

TEMA 12

EXPLOSIONES: 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. GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL LUGAR DE TRABAJO

INTRODUCCIÓN

Concepto de explosión:

La explosión o combustión explosiva es una reacción química de oxidación de un material **inflamable** o **combustible** que se produce de forma muy rápida y que libera energía en forma de calor (reacción exotérmica). Así mismo, en la reacción se producen gases que se expanden por el calentamiento, produciendo un fuerte aumento de la presión barométrica. Debido a esto, las explosiones tienen un potencial destructivo muy alto y, por tanto, constituyen un riesgo laboral cuyo control es de máxima prioridad.

Las sustancias con capacidad para formar atmósferas explosivas son **gases**, **líquidos** inflamables y **polvos** combustibles. Las sustancias combustibles suelen incluir a los sólidos y a los líquidos capaces de arder. Los líquidos combustibles adquieren la característica de inflamables cuando se calientan a una temperatura igual o superior al punto de inflamación (concepto que se explica más adelante).

Las explosiones se pueden clasificar en deflagraciones y detonaciones. Una **deflagración** es una explosión que se propaga a velocidad subsónica, es decir: el frente de llama avanza por detrás del frente de presión. Una **detonación** es una explosión que se propaga a velocidad supersónica, es decir: el frente de llama y el frente de presión avanzan juntos. El comportamiento de una explosión como deflagración o como detonación depende de varios factores, como, por ejemplo, la composición química de los materiales inflamables o combustibles, las condiciones de la iniciación o la geometría de la sustancia (confinamiento).

Una explosión suele venir acompañada de los siguientes fenómenos físicos:

- Onda de presión que se propaga en el aire.
- Onda sísmica que se propaga en la tierra.
- Emisión de llamas y de gases calientes.
- Chorros y proyecciones de materiales diversos.

La capacidad destructiva de una explosión depende principalmente de las propiedades fisicoquímicas de la sustancia, las cuales determinan, entre otros parámetros, la evolución de la presión.

Efectos de las explosiones:

- **Primario:** resulta del efecto directo de la onda de presión en el cuerpo; se producen más daños en los órganos con contenido gaseoso (pulmones, etc.).

- **Secundario:** resulta de objetos y fragmentos que impactan en el cuerpo (a modo de proyectiles). Las heridas cortantes representan un daño secundario típico por explosión.
- **Terciario:** el cuerpo se convierte en un proyectil e impacta contra un objeto sólido o contra el suelo.

La gravedad de las lesiones producidas por una explosión depende, entre otros, de diversos factores:

- Del lugar en el que se produce la explosión: no es lo mismo los espacios abiertos que los cerrados (en estos últimos se puede producir un rebote de la onda de presión).
- De la distancia que separa al/la trabajador/a del origen de la explosión.
- De la potencia y la velocidad de propagación de la onda expansiva.
- De las protecciones mecánicas existentes en las construcciones en virtud de sus características y su coeficiente de absorción.

Actividades involucradas:

Pueden presentar riesgo de explosión, entre otros, los siguientes sectores y actividades industriales:

- Industria química y farmacéutica.
- Industria de elaboración de metales.
- Industrias energéticas: gas, electricidad, petroquímica, refinerías, etc.
- Agricultura, industria alimentaria: harineras, almacenamiento de cereales, fabricación y almacenamiento de piensos.
- Procesos de pintura en espray.
- Actividades de reciclado y vertido de residuos: vertederos, depuradoras.

Y dentro de estas, los procesos más sensibles son, entre otros: reacciones químicas, molienda, trasvase, transporte neumático, esmerilado, pulido, trasvase, horneado, dispersión, mantenimiento y limpieza de instalaciones y equipos, manipulación de materia orgánica en descomposición, etc.

1. 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. GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL LUGAR DE TRABAJO.

NOTA PREVIA: en el desarrollo de este epígrafe se exponen las disposiciones del Real Decreto 681/2003, entre las que se intercalan, entre otras, las explicaciones a las mismas recogidas por la Guía técnica del INSST que desarrolla el citado real decreto.

