia de polvo)</i>		
<i>Modo de protección</i>	<i>Subdivisión gas</i>	<i>Subgrupo material</i>
<b>t i m p</b>	<b>IIIA</b>	<b>IIIA, IIIB, IIIC</b>
	<b>IIIB</b>	<b>IIIB, IIIC</b>
	<b>IIIC</b>	<b>IIIC</b>

Por último debe aparecer el marcado con respecto a la temperatura que puede alcanzar el material. Para el caso de temperatura ambiente, si el material alcanza una temperatura que como máximo va a ser la ambiental (de -20 °C a +40 °C) no requiere el marcado del rango. Si va a ser utilizado en rangos diferentes, debería incluir el símbolo  $T_a$  o  $T_{amb}$  junto con el rango de temperatura (ejemplo  $-40\text{ °C} < T_{amb} < 120\text{ °C}$ ).

En lo que se refiere a la temperatura superficial máxima, esta quedaría limitada a los valores que aparecen en la siguiente tabla:

**Marcado según la clase de temperatura**

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

Para el caso de polvo, la temperatura superficial máxima admisible, se determina en función de que la sustancia se encuentre en forma de nube, con lo cual habría que multiplicar por 2/3 la temperatura de inflamación en forma de capa o bien definir la temperatura de inflamación en forma de capa, cuyo valor vendría dado por la ecuación:

$$T_{\max} = T_{5\text{ mm}} - 75\text{ °C}$$

Donde  $T_{5\text{ mm}}$  es la temperatura de inflamación de la capa de polvo de 5 mm.

También la temperatura superficial máxima puede determinarse para una determinada profundidad de la capa de polvo ( $T_U$ ).

Por ejemplo, el marcado T225 °C T<sub>500</sub> 320°C, nos indicaría una temperatura superficial máxima de 225 °C y menor de 320 °C cuando se ensaya con una capa de 500 mm.

En cuanto a la cifra IP (grado de protección de la envolvente), se requiere para las diferentes zonas el siguiente valor:

**Marcado según la cifra de protección "IP"**

Nivel de protección	IIIC	IIIB	IIIA
ta	IP 6X	IP 6X	IP 6X
tb	IP 6X	IP 6X	IP 5X
tc	IP 6X	IP 5X	IP 5X

Por último, los componentes deben estar igualmente marcados. Dichos elementos pueden incluir, por ejemplo, una caja vacía, componentes o montajes de componentes para su uso con material que cumple los requisitos de uno o más modos de protección.

Los componentes pueden montarse:

- Totalmente dentro de la envolvente de un material
- Totalmente fuera de la envolvente de un material

- Parcialmente en el interior y parcialmente en el exterior de la envolvente de un material.

El símbolo “U” se utilizará para marcar un componente y el símbolo “X” se usará para proporcionar un medio de identificación esencial para la instalación, uso y mantenimiento del material que está contenida en el certificado.

Un ejemplo podría ser:

CE 0158  Ex d [ia Ga] IIC Gb U

O lo que es lo mismo, un componente Ex con modo de protección por envolvente antideflagrante (EPL Gd) con un circuito de salida intrínsecamente seguro “ia” (EPL Ga) para un grupo de gas C.

### 9.3 Marcado para el material eléctrico

Con las opciones **marcado equipos eléctricos para gas** y **marcado equipos eléctricos para polvo** del **menú principal**, accederemos a los datos de los equipos ubicados en las diferentes zonas, que como vemos, se han generado directamente.

MARCADO EQUIPOS ELECTRICOS PARA PRESENCIA DE GASES										
POR CONTROL DE © EMÉRITO NÚÑEZ AMADO										
2	EMPRESA: PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIC				INSTALACIÓN: CORDOBA					
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Fuente de escape			Sustancia inflamable		Marcado				
5	NP	Localización	Descripción	Referencia <sup>1</sup>	Nombre	Tipo de Zona 20-21-22	Capacidad del Equipo	Grupo	Temperatura Superficial	Envoltorio
6	1	PISTOLA	CABINA DE PINTURA	1	MEZCLA	ZONA 1	10	IIA	T2	(b d)
7	3	VEHICULO	CABINA DE PINTURA	1	MEZCLA	ZONA 0	10	IIA	T2	(a)
8	3	PISTOLA	CABINA DE PINTURA	1	MEZCLA	ZONA 1 (D)	10	IIA	T2	(a, nC, nL, nE, nF)
9	4	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	3	PINTURA GRIS	ZONA 1 (D)	10	IIA	T2	(b d)
10	5	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	3	PINTURA GRIS	ZONA 2 (D)	10	IIA	T2	(a, nC, nL, nE, nF)
11	6	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	3	DISOLVENTE NITROCELULOSICO	ZONA 1 (D)	10	IIA	T2	(b d)
12	7	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	3	DISOLVENTE NITROCELULOSICO	ZONA 2 (D)	10	IIA	T2	(a, nC, nL, nE, nF)
13	8	ELECTROVALVULA	INSTALACION GAS	4	GAS NATURAL	ZONA 2 (D)	10	IIA	T1	(a, nC, nL, nE, nF)
14	9	VALVULA DE CORTE	INSTALACION GAS	4	GAS NATURAL	ZONA 2 (D)	10	IIA	T1	(a, nC, nL, nE, nF)
15	10	BRECHA DE CONEXION	INSTALACION GAS	4	GAS NATURAL	ZONA 2 (D)	10	IIA	T1	(a, nC, nL, nE, nF)

