



Recomendaciones que debe hacer el empresario en zonas ATEX*

OSVALDO LÓPEZ SANDE

Licenciado en Derecho.

Asesor general y adjunto a Gerencia.

Grupo SEMACE

GONZALO CASTILLO EGUÍA

Ingeniero Industrial. Gerente SEMACE

Canarias, S. L.

SUMARIO

A partir del 1 de julio de 2003 entraron en vigor las Directivas 94/9/CE y 99/92/CE, también llamadas ATEX-100 y ATEX-137, transpuestas a la legislación nacional por medio de los Reales Decretos 400/96 y 681/03, respectivamente .

El Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas potencialmente explosivas en el lugar de trabajo, va a afectar a un gran número de empresas, ya que las atmósferas potencialmente explosivas se generan en procesos productivos de una gran variedad de sectores de producción.

Se ha de fomentar la información sobre este tema a fin de que empresarios y asociaciones de empresarios, tomen conciencia y actúen cuanto antes, para cumplir lo dictado en el Real Decreto, por ello, en este artículo pretendemos orientar al empresario en los pasos y recomendaciones que debe seguir para cumplir con sus obligaciones.

Palabras clave: Atmósferas potencialmente explosivas, clasificación de zonas, evaluación de riesgos, plan de acciones preventivas.

*ATEX: Atmósferas explosivas.

INTRODUCCIÓN

Se entiende por atmósfera explosiva toda mezcla con aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, después de una ignición, la combustión se propaga hacia la mezcla no quemada.

El término no es aplicable cuando el riesgo de explosión proviene de sustancias inestables, como explosivas y sustancias pirotécnicas, o cuando la mezcla explosiva está fuera de lo que se entiende como condiciones atmosféricas normales, por lo que se excluye a los procesos en condiciones hiperbáricas.

Entonces, para que se produzca una explosión debe coincidir la atmósfera explosiva y una fuente de ignición.

La atmósfera explosiva es la mezcla de la sustancia combustible y un oxidante en un intervalo de concentración determinado, y si ésta se encuentra en un espacio confinado o parcialmente confinado, con la sola presencia de las posibles fuentes de ignición puede iniciarse la reacción.

La definición de atmósfera explosiva y las condiciones que se plantean para iniciar su reacción parecen de fácil comprensión. Ahora bien, la complejidad empieza a manifestarse cuando la definición se aplica a los procesos reales de fabricación, manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias potencialmente explosivas.

¿Dónde se produce una atmósfera explosiva?

Química



En la industria química se transforman y emplean gases, líquidos y sólidos inflamables en multitud de procesos. En estos procesos pueden formarse mezclas explosivas.

Vertederos



En los vertederos pueden formarse gases inflamables. Para evitar que éstos escapen de manera incontrolada y puedan llegar a encenderse, se requieren importantes medidas técnicas.

Compañía de generación de energía



Con el transporte, la molienda y el secado de carbones troceados, no explosivos en contacto con el aire, se generan polvos de carbón que sí pueden formar mezclas explosivas polvo/aire.

Compañía de eliminación de residuos



Los gases de digestión generados en el tratamiento de aguas residuales en depuradoras pueden formar mezclas explosivas gas/aire.

Compañías de suministro de gas



En caso de escapes de gas natural por fugas o similares pueden formarse mezclas explosivas gas/aire.

Industria de la madera



En el trabajo de piezas de madera se generan polvos de madera que pueden formar mezclas explosivas polvo/aire, por ejemplo, en filtros o en silos.

Talleres de esmaltado



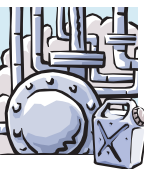
La neblina de pulverización que se forma en el esmaltado de superficies con pistolas de pintura en cabinas de lacado, al igual que los vapores de disolventes liberados, puede provocar una atmósfera explosiva en contacto con el aire.

Agricultura



En algunas explotaciones agrícolas se utilizan instalaciones de generación de biogás. En caso de liberarse biogás, por ejemplo, debido a fugas, pueden formarse mezclas explosivas biogás/aire.

Refinerías



Los hidrocarburos manejados en las refinerías son todos ellos inflamables y, según su punto de inflamación, pueden provocar atmósferas explosivas incluso a temperatura ambiente. El entorno de los equipos de transformación petrolífera casi siempre se considera zona con riesgo de explosión.

Elaboración de metales



En la fabricación de piezas de moldeo metálicas, su tratamiento de superficie (amolado) puede generar polvos metálicos explosivos, sobre todo en el caso de

los metales ligeros. Estos polvos metálicos pueden provocar riesgos de explosión en filtros.

Industria alimentaria



El transporte y almacenamiento de cereales en grano, azúcar, etc., puede generar polvos explosivos. Si éstos se aspiran y separan en filtros, puede aparecer una atmósfera explosiva en el filtro.

Industria farmacéutica



En la producción farmacéutica a menudo se emplean alcoholes como disolventes. También pueden utilizarse sustancias activas y auxiliares explosivas, por ejemplo, lactosa.

Empresas de reciclado



El tratamiento de residuos reciclables puede entrañar riesgos de explosión por envases no vaciados por completo de su contenido de gases o líquidos inflamables, o por polvos de papel o materias plásticas.

¿QUÉ TIPOS DE INSTALACIONES SE CONSIDERAN ATEX?

Se consideran ATEX (según el Real Decreto 842/2002 ITC-BT-29) los emplazamientos con gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables. Por ejemplo:

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
- Garajes y talleres de reparación de vehículos, con más de cinco vehículos.
- Interior de cabinas de pintura con pistolas de pulverización y su entorno cercano.
- Secaderos de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Zonas de lavanderías y tintorerías con líquidos inflamables.