El Real Decreto 681/2003 forma parte de la normativa de desarrollo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) en lo que respecta a la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

El Real Decreto 681/2003 recoge, entre otras disposiciones y convenios internacionales, el contenido 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, directiva que fue transpuesta al Derecho español mediante este real decreto.

El reglamento contiene diversas definiciones, obligaciones del empresario para prevenir las explosiones y proteger a la población trabajadora frente a ellas, a concretar en medidas técnicas y/u organizativas, en particular la elaboración de un **documento de protección contra explosiones** (DPCE) y la clasificación en **zonas de riesgo** de las áreas de los centros de trabajo en las que puedan formarse atmósferas explosivas. Se desarrolla en 2 capítulos, 5 disposiciones adicionales, transitorias y finales y 3 anexos.

Capítulo I. Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación

El real decreto tiene por objeto establecer las **disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de la población trabajadora que pudiera verse expuesta a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.**

Las disposiciones de este real decreto se aplicarán sin perjuicio de las disposiciones más rigurosas o específicas establecidas en la normativa específica que sea de aplicación.

El cumplimiento de los requisitos establecidos en el Real Decreto 681/2003 no exime al empresario del cumplimiento, cuando le sea aplicable, de normativa más rigurosa o específica, bien sea del ámbito de la seguridad industrial, bien sea del ámbito de la protección civil. Entre esta normativa se puede destacar la relativa al almacenamiento de productos químicos, instalaciones petrolíferas, etc.

Exclusiones al ámbito de aplicación:

- a) Las áreas utilizadas directamente para el **tratamiento médico** de pacientes y durante dicho tratamiento.
- b) La utilización reglamentaria de los **aparatos de gas** conforme a su normativa específica.

No se excluyen, sin embargo, los posibles escapes de las conducciones de gases inflamables, cuya emisión a la atmósfera podría dar lugar a la formación de una atmósfera explosiva peligrosa (como, por ejemplo, podría ocurrir en salas de calderas).

- c) La fabricación, manipulación, utilización, almacenamiento y transporte de **explosivos o sustancias químicamente inestables.**

Se entiende por "sustancias químicamente inestables" aquellas que pueden sufrir descomposición o cambios químicos indeseados durante el procedimiento normal de manipulación o almacenamiento (ejemplos: sustancias que forman fácilmente peróxidos, productos que dan lugar a reacciones de descomposición, compuestos que reaccionan de forma violenta en contacto, principalmente, con el aire y/o con el agua, etc.).

La identificación y caracterización de estas sustancias se realizará de acuerdo con la información recogida en la ficha de datos de seguridad y en las indicaciones de peligro (H) y consejos de prudencia (P) de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

- d) Las **industrias extractivas** por sondeos y las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas, tal como se definen en su normativa específica.
- e) La utilización de **medios de transporte** terrestres, marítimo y aéreo, a los que se aplican las disposiciones correspondientes de convenios internacionales, así como la normativa mediante la que se da efecto a dichos convenios. No se excluirán los medios de transporte diseñados para su uso en una atmósfera potencialmente explosiva.

Actualmente todas las exclusiones disponen de normativa específica de aplicación. Por ejemplo, a la actividad minera se le aplica el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera y el Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.

Artículo 2. Definición

Se entenderá por **atmósfera explosiva** (ATEX) la **“mezcla con el aire, en 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”**.

Las explosiones a las que se refiere esta definición son químicas, producidas a partir de una reacción de combustión muy exotérmica. Tal y como se ha comentado al principio, se trata de una combustión rápida que genera gases calientes que se expansionan, dando lugar a una onda de presión y a un frente de llama que se propagan rápidamente.

Se entiende por condiciones atmosféricas:

- Temperatura: $-20^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$
- Presión: $0,8\text{ bar} < P < 1,1\text{ bar}$
- Composición del aire: 21% de oxígeno (O_2)

Son las condiciones de presión y temperatura habituales en el ambiente de trabajo.