MARCADO EQUIPOS ELECTRICOS PARA PRESENCIA DE POLVO O FIBRAS										
POR CONTROL DE © EMÉRITO NÚÑEZ AMADO										
17	EMPRESA: PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIC				INSTALACIÓN: CORDOBA					
18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	Fuente de escape			Sustancia inflamable		Marcado				
20	NP	Localización	Descripción	Referencia <sup>1</sup>	Nombre	Tipo de Zona 20-21-22	Capacidad del Equipo	Grupo	Temperatura Superficial	Envoltorio
21	1	MOLINO	INTERIOR MOLINO	1	ALUMINIO	20	10	II	T2	(D 20) (aD), (maD)
22	2	SUPERFICIE DE LA ZONA	ZONA MOIENDA	1	ALUMINIO	22	10	II	T2	(D 22) (bD), (mbD), (pD)
23	2	CINTA	SALIDA MOLINO	1	ALUMINIO	21	10	II	T2	(D 21) (bD), (mbD), (pD)
24	4	CONTENEDOR	CONTENEDOR	1	ALUMINIO	21	10	II	T2	(D 21) (bD), (mbD), (pD)

## 9.4 Marcado para el material no eléctrico

El material no eléctrico igualmente está sujeto a marcado en función del modo de protección seleccionado.

El marcado del material no eléctrico para el nivel 1G (como vemos desaparece la letra “a”) sería:

 0158  II 1G c/k T4

El concepto de la combinación de modos de protección, es pues el mismo, aunque su identificación difiere como vemos con respecto al material eléctrico.

Los modos “d” y “k”, envolvente antideflagrante e inmersión en líquido respectivamente, pueden utilizarse en una Zona 0/20, siempre y cuando vayan acompañados de cualquiera de los modos de protección, seguridad constructiva (“c”) y control de fuentes de ignición (“b”). Estos dos últimos pueden diseñarse tanto para categoría 1, 2 o 3.

Al igual que en el caso de los equipos eléctricos, el material se puede fabricar utilizando varios modos de protección en las diferentes partes del mismo. Con la misma combinación de modos del ejemplo anterior (“c” y “k”) tendríamos que la categoría del material como máximo, sería la 2 ya que el modo “k” por si sólo, solo sería admisible su ubicación en una Zona 1/21, siendo por tanto la categoría 2 la final del conjunto. En este caso no se intercala la “/” entre el identificativo de los dos sistemas.

 0158  II 2G ck T4

En la actualidad, se ha propuesto que el marcado para los equipos no eléctricos, siga las mismas indicaciones que para los equipos eléctricos, al objeto de evitar confusiones.

Por último indicar que, la resistencia al impacto del material no eléctrico, para equipos que pueden soportar un daño mecánico, debe soportar una prueba de 7J, lo cual corresponde a un IK 9.

Zona	Modo de protección material NO eléctrico
<b>0</b>	- Antideflagrantes "d" (*) - Seguridad constructiva "c"
<b>20</b>	- Control fuentes ignición "b" - Inmersión en líquido "k" (*)
<b>1</b>	- Antideflagrantes "d" - Seguridad constructiva "c"
<b>21</b>	- Control fuentes ignición "b" - Inmersión en líquido "k"
<b>2</b>	- Protección por envoltorio de flujo restringido "fr"
<b>22</b>	- Inmersión en líquido "k"
(*) Aplicable solo en combinación con otros modos dependiendo de la evaluación de riesgos de ignición.	

## El documento de protección contra explosiones. Manual de ayuda

En los accesos **marcado equipos no eléctricos gas** y **marcado equipos no eléctricos polvo** del **menú principal** y al igual que para el material eléctrico, se obtiene el marcado de los equipos en función del tipo de zona determinada.

<b>MARCADO EQUIPOS NO ELECTRICOS PARA PRESENCIA DE GASES</b>										
<small>POR CORTESÍA DE © EMÉRITO NÚÑEZ AMADO</small>										
EMPRESA: PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO S.A.					INSTALACIÓN:			CORDOBA		
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	
Fuentes de escape			Sustancia Inflamable			Marcado				
Nº	Localización	Descripción	Referencia <sup>a</sup>	Nombre	Tipo de Zona 0-1-2	Categoría del Equipo	Grupo de gas	Temperatura Superficial	Envolventes	
1	PISTOLA	CABINA DE PINTURA	1	MEZCLA4	ZONA 1	2 G	IIA	T2	(d, c, b, k)	
2	VEHICULO	CABINA DE PINTURA	1	MEZCLA4	ZONA 0	1 G	IIA	T2	(d, c, b, k)	
3	PISTOLA	CABINA DE PINTURA	1	MEZCLA4	ZONA 2 (ED)	3 G	IIA	T2	(fr, k)	
4	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	3	PINTURA GRIS	ZONA 1 (ED)	2 G	IIA	T2	(d, c, b, k)	
5	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	3	PINTURA GRIS	ZONA 2 (ED)	3 G	IIA	T2	(fr, k)	
6	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	2	DISOLVENTE NITROCELULOSICO	ZONA 1 (ED)	2 G	IIA	T2	(d, c, b, k)	
7	RECIPIENTE	CABINA DE PINTURA	2	DISOLVENTE NITROCELULOSICO	ZONA 2 (ED)	3 G	IIA	T2	(fr, k)	
8	ELECTROVALVULA	INSTALACION GAS	4	GAS NATURAL	ZONA 2 (ED)	3 G	IIA	T1	(fr, k)	
9	VALVULA DE CORTE	INSTALACION GAS	4	GAS NATURAL	ZONA 2 (ED)	3 G	IIA	T1	(fr, k)	
10	BRIDA DE CONEXIÓN	INSTALACION GAS	4	GAS NATURAL	ZONA 2 (ED)	3 G	IIA	T1	(fr, k)	