- Instalaciones donde se producen, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
- Salas de bombas o compresores para gases o líquidos inflamables.
- Interiores de refrigeradores y congeladores con materias inflamables en recipientes abiertos o poco consistentes.

Se consideran ATEX los emplazamientos con polvos y fibras (cereales, grano y derivados, almidón, heno y fertilizantes, azúcar, cacao, leche y huevo en polvo, especias y harinas, carbón y coque, azufre, productos metálicos, rayón y otras fibras sintéticas, algodón, etc.) en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables. Por ejemplo:

- Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de las industrias alimentarias, químicas y farmacéuticas.
- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.).
- Almacenes y muelles de expedición (sacos o contenedores).
- Zonas de tratamiento de textiles, como algodón.
- Plantas de fabricación y procesamiento de fibras.
- Plantas desmotadoras de algodón.
- Plantas de procesamiento de lino.
- Talleres de confección.
- Industrias de procesamiento de madera, tales como carpinterías.

Se exceptúa donde la actividad se desarrolla sin personal en relación de dependencia.

DISPOSICIONES LEGALES QUE REGULAN LAS OBLIGACIONES DE LOS EMPRESARIOS EN EL MARCO DEL REAL DECRETO 681/03

El Real Decreto 681/03 no constituye una norma autónoma, sino que remite a las directivas ATEX para saber qué hay que hacer, y a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales para saber quién lo debe hacer y cómo se debe hacer, fijando así el marco legal y el marco jurídico.

En materia de marco legal transcribe al derecho español los contenidos de la Directiva 99/92/CE (ATEX 137), e incorpora su cumplimiento, con carácter obligatorio, al derecho español a partir de 1 de julio de 2003.

Por otra parte, fija el marco jurídico en el que se ha de desenvolver el cumplimiento de estas Directivas. En este campo remite a la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y sus normas reglamentarias y complementarias.

Ninguna de las obligaciones que asume el empresario estarán fuera de este doble enfoque. El primero fija el contenido de sus obligaciones, que no son otras que preservar la salud y seguridad de sus trabajadores cuando éstos desempeñen su tarea en zonas con atmósferas potencialmente explosivas. No habiendo otro objetivo, sus obligaciones son: evitar, impedir o mitigar las consecuencias de una explosión sobre la salud y seguridad de sus trabajadores.

El empresario deberá tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo para impedir la formación de atmósferas explosivas, según el Real Decreto 681/2003

Como es lógico, todo esto se desarrolla dentro del marco jurídico fijado por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/95). Su desarrollo debe estar a cargo exclusivamente de entidades de prevención acreditadas ante la autoridad laboral y fiscalizado por la Inspección de Trabajo. Concretamente, el ámbito de aplicación, control y sanción depende del Ministerio de Trabajo y de los organismos equivalentes de las Comunidades Autónomas.

Todo ello sin perjuicio de la competencia de los tribunales civiles y penales cuando se estimara la existencia de responsabilidades en el campo civil o penal.

La ATEX 137 se deriva de la 89/391/CEE, Directiva Marco de Seguridad, Salud e Higiene, la cual ha dado lugar a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las disposiciones del Real Decreto 681/2003 se aplicarán sin perjuicio de las disposiciones más rigurosas o específicas establecidas en la normativa específica que sea de aplicación, es decir, ATEX 137 y Ley 31/95.

Como complementaria y específica a los equipos instalados en atmósferas explosivas está la Directiva 94/9/CE (ATEX 100).

Los equipos eléctricos y no eléctricos que se instalen en lugares donde se pueden formar atmósferas explosivas deben cumplir unos requisitos, obtener una certificación y ser marcados conforme a las disposiciones dictadas por el Real Decreto 400/96 que traspone la Directiva 94/9/CE.

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL EMPRESARIO

En el artículo 8 del Real Decreto 681/2003, «obligaciones del empresario», dice que con objeto de prevenir las explosiones, de conformidad con el artículo 15 de la ley de PRL, el empresario deberá tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo para impedir la formación de atmósferas explosivas, o atenuar los efectos perjudiciales para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores.

Las obligaciones del empresario son:

- Impedir la formación de atmósferas explosivas.
- Evitar la ignición de atmósferas explosivas.
- Atenuar los efectos perjudiciales de una explosión.

Estas medidas deberán combinarse siguiendo el mismo principio, del artículo 16 de la Ley de PRL 31/1995.

Estableciendo como obligación del empresario la evaluación concreta de los riesgos de explosión, teniendo en cuenta al menos:

- La probabilidad de formación y la duración de las atmósferas explosivas.
- La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición, incluida la descarga electrostática.
- Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
- Las proporciones de los efectos previsibles.

Se tendrán en cuenta no sólo los emplazamientos en los que se pueda crear una atmósfera explosiva, sino

también los lugares que estén o puedan estar en contacto con ellos mediante apertura, conductos, etc.

¿QUÉ DEBE HACER EL EMPRESARIO?

El empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos cuando se trata de actividades que por su peligrosidad pongan en riesgo a los trabajadores, según el artículo 31 de la Ley PRL 31/95, «Servicios de prevención»

En el artículo 12 del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/1997), se dice que las actividades preventivas para cuya realización no resulte suficiente la designación de uno o varios trabajadores deberán ser desarrollados a través de uno o varios servicios de prevención propios o ajenos. Por ejemplo: cuando existan atmósferas potencialmente explosivas.

Dependiendo del tamaño de la empresa por su número de trabajadores, el empresario puede disponer de su servicio de prevención propio, si bien en todos los casos debe estar auditado por un servicio de Prevención ajeno (SPA).