Por tanto, no se considerará ATEX el interior de un recipiente a presión con sustancias inflamables (por ejemplo, gas natural licuado), pero sí una nube formada en el lugar de trabajo a causa de escapes o fugas de las sustancias inflamables o combustibles almacenadas a presión o la que existe en el interior de tanques y almacenamientos en condiciones atmosféricas (por ejemplo, gasolina).

Para que se produzca y se propague una explosión es necesario que se verifiquen ciertas condiciones físicas:

1. Presencia de una **sustancia combustible** en la concentración, dispersión y mezcla con el aire adecuadas:
 - 1.1. En estado **gaseoso** (hidrógeno, metano, acetileno, butano), es suficiente con que la sustancia se mezcle adecuadamente con el aire.

El concepto de **vapor** es equivalente al de gas, aunque este término se reserva al estado gaseoso que adoptan los líquidos por acción del calor. Todos los vapores de sustancias líquidas combustibles como carburantes, aceites combustibles, disolventes, etc., pueden formar atmósferas explosivas.

Las **nieblas** se suelen formar por acción mecánica en procesos con líquidos como nebulización, pulverización, inyección, dispersión, etc. en los que pequeñas gotas quedan suspendidas en forma de nube en el aire. A efectos de prevención y protección suelen tratarse como vapores.

1.2. En estado **líquido** (gasolina, gasóleo, acetona), es necesario que se emita una cantidad suficiente de vapor de la sustancia y se mezcle adecuadamente con el aire. Para estas sustancias es importante el concepto de **punto de inflamación**, que es la temperatura mínima, en condiciones normales de presión, a la cual se desprende la suficiente cantidad de vapores del líquido para que se produzca la inflamación mediante la aportación de un foco de ignición.

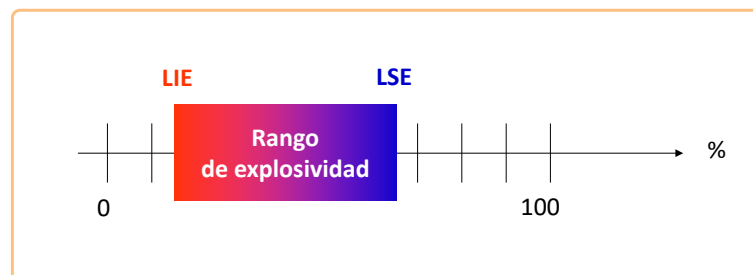
1.3. En estado **sólido** (sodio, harinas, ...), es necesario que las partículas de la sustancia sean lo suficientemente pequeñas y estén adecuadamente suspendidas en el aire. El **polvo combustible** es materia particulada finamente dividida que presenta un riesgo de incendio o explosión cuando se encuentra suspendida en el aire en una determinada concentración. Cuanto más pequeñas sean las partículas, mayor será la probabilidad de inicio y propagación de una explosión.

2. Presencia de un **comburente** u oxidante (generalmente es el oxígeno presente en el aire).

Se considera que una mezcla combustible-comburente es adecuada para que se produzca y se propague una explosión si esta se encuentra dentro de su "**rango de explosividad**", definido por unos límites inferior y superior de explosividad o inflamabilidad (ver Figura 1): una sustancia mezclada con el aire tiene propiedades explosivas si se encuentra en una concentración dentro de sus límites inferior y superior de explosividad; pero si la concentración está fuera de este rango, no se producirá la explosión. Para el caso de gases o vapores inflamables, los citados límites se llaman **Límite Inferior de Explosividad (LIE)** y **Límite Superior de Explosividad (LSE)**. El **LIE** es la concentración de sustancia en el aire (expresada en porcentaje en volumen y/o en masa por unidad de volumen) por **debajo** de la cual la atmósfera no es explosiva. El **LSE** es la concentración de sustancia en el aire por **encima** de la cual la atmósfera no es explosiva.

Los límites de explosividad se suelen encontrar en las fichas de datos de seguridad.