<b>MARCADO EQUIPOS NO ELECTRICOS PARA PRESENCIA DE POLVO O FIBRAS</b>										
<small>POR CORTESÍA DE © EMÉRITO NÚÑEZ AMADO</small>										
EMPRESA: PINTURAS Y RECICLAJE DEL ALUMINIO S.A.					INSTALACIÓN:			CORDOBA		
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	
Fuentes de escape			Sustancia Inflamable			Marcado				
Nº	Localización	Descripción	Referencia <sup>a</sup>	Nombre	Tipo de Zona 20-21-22	Categoría del Equipo	Grupo	Temperatura Superficial	Envolventes	
1	MOLINO	INTERIOR	1	ALUMINIO	20	1 D	III	T2	(d, c, b, k)	
2	SUPERFICIE DE	ZONA	1	ALUMINIO	22	3 D	III	T2	(fr, k)	
3	CINTA	SALIDA MOLINO	1	ALUMINIO	21	2 D	III	T2	(d, c, b, k)	
4	CONTENEDOR	CONTENEDOR	1	ALUMINIO	21	2 D	III	T2	(d, c, b, k)	

### 9.5 Identificación del material reparado mediante marcado. Norma UNE-EN 60079-19 (Anexo A)

El material reparado y revisado debe marcarse en un lugar visible sobre la parte principal. Debe ser legible y duradero teniendo en cuenta todas las condiciones medioambientales relevantes.

El marcado debe incluir:

- Símbolo apropiado
- Número de la norma UNE-EN 60079-19, o nº de la norma nacional equivalente
- El nombre del mecánico o su marca registrada y la certificación del taller, si la hay
- El número de referencia del mecánico relativo a la reparación
- La fecha de la reparación o de la revisión

El marcado puede estar en una placa permanente fijada al material reparado.

En el caso de reparaciones posteriores, la placa de revisión/reparación anterior debe retirarse, haciendo un registro de todos los marcados que contenía.

Si la placa precedente se ha quitado y tenía el símbolo triangular, entonces el símbolo de la placa subsiguiente debería también ser triangular, a menos que el mecánico restaure la totalidad del material en conformidad total con los documentos de certificación.

Todo marcado relativo a la norma sobre protección contra explosiones debe quitarse del material que, después de ser reparado o revisado, no está conforme ni con los documentos de certificación ni con la norma sobre protección contra explosiones, con el acuerdo del usuario.

El material debe marcarse identificando el tipo de reparación o revisión y la persona encargada de realizar dicha operación.

Este marcado debería realizarse en una placa independiente. Las condiciones del marcado pueden ser modificadas, suprimidas o completadas en el caso de que las operaciones realizadas en el material lo modifiquen de tal forma que no cumpla con la norma y con el certificado, o incumpla con este último exclusivamente.

Cuando las normas de fabricación no se conocen por la antigüedad del material, debería realizarse, por una persona competente, una evaluación de la conformidad antes de ser utilizado.

### **9.5.1 Conforme con las especificaciones del fabricante y/o la certificación**

Esta marca será utilizada sólo cuando la reparación o reconstrucción sea conforme con esta norma y el mecánico tenga suficiente evidencia de la total conformidad con los documentos de certificación y/o las especificaciones del fabricante.

R

En caso de utilizar técnicas de reparación o modificación que no están en concordancia con las normas, es necesario determinar por el fabricante y/o la autoridad de certificación si es conveniente utilizar dicho material en presencia de una atmósfera inflamable.

En los casos de que el material incorpore varios modos de protección, se tendrán en cuenta las especificaciones en la reparación que da la norma para cada uno de los modos.

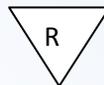
Si se utilizan en una revisión o reparación las partes especificadas por el fabricante o según se especifica en la documentación de certificación, se presume que el material está en conformidad con el certificado.