El empresario deberá recurrir a un SPA cuando; existan actividades peligrosas y no concurren las circunstancias que determinan la creación de un servicio de Prevención propio (SPP).

El empresario deberá acudir a un SPA cuando en su actividad fabril existan zonas potencialmente explosivas para que realice una evaluación de los riesgos que su actividad derive en dichas zonas.

El SPA tiene la obligación y responsabilidades de proporcionar al empresario el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo.

Ahora, bien, la evaluación de riesgos en atmósferas explosivas debe cumplir una serie de pasos fundamentales:

– Identificación de los riesgos: el punto fundamental es el conocimiento de los datos y la seguridad de las materias y sustancias.

– Posibilidad de formación de atmósferas explosivas: se trata de valorar las probabilidades de la existencia de la atmósfera explosiva; si no se puede valorar, se debe suponer que está siempre presente.

– Presencia y probabilidad de una fuente de ignición: se genera una lista de posibles fuentes de ignición eficaces para iniciar una explosión: UNE-EN-1127/98

– Efectos posibles: deben valorarse todas las condiciones sobre los efectos producidos por una explosión.

– Estimación del riesgo: no existen recetas generales, sino que debe analizarse cada caso particular.

– Medidas para reducir los riesgos: principio y métodos para eliminar o reducir el riesgo.

– La evaluación de riesgos en atmósferas explosivas: tiene un condicionante fuerte con cada caso en particular y, sobre todo, de gran conocimiento tecnológico del proceso y técnico de las medidas de reducción de riesgos.

La Ley permite al empresario y a los SPA en casos específicos donde la evaluación de riesgos sea bastante compleja (artículo 19 del Reglamento de los Servicios de Prevención, Real Decreto 39/1997. «Funciones de las entidades especializadas que actúen como servicios de prevención») que, sin perjuicio de que se puedan subcontratar los servicios de otros profesionales o entidades, cuando sea necesario para la realización de actividades que requieran conocimientos especiales o instalaciones de gran complejidad, el empresario pue-

En la prevención y protección contra explosiones, el recurso más utilizado para identificar las fuentes de riesgo es la utilización de listas de comprobación, análisis de los modos y efectos de fallos, análisis de errores de manipulación, análisis de riesgos y operabilidad tipo HAZOP.

de contratar con una entidad, con el conocimiento del SPA correspondiente, los servicios de empresas especializadas en atmósferas explosivas para que se efectúe un diagnóstico técnico y una sugerencia de actuación que permita que tanto la evaluación de riesgos y el documento contra explosiones como las medidas de prevención y protección sean las adecuadas y económicamente satisfactorias.

¿CÓMO DEBE DESARROLLAR ESTAS OBLIGACIONES?

El artículo 3 del Real Decreto 681/2003 dice que el empresario deberá tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo en función del tipo de actividad, siguiendo un orden de prioridades y conforme a los principios básicos:

– Impedir la formación de atmósferas explosivas, o cuando la naturaleza de la actividad no lo permita,

– Evitar la ignición de atmósferas explosivas.

– Atenuar los efectos perjudiciales de una explosión de forma que se garantice la salud y la seguridad de los trabajadores.

Estas medidas se combinarán o completarán, cuando sea necesario, con medidas contra la propagación de las explosiones. Se revisarán periódicamente y, en cualquier caso, siempre que se produzcan cambios significativos.

Para desarrollar estas medidas, el empresario debe seguir una metodología de implantación que desarrolle completamente el capítulo 2 de las obligaciones del empresario.

La evaluación de los riesgos se debe hacer siempre para cada caso particular, y debemos seguir los siguientes pasos:

1. Identificación de los riesgos.
2. Concentración y características de las atmósferas explosivas.
3. Presencia y posibilidad de fuentes de ignición.
4. Estimación del riesgo.
5. Medidas de reducción de los riesgos.

Identificación de los riesgos

– Los datos de seguridad ayudan a identificar los riesgos, poniendo en evidencia si las sustancias son inflamables y cuál es su facilidad de ignición.

– Para la identificación de los riesgos en cualquier empresa donde se desarrollen procesos que generen zo-

nas potencialmente explosivas es necesario conocer cuáles son los productos que intervienen, así como los procesos que se desarrollan.

– Información necesaria son las fichas técnicas de los productos que produzcan e intervienen, los subproductos que se generan y los productos terminados que se obtienen. Para los procesos se deben recoger todos los diagramas de flujo que intervienen en la producción.

– Características físicas, como temperatura y presión, influyen en los límites de explosividad, así como las concentraciones de polvo y su dispersión en el aire, pueden crear atmósferas potencialmente explosivas. Por lo que, dependiendo de las concentraciones de los gases, vapores y nieblas en recintos donde la ventilación no existe, el riesgo de explosión aumenta. En cambio, para polvo combustible, cuanto menor mezcla con aire menor es el riesgo de explosión.

– Se recomienda establecer metodologías en el análisis de los riesgos de explosión que contribuyan a examinar la seguridad de las instalaciones y procedimientos de una manera sistemática. Y, además, se deben adoptar técnicas participativas basadas en la experiencia. En la prevención y protección contra explosiones, el recurso más utilizado para identificar las fuentes de riesgo es la utilización de listas de comprobación, análisis de los modos y efectos de fallos, análisis de errores de manipulación, análisis de riesgos y operabilidad tipo HAZOP.

Concentración y características de las atmósferas explosivas

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas. Algunos de estos materiales y sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire.

La concentración de las sustancias, susceptibles de crear una atmósfera explosiva, representan un peligro potencial dependiendo de su mezcla con el aire.

Características

- El punto de ignición.
- Los límites de explosividad (LIE, LSE).
- La concentración límite en oxígeno (CLO).
- La energía mínima de ignición.
- La temperatura mínima de ignición de una atmósfera explosiva.
- La temperatura mínima de ignición de una capa de polvo.