Figura 1. Rango de explosividad



3. Una energía de activación, **f fuente de ignición** o fuente de inflamación. Para que se inicie una explosión se necesita una **energía mínima de ignición** o de activación (EMI) que sea capaz de provocar la inflamación y que la combustión se propague a la mezcla no quemada.

En entornos industriales, las fuentes de ignición más habituales son: superficies calientes, llamas y gases calientes, chispas de origen mecánico, aparatos eléctricos, reacciones exotérmicas, descargas electrostáticas, etc.

Para que una fuente de ignición sea efectiva, la energía transmitida a la mezcla combustible-comburente debe ser, como mínimo, la EMI de la sustancia combustible. Es un parámetro que determina la clasificación de las sustancias combustibles en grupos:

- Grupo I: gases (EMI bajas).
- Grupo II: líquidos (EMI medias).
- Grupo III: polvos combustibles (EMI altas).

La condición de **sustancia inflamable** puede obtenerse de la información que debe aportar su fabricante o proveedor (etiquetado, ficha de datos de seguridad) según la normativa específica aplicable a su comercialización, entre la que destacan el Reglamento (CE) nº 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y sus modificaciones (CLP) y el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH), y sus modificaciones.

En caso de que se desconozcan los datos de inflamabilidad de una sustancia pero se sospeche que, en las condiciones de utilización, puede formar atmósferas explosivas, la información necesaria para evaluar los riesgos puede obtenerse a partir de la normativa sobre transporte de mercancías peligrosas, recomendaciones de la Comisión Europea, monografías y fichas de datos elaboradas por distintas organizaciones internacionales (ONU, OIT, OMS, etc.), bibliografía especializada, bases de datos, ensayos normalizados, etc.

Capítulo II. Obligaciones del empresario

Artículo 3. Prevención de explosiones y protección contra éstas

Con objeto de prevenir las explosiones (siguiendo los principios de la acción preventiva de la LPRL) y de proporcionar una protección contra ellas, 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 siguientes:

1. **impedir la formación de atmósferas explosivas:** actuando sobre las sustancias (sustitución), actuando sobre la mezcla (captación, ventilación, limpieza, inertización) y/o actuando sobre el proceso (identificación de puntos vulnerables, aislamiento, transporte, detección); o, cuando la naturaleza de la actividad no lo permita,
2. **evitar la ignición** de atmósferas explosivas (actuando sobre el proceso y/o sobre los equipos y materiales a utilizar) y **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.

Artículo 4. Evaluación de los riesgos de explosión

Según lo establecido en los artículos 16 y 23 de la LPRL y en el capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP), el empresario evaluará los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas, teniendo en cuenta, al menos:

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

Los riesgos de explosión se evaluarán globalmente.

La evaluación de los riesgos de explosión debe contemplar todas las actividades que se realicen en la empresa, tanto las rutinarias como las periódicas (limpieza, mantenimiento, revisiones, etc.). Se tendrán en cuenta todas las fases de la actividad: arranque, régimen de trabajo, parada, disfuncionamientos previsibles, así como posibles errores de manipulación.

Las medidas preventivas derivadas de la evaluación deberían ser prioritarias, ya que las consecuencias en caso de materializarse el riesgo suelen ser graves o muy graves.

En el apéndice 1 de la Guía técnica se dan indicaciones sobre quién debe realizar la evaluación de riesgos y en el apéndice 2 se profundiza sobre determinados aspectos de la evaluación de riesgos derivados de atmósferas explosivas.

En la evaluación de los riesgos de explosión se tendrán en cuenta los lugares que estén o puedan estar en contacto, mediante aperturas, con lugares en los que puedan crearse atmósferas explosivas.

Artículo 5. Obligaciones generales

Para preservar la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario tomará las medidas necesarias para que en los lugares en los que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades peligrosas, el ambiente de trabajo sea tal que **el trabajo pueda efectuarse de manera segura** y se garantice una **supervisión** adecuada de dicho ambiente mientras los trabajadores/as estén presentes.