### 9.5.2 Conforme con las especificaciones pero no con los documentos de certificación

Esta marca será utilizada cuando:

- a) El material se cambia durante la reparación o reconstrucción de tal manera que aún cumple con las restricciones impuestas por esta norma y las normas de protección contra explosiones según las cuales se fabricó, pero el mecánico no tiene evidencia suficiente del total cumplimiento con los documentos de certificación
- b) No se conocen las normas según las cuales el material antes certificado fue fabricado pero se han duplicado los requisitos de esta norma y la edición en curso de las normas relevantes de protección contra explosiones pero el mecánico no tiene evidencia de la total conformidad con los documentos de certificación. Una evaluación, por una persona competente en evaluaciones de material protegido contra explosiones, ha sido llevado a cabo para verificar la conformidad con el nivel de seguridad correspondiente antes de salir del taller de reparación.

En estas situaciones las etiquetas de certificación no deberían quitarse.



Cuando el material, después de la reparación o reconstrucción, no sea conforme a los dos apartados anteriores, es conveniente retirar la etiqueta de certificación del fabricante o alterarla para advertir de que el material no está certificado y por tanto no debería ser utilizado en un emplazamiento donde ocurra una atmósfera explosiva, hasta que no se obtenga un certificado suplementario.

## 10 Glosario

A continuación, se recogen las definiciones que aparecen en la norma UNE-EN 60079-0 Atmósferas explosivas. Equipo. Requisitos generales, norma UNE-EN 60079-10-1. Atmósferas explosivas. Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas, norma UNE-EN 60079-10-2. Atmósferas explosivas. Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo y la Guía de buenas prácticas de carácter no obligatorio para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas.

### **Aparatos**

Máquinas, materiales, dispositivos fijos o móviles, órganos de control e instrumentación, sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por las fuentes potenciales de ignición que los caracterizan, pueden desencadenar una explosión. [Directiva 94/9/CE].

### **Área de descarga de la explosión**

Área geométrica de descarga de un dispositivo de descarga de la presión de explosión.

### **Área de riesgo**

Área en la que pueden formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores afectados. [Directiva 1999/92/CE].

### **Área que no presenta riesgo**

Área en la que no cabe esperar la formación de atmósferas explosivas en cantidades tales que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales. [Directiva 1999/92/CE].

### **Atmósfera explosiva**

Mezcla con el aire, en las condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada. [Directiva 1999/92/CE]. Nótese que, a veces, una atmósfera explosiva según se define en la directiva puede ser incapaz de arder lo bastante rápido para producir una explosión según se define en la norma EN 1127-1.

### **Atmósfera de gas explosiva**

Mezcla con aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gas o de vapor que, después de inflamarse, permite una propagación autosostenida.

### **Atmósfera de polvo explosiva**

Mezcla con aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de polvo, o partículas en suspensión que, después de inflamarse, permite una propagación autosostenida.

### **Atmósfera explosiva peligrosa**

Atmósfera explosiva presente en cantidades peligrosas.

### **Cantidades peligrosas**

Atmósferas explosivas en cantidades tales que suponen un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores. [Directiva 1999/92/CE].

Por regla general, 10 litros de atmósfera explosiva constituidos en una masa coherente en un espacio cerrado ya deben considerarse cantidad peligrosa, independientemente del tamaño del local.

### **Categoría**

Clasificación de los materiales en función del grado de protección necesario. [Directiva 94/9/CE].

### **Categoría de aparatos**

Los aparatos y sistemas de seguridad pueden estar diseñados para una atmósfera explosiva determinada. En tal caso, debe marcarse la categoría de aparatos a que corresponden. [Directiva 94/9/CE].

### **Clase de temperatura**

Los medios de trabajo se clasifican en clases de temperatura según su temperatura máxima de superficie. De manera análoga, se efectúa una clasificación de los gases según su temperatura de ignición.

### **Clasificación de las áreas de riesgo**

Las áreas de riesgo se clasifican en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se producen atmósferas explosivas y la duración de las mismas. [Directiva 1999/92/CE].

### **Componentes Ex**

Parte de un material eléctrico o de un módulo (que no sea un prensaestopas Ex) marcado con el símbolo “U”, que no está previsto utilizarse solo y que requiere una consideración adicional cuando se incorpore a un material eléctrico o a un sistema para su uso en atmósferas explosivas.

### **Concentración límite en oxígeno**

Concentración máxima de oxígeno en una mezcla de una sustancia inflamable con aire en la que no se produce una explosión, en condiciones de ensayo determinadas. [EN 1127-1].

### **Condiciones atmosféricas**

Por regla general, se entiende por condiciones atmosféricas una temperatura ambiente entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $60^{\circ}\text{C}$  y un intervalo de presiones de 0,8 bar a 1,1 bar. [Directrices ATEX, Directiva 94/9/CE].

### **Densidad relativa de un gas o un vapor**

Relación entre la densidad de un gas o de un vapor y la densidad del aire en las mismas condiciones de presión y temperatura.

### **Descarga de la explosión**

Medida de protección que limita la presión de explosión mediante evacuación de las mezclas no quemadas y de los productos de combustión abriendo aberturas predeterminadas, para que un recipiente, lugar de trabajo o edificio no quede sometido a una sollicitación superior a su resistencia prevista a las explosiones.

**Dispositivo de descarga de la explosión**

Dispositivo que obtura una abertura de descarga durante el funcionamiento normal y la abre en caso de explosión.

**Dossier de verificación**

Conjunto de documentos que recopilan la conformidad de los equipos eléctricos y de las instalaciones.