Para determinar la presencia de fuentes de ignición se debe comparar la capacidad de la fuente para producir la ignición con las características de la ignición de la sustancia inflamable.

– La presión máxima de explosión (Pmáx.).

– La velocidad máxima de incremento de la presión de explosión [(dp/dt)máx.].

– El intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS).

APARTADO 2 DEL ANEXO 1 DEL REAL DECRETO 681/2003

Atendiendo a las características y concentraciones de las atmósferas explosivas, las áreas de riesgo se clasifican por zonas, teniendo en cuenta la frecuencia de producirse y su duración.

Para gases, vapores y nieblas:

Zona 0

Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva, consistente en una mezcla de aire de sustancias inflama-

bles en forma de gas, vapor o niebla, está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

Zona 1

Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva, consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.

Zona 2

Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva, consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.

Para nubes de polvo combustible

Zona 20

Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

Zona 21

Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.

Zona 22

Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

Presencia y posibilidad de fuentes de ignición

Determinar la presencia y la posibilidad de que existan fuentes de ignición que sean capaces de producir la ignición de la atmósfera explosiva y determinar los efectos posibles de una explosión.

Para determinar la presencia de fuentes de ignición se debe comparar la capacidad de la fuente para producir la ignición con las características

de la ignición de la sustancia inflamable. Además, se debe estimar la probabilidad de aparición de fuentes de ignición efectivas, por ejemplo, las operaciones de mantenimiento y limpieza.

Aunque estimar la probabilidad de que existan fuentes de ignición es bastante complejo, se puede suponer que la fuente de ignición está siempre presente y de esta forma clasificar por la frecuencia con que puedan aparecer, por ejemplo:

– **ALTA.** Fuentes de ignición que pueden aparecer constante o frecuentemente.

– **MEDIA.** Fuentes de ignición que pueden aparecer en circunstancias raras.

– **BAJA.** Fuentes de ignición que pueden aparecer en circunstancias muy raras.

Las fuentes de ignición, según la Norma UNE-EN 1127/98, son las siguientes:

1. SUPERFICIES CALIENTES (hornos, calefacciones, tuberías calientes, lubricación insuficiente...).

2. LLAMAS Y GASES CALIENTES (sopletes, fumar, partículas sólidas incandescentes...).

3. CHISPAS DE ORIGEN MECÁNICO (fricción, choque, abrasión, herramientas...).

4. MATERIAL ELÉCTRICO (chispas eléctricas, corrientes de compensación...).

5. CORRIENTES ELÉCTRICAS PARÁSITAS.

6. ELECTRICIDAD ESTÁTICA (generación de carga eléctrica por contacto).

7. RAYOS Y ARCOS ELÉCTRICOS (al interrumpirse un circuito eléctrico).

8. ONDAS de RADIOFRECUENCIA (104 – 3x1011 Hz) (móviles, radios, walkies...).

9. ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS (3x1011 – 3x1015 Hz).

10. RADIACIONES IONIZANTES.

11. ULTRASONIDOS.

12. COMPRESIÓN ADIABÁTICA Y ONDAS DE CHOQUE.

13. REACCIONES EXOTÉRMICAS (incluyendo autoignición de polvos).

Estimación del riesgo

La importancia del posible daño se puede estimar teniendo en cuenta:

– **La naturaleza de lo que se debe proteger.** Personas, bienes o ambiente.

– **La gravedad de las lesiones o del daño a la salud.** El daño se considera ligero normalmente cuando es

reversible, y serio cuando es irreversible. En esta escala, la mayor gravedad corresponde a lesiones que acarrean la muerte.

– **La extensión del daño.** Para cada equipo, proceso o máquina se debe considerar si los posibles daños afectarán a una o a varias personas.

La estimación de los posibles efectos de una explosión viene determinada fundamentalmente por dos elementos:

– La severidad del posible daño. (consecuencias).

– La probabilidad de que ocurra este daño (probabilidad de las fuentes de ignición).

La severidad del posible daño (consecuencias) puede ser expresada en los siguientes niveles:

– **Muy grave ó alta.** «Muerte, am-

putaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales para personas y pérdidas o daños considerables de instalaciones, maquinarias y obra civil.»

– **Grave o media.** «Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores para personas y daños en menor cuantía a instalaciones, maquinaria y obra civil.»

– **Leve o baja:** «Daños superficiales (cortes y magulladuras pequeñas, irritación de ojos para personas y leves daños a instalaciones, maquinaria y obra civil, pero sin pérdida de producción o paro de la actividad.»

El producto de la probabilidad por las consecuencias, denominado Nivel de Riesgo, se gradúa en cinco categorías que se obtienen de la Tabla 1:

TABLA 1

ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL RIESGO		CONSECUENCIAS		
		leve o baja	grave o media	muy grave o alta
Probabilidad	BAJA	Trivial	Tolerable	Moderado
	MEDIA	Tolerable	Moderado	Importante
	ALTA	Moderado	Importante	Severo

TABLA 2

Trivial, IV	No se requiere acción específica.
Tolerable, III	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado, II	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medias para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias altas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante, I	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Severo	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Los niveles de riesgos indicados en la Tabla 1 forman una base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones.

En la Tabla 2 se muestra el criterio seguido como punto de partida para la toma de decisión: las acciones a realizar para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse dichas medidas deben ser proporcionales al nivel de riesgo y al número de trabajadores afectados en cada caso.