El ambiente de trabajo seguro frente al riesgo de explosión se puede concretar en diferentes aspectos:

- No existe atmósfera explosiva, ni se puede formar.
- El trabajo se realiza con la garantía de que no se producirá la inflamación de una posible atmósfera explosiva por la ausencia de fuentes de ignición o por la adopción de medidas que eviten la activación de las fuentes de ignición.
- La posible inflamación de la atmósfera explosiva no causará daños personales.

Normalmente la necesidad de realizar la supervisión del ambiente irá acompañada de medidas organizativas de prevención incluyendo, por ejemplo, **permisos de trabajo** que garanticen, entre otras cosas, que se ha realizado o se está realizando la supervisión del ambiente mientras se desarrolla la actividad. Esto se desarrolla en el Anexo II del real decreto y en el Apéndice 1 de la Guía técnica.

Artículo 6. Obligación de coordinación

Cuando en un mismo lugar de trabajo se encuentren trabajadores de varias empresas, cada empresario deberá adoptar las medidas que sean 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 LPRL, que se concretarán en el **documento de protección contra explosiones** (DPCE) a que se refiere el artículo 8 del real decreto.

El Real Decreto 171/2004, sobre coordinación de actividades empresariales, regula los diferentes tipos de relaciones que se pueden dar entre empresas o trabajadores autónomos que coincidan en un mismo centro de trabajo.

En el caso de trabajos en concurrencia a los que les sea de aplicación el Real Decreto 681/2003, se establecen las obligaciones recogidas en la tabla 1.

Tabla 1. Obligación de coordinación

Condición de la Obligaciones coordinación con las empresas y trabajadores autónomos concurrentes empresa	
Titular	<ul style="list-style-type: none"> • Informar y dar instrucciones a los concurrentes sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Riesgos asociados al lugar de trabajo y las medidas de prevención correspondientes. - Actuaciones en caso de emergencia. • Precisar las medidas y modalidades de coordinación en el DPCE. • Coordinar la aplicación del DPCE cuando se realicen actividades concurrentes con riesgo de explosión.
Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Informar sobre los riesgos asociados a las actividades contratadas de acuerdo con el DPCE. • Vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Artículo 7. Áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas

El empresario deberá:

1. **Clasificar en zonas**, según el anexo I del real decreto, las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas (ver Tabla 2).
2. Garantizar, en las áreas anteriores, la aplicación de las **disposiciones mínimas** establecidas en el anexo II del real decreto (Disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores potencialmente expuestos a atmósferas explosivas).
3. Señalizar, cuando sea necesario, los accesos a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades peligrosas, sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de **señalización** de seguridad y salud en el trabajo. La señal específica se recoge en el anexo III del real decreto.

Artículo 8. Documento de protección contra explosiones.

El empresario se encargará de que se elabore y mantenga actualizado un DPCE, que deberá contener, entre otra información:

- a) Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión y se tomarán las medidas preventivas derivadas del resultado de la evaluación.
- b) Las áreas que han sido clasificadas en zonas según el anexo I del real decreto.
- c) Las áreas en que se aplicarán los requisitos mínimos establecidos en el anexo II del real decreto.
- d) Que el lugar y los equipos de trabajo, incluidos los sistemas de alerta, están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo debidamente en cuenta la seguridad.
- e) Que se han adoptado las medidas necesarias para que los equipos de trabajo se utilicen en condiciones seguras.

El DPCE se debe elaborar antes de que comience el trabajo y se revisará siempre que se produzcan modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar, en los equipos o en la organización del trabajo. Este documento formará parte de la documentación a que se refiere el artículo 23 de la LPRL y podrá constituir un documento específico o integrarse total o parcialmente con la documentación general sobre la evaluación de los riesgos y las medidas de protección y prevención.

Se deberá elaborar el DPCE siempre que en una empresa existan o puedan aparecer sustancias inflamables en forma de gas, vapor, niebla o polvo y puedan mezclarse con el aire en cantidades peligrosas. Es una recopilación de las actuaciones preventivas realizadas por la empresa para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo de explosión. Para su elaboración se puede seguir el esquema incluido en la Guía Técnica. Como complemento, la Guía técnica ofrece orientaciones en cuanto a:

- Medidas preventivas para evitar el riesgo de ignición (apéndices 2 y 5).
- Selección de equipos para uso en atmósferas explosivas (apéndice 4).
- Medidas técnicas para atenuar los efectos de la explosión (apéndice 3).