**Emplazamiento no peligroso**

Es un espacio en el que no se prevé la presencia de una atmósfera explosiva en una cantidad tal como para requerir precauciones especiales de construcción, instalación y utilización de aparatos.

**Emplazamiento peligroso**

Es un espacio en el que una atmósfera explosiva está o puede estar presumiblemente presente en una cuantía tal, como para requerir precauciones especiales de construcción, instalación y utilización de aparatos.

**Empresario**

Cualquier persona física o jurídica que sea titular de la relación laboral con el trabajador y tenga la responsabilidad de la empresa y/o establecimiento. [Directiva 89/391/CEE].

**Energía mínima de inflamación de una mezcla aire/polvo explosiva**

Energía más baja almacenada en un condensador que con su descarga es suficiente para provocar la inflamación de la mezcla más susceptible a la inflamación de un polvo dado bajo condiciones de ensayo específicas.

### **Envolvente**

Todas las paredes, puertas, tapas, prensaestopas, barras, ejes etc. que contribuyen al modo de protección y/o al grado de protección IP del material eléctrico.

### **Envolvente estanca al polvo**

Envolvente capaz de excluir la penetración de depósitos de partículas de polvo observables.

### **Envolvente protegida contra polvo**

Envolvente en la que no está totalmente excluida la penetración de polvo, pero es improbable que penetre en cantidad suficiente como para interferir con el funcionamiento seguro del material y que dentro de la envolvente no se acumula en una posición donde sea capaz de causar un peligro de inflamación.

### **EPL (*Equipment Protection Level*) Nivel de protección del material**

Nivel de protección asignado al material en función de su riesgo de convertirse en una fuente de ignición y que distingue las diferencias entre las atmósferas de gas explosivas, atmósferas de polvo explosivas, y las atmósferas explosivas en las minas de grisú.

### **ePL Ga**

Material para atmósferas de gas explosivas, con un “muy alto” nivel de protección, que no es una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento, en caso de averías previsibles o en caso de averías extrañas.

**ePL Gb**

Material para atmósferas de gas explosivas, con un “alto” nivel de protección, que no es una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento o en caso de averías previsibles.

**ePL Gc**

Material para atmósferas de gas explosivas, con un nivel de protección “aumentado”, que no es una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento y que puede tener alguna protección adicional para asegurar que permanece inactivo como una fuente de ignición en el caso de incidentes regulares previsibles (como por ejemplo que se funda una lámpara).

**ePL Da**

Material para atmósferas de polvo explosivas, con un “muy alto” nivel de protección, que no es una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento, en caso de averías previsibles o en caso de averías extrañas.

**ePL Db**

Material para atmósferas de polvo explosivas, con un “alto” nivel de protección, que no es una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento o en caso de averías previsibles.

**ePL Dc**

Material para atmósferas de polvo explosivas, con un nivel de protección “aumentado”, que no es una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento y que puede tener alguna protección adicional para asegurar que

permanece inactivo como una fuente de ignición en el caso de incidentes regulares previsibles (como por ejemplo que se funda una lámpara).

### **Equipo de trabajo**

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo. [Directiva 89/655/CEE].

### **Explosión**

Reacción brusca de oxidación o de descomposición, que produce un incremento de temperatura, de presión o de las dos simultáneamente. [EN 1127-1].

### **Extensión de la zona**

Distancia en cualquier dirección desde la fuente de escape al punto donde la mezcla de gas/aire se ha diluido por el aire a un valor por debajo del límite inferior de explosividad.

### **Fuente de escape**

Es un punto o lugar desde el cual se puede escapar a la atmósfera gas, vapor, líquido inflamable, polvo o fibras combustibles de tal forma que se puede formar una atmósfera explosiva.

### **Fuente de ignición**

Una fuente de ignición transmite a una mezcla explosiva una cantidad determinada de energía capaz de propagar la ignición en dicha mezcla.

### **Fuente de ignición efectiva**

A menudo la efectividad de las fuentes de ignición se subestima o no se reconoce. Su efectividad, esto es, su capacidad para encender una atmósfera explosiva, depende

entre otras cosas de la energía de la fuente de ignición y de las propiedades de la atmósfera explosiva. En condiciones distintas de las atmosféricas, las propiedades que determinan la ignición pueden cambiar; así por ejemplo, la energía mínima de ignición de las mezclas con mayor contenido de oxígeno aumenta en potencias de diez.

### **Funcionamiento normal**

Es la situación en la que los equipos operan dentro de sus parámetros de diseño y uso dentro de los límites especificados por el fabricante.

### **Gas licuado inflamable**

Material inflamable almacenado o manejado como líquido y el cual a temperatura ambiente y a presión atmosférica, es un gas inflamable.

### **Gas o vapor inflamable**

Gas o vapor, que mezclado con el aire en ciertas proporciones, formará una atmósfera de gas explosiva.

### **Grado de dispersión**

Medida del reparto (más fino) de una sustancia gaseosa o líquida (fase dispersa) en otra sustancia líquida o gaseosa (medio de dispersión) sin enlace molecular como aerosol, emulsión, coloide o suspensión.