El valor estimado de cada riesgo lleva aparejado unas medidas correctoras a implantar por parte de la empresa. El criterio de priorización en el tiempo de dichas medidas, que también queda reflejado en la Tabla 2, es el siguiente:

TABLA 3

Nivel de riesgo	Prioridad
Trivial	Prioridad IV
Tolerable	Prioridad III
Moderado	Prioridad II
Importante	Prioridad I

Medidas de reducción de los riesgos

La necesidad de reducir o eliminar los riesgos en atmósferas potencialmente explosivas conduce de una manera inmediata a los tres principios fundamentales de prevención y protección contra explosiones.

– Prevención:

1. Evitar atmósferas explosivas, modificando la concentración de la atmósfera inflamable.
2. Evitar cualquier posible fuente de ignición efectiva.

– Protección:

3. Limitar los efectos de las explosiones a un nivel aceptable mediante medidas de protección de tipo constructivo.

De esta forma, el procedimiento de la evaluación de riesgos y la clasificación de las zonas potencialmente explosivas queda determinado.

En el artículo 5, «Obligaciones generales» del Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, el empresario tomará las medidas necesarias en los lugares y ambientes de trabajo en los que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades tales que puedan

poner en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores; se asegure, mediante el uso de los medios técnicos apropiados, una supervisión adecuada de dichos ambientes, con arreglo a la evaluación de riesgos, mientras los trabajadores estén presentes en aquéllos.

1.- Medidas de prevención de carácter organizativo:

- a) Programa de mantenimiento.
 - b) Ruta de limpieza.
 - c) Permisos de soldadura y corte.
- Herramientas.
- d) Instrucciones de servicio.
 - e) Programa de formación del personal.
 - f) Cualificación del personal.
 - e) Examen y vigilancia.
 - g) Señalización de las atmósferas potencialmente explosivas.



Medidas de preventivas de carácter general:

– *Superficies calientes.* Entre las superficies calientes con funcionamiento normal figuran, por ejemplo, las calefacciones, determinados materiales eléctricos, tuberías calientes, etc. Entre las superficies calentadas por funcionamiento defectuoso cabe citar, por ejemplo, el sobrecalentamiento por fricción debido a una lubricación insuficiente.

– *Llamas y gases calientes.* Tanto las propias llamas como las partículas sólidas incandescentes pueden producir la ignición de una atmósfera explosiva. Las llamas, incluso las muy pequeñas, figuran entre las fuentes de ignición más efectivas, por lo que deben excluirse totalmente en las áreas de riesgo de las zonas 0 y 20. En las

zonas 1, 2, 21 y 22 sólo podrán tolerarse las llamas que estén confinadas de manera segura (véase EN 1127-1).

– *Chispas de origen mecánico.* Los procesos de fricción, choque y abrasión con participación de herrumbre o metales ligeros (por ejemplo, aluminio y magnesio) y sus aleaciones pueden iniciar una reacción aluminotérmica (reacción "Thermite") capaz de producir chispas particularmente inflamables.

– *Reacción química.* He aquí algunas medidas de protección adecuadas para la prevención:

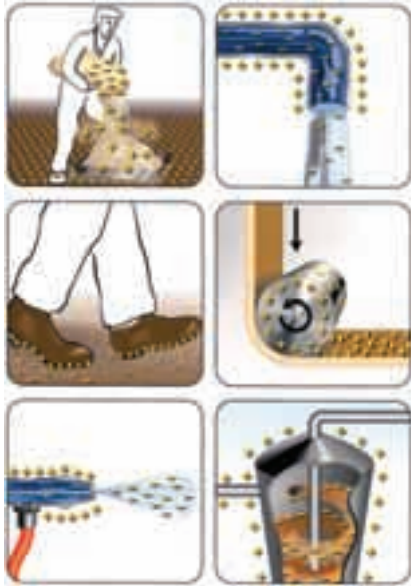
- Inertización.
- Estabilización.
- Mejora de la evacuación del calor, por ejemplo, repartiendo las sustancias en cantidades unitarias más pequeñas o mediante técnicas de almacenamiento espaciado.
- Regulación de la temperatura de la instalación.
- Almacenamiento a temperaturas ambientales inferiores.
- Limitación de los tiempos de permanencia a tiempos inferiores a lo necesario para inducir la ignición del polvo.

– *Material eléctrico.* Las fuentes de ignición posibles en instalaciones eléctricas son las provocadas, incluso con tensiones pequeñas, por chispas eléctricas (por ejemplo, al abrir y cerrar circuitos eléctricos y por corrientes de compensación) y por superficies calientes.

– *Electricidad estática.* En procesos de separación con participación de al menos un material de resistencia eléctrica específica superior a 109 Ω.m, o de objetos con una resistencia superficial superior a 109 Ω.m pueden producirse descargas de electricidad estática con capacidad de ignición si se dan determinadas condiciones. En la figura siguiente se presentan diferentes maneras en que pueden producirse cargas electrostáticas por separación de cargas:

- Poner a tierra los objetos e instalaciones conductoras.
- Llevar calzado apropiado en suelos de revestimiento apropiado, de manera que la resistencia eléctrica de una persona contra la tierra no supere los 108 Ω.m en total.
- Evitar materiales y partes de escasa conductividad eléctrica.
- Reducir las superficies no conductoras.
- En los procesos de transporte y llenado de polvos, evitar los tubos y recipientes metálicos conductores revestidos por dentro de aislamiento eléctrico.

– **Limitación de la concentración.** Los gases y polvos sólo tienen capacidad de explosión dentro de ciertos límites de concentración en mezcla con aire. En determinadas condiciones operativas y ambientales es posible mantenerse fuera de estos límites de explosividad. En este caso no habrá riesgo de explosión si se garantiza el cumplimiento seguro de estas condiciones.



Gases y vapores. Se recomienda la máxima ventilación y estar por debajo de los límites de explosividad LIE.