Salvo que ya exista en la empresa otra documentación que la contenga, el DPCE deberá reflejar, en particular, la siguiente información:

- La metodología de evaluación del riesgo de atmósferas explosivas.
- La planificación de puesta en marcha de las medidas preventivas.
- El contenido y planificación de la formación que deben recibir los trabajadores involucrados.
- El seguimiento y revisión periódica de la evaluación realizada y de las medidas preventivas adoptadas.
- Los procedimientos y los permisos de trabajo a aplicar para realizar determinadas actividades en las zonas clasificadas.
- Identificación de los trabajos o tareas ligadas a actividades de riesgo especial que den lugar a la presencia de recursos preventivos.

*Temas específicos del Proceso Selectivo para ingreso en la Escala de Titulados Superiores del
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.A., M.P. (INSST).
Parte 2: “Seguridad en el trabajo”.
V. noviembre 2022.*

Tabla 2. Clasificación de zonas con riesgo de explosión (Anexo I del real decreto)

Tipo de sustancia inflamable		Condiciones	Ejemplos
Gas, vapor o niebla	Polvo		
ZONA 0	ZONA 20	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva está presente de modo permanente , o por un período de tiempo prolongado , o con frecuencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Interior de recipientes de almacenamiento cerrados, a presión atmosférica, que contengan líquidos inflamables o polvos combustibles y en cuyo interior puede entrar aire atmosférico. • Entorno próximo a la salida de respiraderos o durante la apertura de tapas o registros en operaciones de carga y descarga, etc. de depósitos de líquidos inflamables, por encima de su punto de inflamación. • Interiores de molinos, trituradoras, secadoras, mezcladoras, ciclones, tuberías de transporte, tolvas, silos, filtros, equipos de ensacado, etc. solo si pueden contener mezclas explosivas pulverulentas en cantidades peligrosas de manera permanente, prolongada o frecuente.
ZONA 1	ZONA 21	Área de trabajo en la que es probable , en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Entorno inmediato de aberturas de llenado y vaciado ocasionales de líquidos inflamables o polvos combustibles. • Exterior de recipientes que pueden abrirse ocasionalmente o entorno inmediato de aberturas de alimentación, bocas de carga y tomas de muestras. • Puntos de llenado y de vaciado ocasional de polvo, puestos de trasiego, estaciones de descarga de vehículos, alimentación o vertido de cintas transportadoras, etc. <p>NOTA: desde el punto de vista higiénico, no se debe trabajar efectivamente en una zona 21, salvo en momentos puntuales y con la protección adecuada, por lo que se requiere un sistema de extracción localizada en los puntos previsibles de emisión.</p>
ZONA 2	ZONA 22	Área de trabajo en la que no es probable , en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva o en la que, en caso de formarse, solo permanece durante breves períodos de tiempo .	<p>La formación de este tipo de zonas se asocia a posibles escapes y fugas no previstos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas en que el escape puede proceder de una avería o situación anormal o accidental: bridas, conexiones, válvulas y uniones de tuberías en las que no es esperable que se produzcan fugas en funcionamiento normal. • Cubetos de retención de depósitos de almacenamiento en condiciones de seguridad. • Equipos que manipulen polvos combustibles y trabajen a presión positiva, como los sistemas de transporte neumático, que podrían ejercer sobrepresiones en sistemas de resistencia débil y dar lugar a fugas en juntas de uniones o en recipientes, ocasionando nubes de polvo combustible.

En cuanto a los equipos de trabajo, el Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, establece en el punto 11.1 "Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo" que, en ambientes especiales (caso de las atmósferas explosivas) no se emplearán equipos de trabajo que supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores/as. Las medidas aplicadas y los criterios seguidos para garantizar la seguridad de los equipos no sometidos a legislación específica (véase el Real Decreto 144/2016), deberán estar expresamente detallados en el DPCE.