### **Grado de escape**

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

- a) Grado continuo
- b) Grado primario
- c) Grado secundario.

**Grado de escape continuo**

Es un escape que se produce de forma continua o presumiblemente durante largos periodos.

**Grado de escape primario**

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

**Grado de escape secundario**

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

**Grado de protección de la envolvente, IP**

Clasificación numérica de acuerdo a la norma IEC 60529 precedida por el símbolo IP aplicada a la envolvente del material eléctrico para proporcionar:

- Protección a las personas contra el contacto o aproximación a partes activas y contra partes móviles dentro de la envolvente
- Protección de los materiales eléctricos contra la penetración de objetos sólidos extraños
- Cuando la clasificación así lo indique, protección del material eléctrico contra las perjudiciales entradas de agua.

**Grupo de aparatos**

El grupo de aparatos I está formado por aquellos destinados a trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que puede haber peligro debido al grisú y/o al polvo combustible. El grupo de aparatos II está

compuesto por aquellos destinados al uso en otros lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas. [Directiva 94/9/CE].

### **Grupo de explosión**

En función de su intersticio límite (la capacidad de penetración de una llama de explosión por un intersticio determinado se determina en un aparato normalizado) y de su energía de encendido, los gases y vapores se subdividen en tres grupos: IIA, IIB, IIC, siendo IIC el grupo con el menor intersticio límite.

### **Intersticio experimental máximo de seguridad IEMS**

Es el mayor intersticio de una junta de 25mm de longitud que impide toda transmisión de una explosión en transcurso de 10 ensayos realizados según las condiciones de finidas en la Norma IEC 60079-1.

### **Intersticio de junta antideflagrante**

Distancia entre las correspondientes superficies de una junta antideflagrante cuando la envolvente del aparato eléctrico está ensamblada.

### **Junta antideflagrante**

Lugar donde las superficies correspondientes de dos partes de una envolvente o la parte común de las envolventes se juntan, e impiden la transmisión de una explosión interna a la atmósfera explosiva circundante a la envolvente.

### **Límites de explosividad**

Cuando la concentración de la sustancia inflamable suficientemente dispersa en aire rebasa cierto valor mínimo (límite inferior de explosividad), es posible una explosión. La explosión ya no se produce cuando la concentración de gas o vapor ha superado cierto valor máximo (límite superior de explosividad).

Los límites de explosividad se modifican en condiciones distintas de las atmosféricas. El rango de concentración entre los límites de explosividad suele ampliarse, por ejemplo, con el aumento de presión y el aumento de temperatura de la mezcla. Sólo puede formarse una atmósfera explosiva sobre un líquido inflamable si la temperatura de la superficie del líquido rebasa cierto valor mínimo.

**Límite inferior de explosividad**

Límite inferior del rango de concentración de una sustancia inflamable en aire en el que puede producirse una explosión. [EN 1127-1].

**Líquido inflamable**

Líquido capaz de producir un vapor inflamable en todas las condiciones de operación previsibles.

**Límite superior de explosividad**

Límite superior del rango de concentración de una sustancia inflamable en aire en el que puede producirse una explosión. [Definición basada en la norma EN 1127-1].

**Longitud de junta antideflagrante, L**

Camino más corto a través de una junta antideflagrante entre el interior y el exterior de una envolvente antideflagrante.

**Material inflamable (sustancia inflamable)**

Material que es auto inflamable o es capaz de producir gas, vapor o niebla inflamables.

**Mezcla explosiva**

Mezcla de un material combustible finamente dispersado en la fase gaseosa con un oxidante gaseoso en la que, tras su ignición, puede propagarse una *explosión*. Si el oxidante es aire en condiciones atmosféricas, se habla de *atmósfera explosiva*.

**Mezcla híbrida**

Mezcla de sustancias inflamables con aire en diferentes estados físicos, por ejemplo de metano y de polvos de carbón con aire. [EN 1127-1].

**Modo de protección “n”**

Modo de protección aplicado a un material eléctrico de manera que, en funcionamiento normal y en ciertas condiciones anormales especificadas, no pueda inflamar una atmósfera circundante.

**Modo de protección encapsulado “m”**

Modo de protección en el que las piezas susceptibles de provocar la inflamación de una atmósfera explosiva por chispa o calentamiento están encerradas en un compuesto, de manera que se evita la inflamación, en condiciones de funcionamiento o de instalación.

**Modo de protección envolvente antideflagrante a prueba de explosión “d”**

Envolvente en la que las partes que pueden inflamar una atmósfera explosiva están encerradas y que resiste la presión desarrollada durante una explosión interna de una mezcla explosiva y que impide la transmisión de la explosión a la atmósfera circundante a la envolvente.

**Modo de protección inmersión en aceite “o”**

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

**Modo de protección relleno pulverulento “q”**

Modo de protección en el que las partes susceptibles de inflamar una atmósfera explosiva están en posición fija y están completamente rodeadas por un material de relleno de manera que se evite la inflamación de una atmósfera explosiva externa.

El modo de protección puede que no impida la penetración de la atmósfera explosiva circundante en el material y en los componentes Ex. Y que se inflame a causa de los circuitos. Sin embargo, se impide la explosión exterior debido a los pequeños volúmenes libres en el material de relleno y debido a la extinción de una llama que pudiera propagarse a través de los intersticios del material de relleno.