Nieblas y polvos. Se recomienda la limpieza por medios técnicos adecuados y con el concepto siempre de aspiración.

explosiones a través de una llama en el caso de una llama estabilizada ardiendo sobre o cerca del elemento apaga-llamas.

– **Supresores de detonaciones.** Son dispositivos que pueden soportar las sollicitaciones mecánicas y térmicas de las detonaciones e impiden la propagación de la detonación a la vez que actúan como supresores de deflagraciones (por ejemplo, los arrollamientos metálicos con o sin absorción del choque de la detonación, los dispositivos de seguridad por inmersión y los sellados hidráulicos).

– **Dispositivos antirretroceso.** Son dispositivos en los que se impide el retroceso de la llama mediante un dispositivo que detiene totalmente la circulación de la mezcla si el caudal cae por debajo de un valor mínimo (por ejemplo, una válvula de control de caudal). Estos dispositivos se utilizan en el sistema de circulación aguas arriba de los quemadores.

– **Barreras extintoras.** Para impedir la propagación de la explosión en los conductos de las canalizaciones se puede detener la explosión mediante la inyección de agentes extintores.

– **Medidas de protección contra la explosión.** Los sistemas de protección y componentes se deben diseñar y construir de manera que se limiten los efectos de una explosión a un nivel seguro:

– **Construcciones resistentes a la explosión.** Los aparatos, sistemas de protección y componentes resistentes a la presión de una explosión deben resistir la presión prevista de la explosión

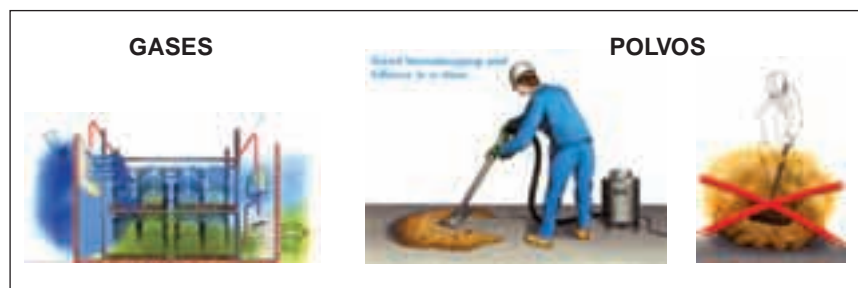
ción de los aparatos, sistemas de protección y componentes.

La superficie de descarga necesaria de un sistema de descarga depende principalmente de:

- La resistencia del aparato.
- La violencia de la explosión (normalmente caracterizada en términos de velocidad máxima de incremento de la presión y de presión máxima de la explosión).
- La presión de actuación del dispositivo de descarga.
- El tipo y el peso del dispositivo de descarga.
- El volumen y la geometría del recipiente.
- Las dimensiones de las canalizaciones que prolongan la descarga (si se utilizan).
- La turbulencia inicial o inducida en el recipiente.

Siempre que sea posible, la descarga de presión debería seguir un camino corto y en línea recta. Se deberían tener en cuenta las fuerzas de reacción que aparecen debido a la descarga de presión.

Los sistemas de descarga de presión se deben instalar de manera que impidan las lesiones del personal por el proceso de descarga.



• Medidas preventivas a la propagación de la explosión:

– **Supresores de deflagraciones.** Estos dispositivos impiden la transmisión de una explosión a través de las llamas y resisten a la presión de la explosión y a las sollicitaciones de la temperatura de la deflagración.

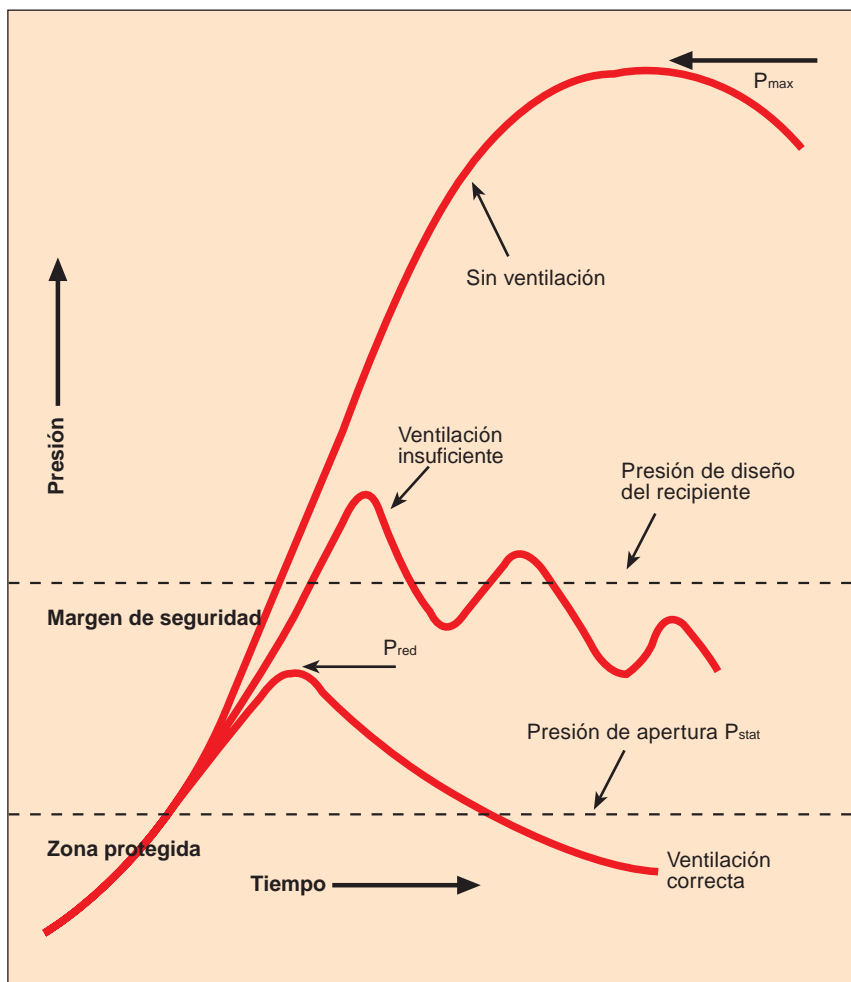
– **Apagallamas resistentes a la combustión de larga duración.** Estos dispositivos impiden la transmisión de las

sin que se produzcan deformaciones permanentes o que puedan quedar deformados de manera permanente.