Disposiciones adicionales, transitorias y finales:

Se puede destacar la *Disposición final primera. Elaboración y actualización de la guía técnica*, por la que se dispone que el INSST elaborará y mantendrá actualizada una guía técnica, de carácter no vinculante, que explique y desarrolle el real decreto.

Anexo I. Clasificación de las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas

Se consideran áreas de riesgo aquellas en las que puedan 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.

Las sustancias inflamables o combustibles se considerarán sustancias 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.

Las capas, depósitos y acumulaciones de polvo inflamable deben considerarse como cualquier otra fuente capaz de formar atmósferas explosivas.

Las áreas de riesgo se clasificarán en zonas teniendo en cuenta la **frecuencia** con que se produzcan atmósferas explosivas y su **duración**.

La clasificación en zonas tiene como objetivo principal determinar y delimitar las áreas en que se pueden formar atmósferas explosivas, con el fin de adoptar las medidas necesarias para evitar cualquier foco de ignición que pudiera dar lugar a la explosión.

Los criterios para la clasificación en zonas de riesgo se han expuesto en las explicaciones del artículo 7.

Anexo II. A. Disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores potencialmente expuestos a atmósferas explosivas

Lo establecido en este anexo es aplicable a las áreas clasificadas como zonas de riesgo según el anexo I y a los equipos situados en áreas sin riesgo que sean necesarios o contribuyan al funcionamiento en condiciones seguras de los equipos situados en áreas de riesgo (dispositivos de seguridad, control y reglaje).

Medidas organizativas:

- Formación e información de los trabajadores.

Todo trabajador/a que acceda a un área clasificada debe ser informado sobre los riesgos presentes en dicha área y recibir la formación adecuada. En concreto, todos los trabajadores que puedan acceder a un área clasificada deberían recibir formación e información sobre:

- Las medidas adoptadas sobre el riesgo de explosión.
 - La manipulación correcta de las sustancias implicadas.
 - Los equipos y sistemas de protección a utilizar y su manejo correcto.
 - Las actuaciones prohibidas (por ejemplo: trabajos en caliente, etc.).
 - La ropa de trabajo, los equipos de protección individual, los medios de protección colectivos, las herramientas y los equipos de trabajo permitidos y prohibidos.
 - Las rutas a seguir y las señales de evacuación.
 - El plan de emergencia en caso de incendio o explosión.
- Instrucciones y permisos de trabajo.
Siguiendo el DPCE, el trabajo en las áreas de riesgo se ejecutará siguiendo unas instrucciones por escrito que proporcionará el empresario.
Se deberá implantar y aplicar un sistema de permisos de trabajo que autorice la ejecución de trabajos definidos como peligrosos o que puedan ocasionar riesgos indirectos al interaccionar con otras operaciones.
 - Cualificación de los trabajadores.
 - Control de las condiciones de trabajo (vigilancia, mantenimiento, etc.).
 - Señalización de zonas.

Medidas de protección:

Se pueden destacar las siguientes:

1. Todo escape o liberación de sustancias inflamables o combustibles que pueda dar lugar a riesgos de explosión deberá ser desviado o evacuado a un lugar seguro o ser contenido o controlado con seguridad por otros medios.
2. Cuando la atmósfera explosiva contenga varios tipos de sustancias combustibles o inflamables (mezclas), las medidas de protección se ajustarán al mayor riesgo potencial.

Para calcular ciertas propiedades de inflamabilidad y explosividad de mezclas de sustancias (por ejemplo, el LIE y el LSE), se puede emplear, por ejemplo, la Regla de Le Chatelier, que permite estimar los límites de explosividad de mezclas de gases o vapores a partir de los límites de sus componentes.

3. Según el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, cuando se trate de evitar los riesgos de ignición también se deberán tener en cuenta las **descargas electrostáticas** producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga. Se deberá proveer a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada hecha de materiales que no den lugar a descargas electrostáticas que puedan causar la ignición de atmósferas explosivas.