**Modo de protección seguridad aumentada “e”**

Modo de protección que se aplica a material eléctrico por el que se adoptan medidas adicionales para obtener un aumento de la seguridad frente a la posibilidad de que se produzcan temperaturas excesivas y a la aparición de arcos y chispas en servicio normal o en condiciones anormales específicas.

**Modo de protección seguridad intrínseca “i”**

Modo de protección basado en la limitación de la energía eléctrica en el material y en los cables de interconexión expuestos a la atmósfera potencialmente explosiva a un nivel por debajo del que puede provocar la inflamación por chispa o por efecto térmico.

**Modo de protección sobrepresión interna “p”**

Técnica que consiste en impedir la penetración de la atmósfera exterior a la envolvente del material, manteniendo en el interior de ella un gas de protección a una presión superior a la atmósfera exterior.

**Niebla inflamable**

Gotas pequeñas de líquido inflamable dispersas en el aire de forma que originen una atmósfera explosiva.

**Partículas combustibles en suspensión**

Partículas sólidas, incluidas las fibras, de tamaño nominal superior a 500 µm que pueden estar suspendidas en el aire y podrían asentarse fuera de la atmósfera bajo su propio peso.

**Polvo**

Término genérico que incluye tanto el polvo combustible como las partículas combustibles en suspensión.

**Polvo combustible**

Partículas sólidas finamente divididas, de tamaño nominal de 500 µm o menos, que pueden estar suspendidas en el aire, pueden depositarse por la acción de su propio peso, pueden arder o ponerse incandescentes y pueden formar mezclas explosivas con el aire en condiciones normales de presión atmosférica y temperatura.

**Polvo conductor**

Polvo combustible con resistividad eléctrica menor o igual a  $10^3 \Omega \cdot m$ .

**Polvo no conductor**

Polvo combustible con resistividad eléctrica mayor a  $10^3 \Omega \cdot m$ .

**Presión (máxima) de explosión**

Máxima presión obtenida en un recipiente cerrado durante la explosión de una atmósfera explosiva, en condiciones de ensayo determinadas. [EN 1127-1].

**Presión de vapor**

Presión existente cuando un sólido o líquido está en equilibrio con su propio vapor. Es función de la sustancia y la temperatura.

**Punto de combustión**

Temperatura por encima de la cual debe contarse con la presencia de una mezcla explosiva debido a la formación de gases de combustión. [VDI 2263].

**Punto de destello**

La más baja temperatura de un líquido a la cual, bajo ciertas condiciones normalizadas, un líquido desprende vapores en tal cantidad que se puede formar una mezcla vapor/aire inflamable.

**Resistencia a la presión de explosión**

Propiedad de los recipientes y aparatos diseñados para resistir la presión de explosión esperada sin deformación permanente. [EN 1127-1].

**Resistencia al choque de la presión de explosión**

Propiedad de los recipientes y aparatos diseñados para resistir la presión esperada, sin rotura, pero permitiendo una deformación permanente. [EN 1127-1].

### **Sistemas de protección**

Dispositivos, distintos de los componentes de los aparatos definidos anteriormente, cuya función es la de detener inmediatamente las explosiones incipientes y/o limitar la zona afectada por una explosión, y que se ponen en el mercado por separado como sistemas con funciones autónomas. [Directiva 94/9/CE].

**Nota:** Por "sistemas de protección" se entienden también los sistemas de protección integrados puestos en circulación conjuntamente con un aparato.

### **Sustancias capaces de formar atmósferas explosivas**

Las sustancias inflamables se consideran capaces de formar atmósferas explosivas a no ser que el análisis de sus propiedades demuestre que, mezcladas con el aire, no son capaces por sí solas de propagar una explosión. [Directiva 1999/92/CE].

### **Sustancia inflamable**

Es una sustancia que es autoinflamable o es capaz de producir un gas, vapor o niebla inflamables.

### **Tamaño de partícula**

Diámetro nominal de una partícula de polvo.

### **Tasa de escape**

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

### **Temperatura de autoignición o autoinflamación (Ignition temperature, TMI)**

Es la temperatura mínima, a presión atmosférica en la cual la sustancia arde sin necesidad de una fuente de ignición.

**Temperatura de ebullición**

Temperatura de un líquido hirviendo a una presión ambiente de 101.3kPa (1013bar).

**Temperatura de ignición (punto de ignición)**

Temperatura mínima a la que, en condiciones de ensayo específicas, un líquido emite suficiente gas o vapor combustible para inflamarse momentáneamente en presencia de una fuente de ignición efectiva. [EN 1127-1].

**Temperatura de ignición de una capa de polvo**

Temperatura más baja de una superficie caliente en la que la inflamación se produce en una capa de polvo de espesor especificado en una superficie caliente.

**Temperatura de ignición de una nube de polvo**

Mínima temperatura de la pared interna caliente de un horno en el que la inflamación se produce en una nube de polvo del aire contenido en su interior.