– **Descargas de explosión.** La descarga de la explosión es un principio de protección que conduce a reducir la presión de explosión mediante la descarga de la mezcla quemada e inquemada y del gas de combustión. Esto se consigue disponiendo aberturas suficientes para evitar la destruc-

– **Supresión de la explosión.** Los sistemas de supresión de la explosión consisten esencialmente en un sistema de detección que pone de manifiesto el inicio de la explosión y de los sistemas extintores a presión cuyas aberturas se activan por el sistema de detección. El contenido de los sistemas extintores se inyecta rápidamente en los aparatos, sistemas de protección y componentes a proteger y se distribuye de la manera más uniforme posible. Esto conduce a la extin-

DIAGRAMA DE DESTRUCCIÓN DE RECIPIENTES.



ción de las llamas de la explosión y a la reducción de la presión de explosión para proteger la estructura de los aparatos, sistemas de protección y componentes.

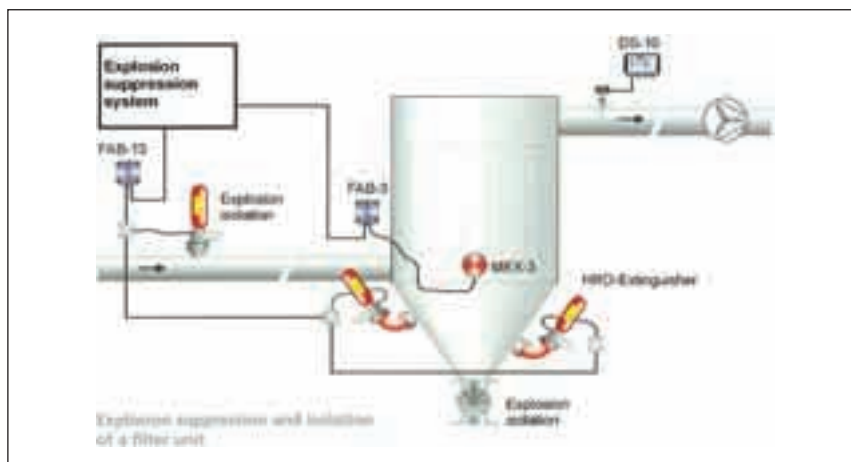
Si se utiliza la supresión de la explosión, los efectos de una explosión están limitados generalmente al inte-

rior de los aparatos, sistemas de protección y componentes.

– Aplicaciones de los sistemas de control de procesos:

Las medidas de protección contra explosiones descritas hasta ahora se pueden mantener, vigilar y accionar

SISTEMA DE SUPRESIÓN DE LA EXPLOSIÓN.



mediante dispositivos de seguridad, control y regulación (en lo sucesivo, denominados sistemas de control de procesos, SCP). Por lo general, pueden utilizarse SCP para prevenir la aparición de *atmósferas explosivas peligrosas*, evitar las *fuentes de ignición* o atenuar los efectos nocivos de una explosión.

– Fuente de ignición. Control de la superficie caliente y mantenimiento de una temperatura mediante SCP.

– Atmósfera explosiva: Accionamiento de un ventilador cuando se alcanza la concentración máxima admisible de gas.

Estos dispositivos deben cumplir con el Real Decreto 400/96, que es la transposición de la Directiva 94/9/CE.

¿QUÉ DOCUMENTOS DEBEN DESARROLLARSE?

Todo lo anteriormente citado debe ser reflejado en un documento llamado «Documento de protección contra explosiones», que se debe mantener actualizado. Ese documento debe reflejar:

– Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión.

– Que se tomarán medidas adecuadas para la protección.

– Que las áreas han sido clasificadas en zonas de conformidad.

– Las áreas en las que se aplicarán los requisitos mínimos de seguridad citados posteriormente.

– Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizarán y mantendrán teniendo en cuenta la seguridad.

Este documento se debe elaborar antes de que comience el trabajo y se revisará siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos o en la organización del trabajo.

La estructura de este documento es la siguiente:

Descripción del lugar de trabajo y de los sectores de actividad

El lugar de trabajo se subdivide en sectores de actividad. En el documento de protección contra explosiones se describen los sectores de actividad en los que existe peligro de *atmósfera explosiva*.

La descripción puede incluir, por ejemplo, nombre de la empresa, tipo de instalación, denominación del edifi-

cio o del local, responsables de la empresa y número de trabajadores.

Las particularidades constructivas y geográficas pueden documentarse visualmente, por ejemplo, mediante planos de situación y planos de instalaciones. Deben incluirse las salidas de emergencia y las vías de evacuación.

Descripción de los procesos y/o actividades

Los procesos correspondientes deben describirse con un texto breve acompañado, en su caso, de un diagrama del proceso. Esta descripción debe incluir todos los datos importantes para la protección contra explosiones: descripción de los pasos de trabajo, incluidos el arranque y la parada, resumen de los datos de diseño y funcionamiento (por ejemplo, temperatura, presión, volumen, rendimiento, frecuencia de giro, carburante), en su caso, tipo y envergadura de los trabajos de limpieza y, si procede, datos sobre la ventilación del local.

Descripción de las sustancias utilizadas/parámetros de seguridad

Se trata de describir, en particular, qué sustancias provocan la formación de una *atmósfera explosiva* y en qué

condiciones del procedimiento se produce ésta. En este lugar resulta útil incluir una lista de los *parámetros de seguridad* pertinentes para la protección contra explosiones.

Presentación de los resultados de la evaluación de los riesgos

Debe describirse dónde puede aparecer una atmósfera explosiva. Puede establecerse una distinción entre el interior de las partes de las instalaciones y el entorno. Debe tenerse en cuenta no sólo el funcionamiento normal, sino también la puesta en marcha/parada y la limpieza, así como las disfunciones. En su caso, también se incluirá el modo de proceder cuando haya cambios en los procedimientos o productos. Las zonas de riesgo (zonas) pueden presentarse tanto mediante texto como gráficamente mediante un plano de zonas.

– En este apartado se exponen también los riesgos de explosión (véase el capítulo 2). Aquí resulta útil describir el modo de proceder aplicado en la determinación de los riesgos de explosión.

Medidas de prevención y protección adoptadas para la protección contra explosiones

A partir de la evaluación de riesgos, en este apartado se presentarán las medidas que se imponen para la protección contra explosiones. Debe mencionarse explícitamente el principio de protección perseguido, por ejemplo, «prevención de fuentes de ignición efectivas», etc. Puede resultar de interés una división en medidas técnicas y organizativas.

Realización de las medidas de protección contra explosiones

El documento de protección contra explosiones debe reflejar quién es la persona responsable o encargada de la aplicación de determinadas medidas (también para la elaboración o actualización del documento). Asimismo debe indicar en qué momento es preciso aplicar las medidas y cómo se controla su eficacia.

Coordinación de las medidas de protección contra explosiones

Cuando en un mismo lugar de trabajo ejerzan su actividad empresarios de varias empresas, cada empresario

El documento de protección contra explosiones debe reflejar quién es la persona responsable o encargada de la aplicación de determinadas medidas (también para la elaboración o actualización del documento).

será responsable de los ámbitos sometidos a su control. El empresario responsable del lugar de trabajo será quien coordine la realización de las medidas de protección contra explosiones, e incluirá en su documento de protección contra explosiones información más detallada sobre las medidas y las modalidades de realización de esta coordinación.

Anexo del documento de protección contra explosiones

El anexo puede contener, por ejemplo, certificaciones de examen CE de tipo, declaraciones de conformidad «CE» de fabricantes, fichas de datos de seguridad, instrucciones de funcionamiento de aparatos, combustible o equipos técnicos, o información análoga. También pueden incluirse aquí, por ejemplo, los planes de mantenimiento pertinentes a efectos de la protección contra explosiones.

¿CÓMO SE DEBEN SEÑALIZAR LAS ZONAS DE RIESGOS?

Características intrínsecas:

1. Forma triangular.
2. Letras negras sobre fondo amarillo, bordes negros (el amarillo deberá

Dependiendo del tamaño de la empresa, según el número de trabajadores, el empresario puede disponer de un servicio de prevención propio, si bien en todos los casos debe estar auditado por un servicio de prevención ajeno.

cubrir como mínimo, el 50 por ciento de la superficie de la señal).



Zona con riesgos de atmósferas explosivas.

Ejemplo práctico de clasificación de zonas

El empresario deberá clasificar las zonas en áreas donde puedan formarse atmósferas explosivas. Sirva este ejemplo de una clasificación tipo para gases vapores y nieblas, por una parte, y polvo combustible, por otra. Además de tener en cuenta las disposiciones mínimas que establece el Anexo II del Real Decreto 681/2003 con respecto a los aparatos, máquinas y equipos de protección que se instalen en la clasificación de las zonas siguiendo el Real Decreto 400/96.

Clasificación:

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- 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.
- Directiva 94/9/CE del Consejo, de 23 de marzo de 1994, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan 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. BOE 85, de 8 de abril de 1996.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, de 8 de noviembre de 1995.
- Reglamento del Servicio de Prevención, Real Decreto 39/1997, de 17 de enero de 1997.
- UNE-EN 1127-1 (1998). Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.
- UNE-EN 1050 (1997). Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1998). *Evaluación de Riesgos Laborales*. www.mtas.es/insht.

Quando en un mismo lugar de trabajo ejerzan su actividad empresarios de varias empresas, cada empresario será responsable de los ámbitos sometidos a su control.

GAS			
Zona	Gráfico	Categoría	Requerimiento de protección
0		Un G requerido	Dos medios independientes de protección
1		Dos G requerido Un G posible	Un medio independiente de protección
2		Tres G requerido Un G, Dos G posible	Operación normal

POLVO			
Zona	Gráfico	Categoría	Requerimiento de protección
20		Un D requerido	Dos medios independientes de protección
21		Dos D requerido Un D posible	Un medio independiente de protección
22		Tres D requerido Un D, Dos D posible	Operación normal

- The RASE project (SMT4-CT97-2169) (2000). Explosive Atmospheres: Methodology on Risk assessment of Unit Operations an Equipment. CEN/TC 305N 273.
- *Atmósferas explosivas. Riesgos derivados y protección de los trabajadores* (2003). AENOR.
- Seguridad industrial en atmósferas explosivas. Autor y editor: Javier García Torrent. LOM.
- *Guía de buenas prácticas para la aplicación de la directiva 99/92/CE*. Elaborada por: Dr. Ing. Ute Hesene y Dr. Ing. Mochen Hübner.