**Temperatura de inflamación de una atmósfera de gas explosiva**

La menor temperatura de una superficie caliente a la que puede producirse la inflamación de una sustancia inflamable en forma mezcla de gas o vapor con aire, en las condiciones especificadas conformes con la Norma IEC 60079-4.

**Temperatura superficial máxima**

Máxima temperatura que alcanza cualquier parte o superficie de un material eléctrico en servicio en las condiciones más adversas.

- Para el material eléctrico en una atmósfera de gas explosiva, esta temperatura puede producirse en un componente interno o en la superficie exterior de la envolvente, dependiendo del modo de protección empleado

- Para los aparatos eléctricos en una atmósfera de polvo, esta temperatura se produce en la superficie exterior de la envolvente y puede incluir una determinada condición de la capa de polvo.

### **Tipo de protección contra ignición**

Medidas particulares adoptadas en equipos de trabajo para evitar la ignición de una atmósfera explosiva ambiental. [Definición basada en la Norma EN 50014].

### **Trabajador**

Cualquier persona empleada por un empresario, incluidos los trabajadores en prácticas y los aprendices, con exclusión de los trabajadores al servicio del hogar familiar. [Directiva 89/391/CEE].

### **Uso conforme con su destino**

Uso de aparatos, sistemas de protección y dispositivos de los contemplados en el apartado 2 del artículo 1 conforme con los grupos y categorías de aparatos, siguiendo todas las indicaciones proporcionadas por el fabricante y necesarias para garantizar el funcionamiento seguro de los aparatos. [Directiva 94/9/CE].

### **Zona**

Los emplazamientos peligrosos son clasificados en zonas basándose en la frecuencia de aparición y en la duración de la presencia de una atmósfera explosiva gaseosa. Véase "Clasificación de las áreas de riesgo".

## **11 Normativa de referencia y bibliografía**

## 11.1 Normativa de referencia

- **Legislación**

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- R.D. 400/1996. Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas
- Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas
- R.D. 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- R.D. 216/1999 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal
- R.D. 842/2002. Reglamento electrotécnico de baja tensión
- R.D. 681/2003. Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas
- R.D. 171/2004 por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales

- R.D. 1644/2008 por el que se establecen las normas de comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE
- **Normas UNE-EN de obligado cumplimiento**
  - UNE-EN 60079-10-1 Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas
  - UNE-EN 60079-10-2 Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo
  - UNE-EN 60079-14 Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas
  - UNE-EN 60079-14/AC: 2012 Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalación eléctricas
  - UNE-EN 60079-17 Atmósferas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas
  - UNE-EN 60079-19 Atmósferas explosivas. Parte 19: Reparación, revisión y reconstrucción de material

## 11.2 Bibliografía

- **Referencias bibliográficas**

- The RASE Project. Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipment. Methodology for the Risk Assessment of Unit Operations and Equipment for Use in Potentially Explosive Atmospheres
- Guía de buenas prácticas de carácter no obligatorio para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas
- Guía modelo del plan de prevención para el sector papelero
- BIA REPORT 13/97 Combustion and explosion characteristics of dusts
- Electrical Apparatus and Hazardous Areas. Robin Garside
- ND 2313-216-09 del Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)

- **Otras normas UNE-EN, NTP y documento IEC**

- UNE 202003-20 Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 20: Datos de gases y vapores inflamable en relación con uso de material eléctrico
- Informe UNE 202007:2006 IN Guía de aplicación de la norma UNE-EN 60079-10. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Clasificación de emplazamientos peligrosos

- UNE-EN 1127-1 Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología
- UNE-EN 13463-1 Equipos no eléctricos destinados a atmosferas potencialmente explosivas. Parte 1 Requisitos y metodología básica
- UNE-EN 14373 Sistemas de supresión de explosiones
- UNE-EN 14460 Equipos resistentes a las explosiones
- UNE-EN 14491 Sistemas de protección por venteo de explosiones de polvo
- UNE-EN 14797 Dispositivos de venteo de explosiones
- UNE-EN 14994 Sistemas de protección por venteo contra las explosiones de gas
- UNE-EN 15089 Sistemas de aislamiento de explosión
- Norma UNE-EN 60079-0 Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 0: Requisitos generales
- EN 60079-20-1 Atmósferas explosivas. Características de los materiales. Clasificación de los gases y vapores, métodos y datos de ensayo
- UNE-EN 60079-26 Atmósferas explosivas. Material con nivel de protección de material (EPL) Ga
- IEC 60079-12 Material eléctrico para atmósferas explosivas. Parte 12: clasificación de las mezclas de gases o vapores y aire de acuerdo a su intersticio máximo experimental de seguridad y corriente mínima de ignición

- NTP 330 Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente
- NTP 826 El documento de protección contra explosiones (DPCE)
- NTP 876 Evaluación de los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas (ATEX)
- IECEx 01 General. Reglas de procedimiento
- IECEx 02 Sistema de certificación de los equipos. Reglas de procedimiento
- IECEx 03 Certificado de servicio de instalaciones. Reglas de procedimiento
- IECEx 04 Marca de conformidad. Reglas de procedimiento
- IECEx 05 Certificado de competencia personal. Reglas de procedimiento
- Taller sobre riesgos derivados de la presencia de atmósferas explosivas



gàlicia