Las instalaciones y equipos eléctricos pueden ser fuentes de ignición efectivas cuando se utilizan en presencia de atmósferas explosivas. Dentro de las fuentes de ignición efectivas relacionadas con instalaciones y equipos eléctricos se incluyen las descargas electrostáticas.

Los trabajadores/as, por el simple hecho de moverse en su entorno de trabajo, pueden producir e incluso acumular en sí mismos cargas eléctricas. Es esencial evitar esta acumulación de cargas cuando se trabaja en áreas con atmósferas potencialmente explosivas para impedir la posible formación de chispas que pudieran ser origen de un incendio o explosión. Esto se consigue asegurando una adecuada puesta a tierra del trabajador/a, que se puede conseguir si el suelo y el calzado y, en ocasiones, también la ropa, tienen un nivel adecuado de conductividad eléctrica. Para ello, estos elementos deben estar certificados de acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/425, relativo a los equipos de protección individual, en el que se determina que "Los equipos de protección individual (EPI) destinados a ser utilizados en atmósferas potencialmente explosivas estarán diseñados y fabricados de tal manera que no puedan dar origen a chispas o arcos eléctricos, electrostáticos o inducidos por un impacto que pudieran encender una mezcla explosiva". El apéndice 5 de la Guía técnica ofrece más información sobre estos equipos de protección.

Así mismo, los materiales y las condiciones del entorno de trabajo deben contribuir al drenaje efectivo de las cargas generadas; para ello, se debe tener en cuenta que el anexo III del Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, establece que la humedad relativa del aire estará comprendida entre el 30% y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.

4. La instalación, los aparatos, los sistemas de protección y sus correspondientes dispositivos de conexión solo se pondrán en funcionamiento si el DPCE indica que pueden usarse con seguridad en una atmósfera explosiva.
5. En caso necesario, los trabajadores deberán ser alertados mediante la emisión de señales ópticas y/o acústicas de alarma y desalojados en condiciones de seguridad antes de que se alcancen las condiciones de explosión.
6. 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.

Anexo II. B. Criterios para la elección de los aparatos y sistemas de protección

En todas las áreas en que puedan formarse atmósferas explosivas deberán utilizarse aparatos y sistemas de protección según las categorías fijadas en el Real Decreto 144/2016, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Concretamente, se deberán utilizar las categorías de aparatos recogidas en la Tabla 3.

Tabla 3. Categorías de aparatos aptos para uso en zonas con riesgo de explosión

Categoría	Aparato diseñado para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y garantizar...	Zona en la que se puede instalar o utilizar el aparato
1	... un nivel de protección muy alto	Cualquiera
2	... un alto nivel de protección	1 o 21 o de riesgo inferior
3	... un nivel normal de protección	2 o 22

La utilización de la categoría de aparatos indicada en cada una de las zonas para las que son apropiados, garantiza que dichos equipos no provocarán atmósfera explosiva, ni serán fuente de ignición efectiva.

En el apéndice 4 de la Guía técnica se dan indicaciones sobre el marcado y la selección de los equipos para uso en atmósferas explosivas.

Anexo III. Señalización de zonas de riesgo de atmósferas explosivas

Esta señal se utiliza para toda área clasificada con riesgo de explosión, con independencia del tipo de zona y de sustancias que la provoquen.

No debe ser considerada más que en términos **complementarios** al resto de medidas preventivas aplicadas tras la evaluación de riesgos.

Se puede acompañar de paneles informativos y/o de otras señales apropiadas como, por ejemplo, la señalización de la extensión de las zonas.



Apéndices:

La Guía técnica del INSST para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo cuenta con 5 apéndices que desarrollan los aspectos más complejos o para los que es necesario un desarrollo técnico en profundidad:

- **Apéndice 1 "Funciones y cualificación".**
- **Apéndice 2 "Documento de protección contra explosiones".**
- **Apéndice 3 "Medidas preventivas y de protección".**
- **Apéndice 4 "Equipos para uso en atmósferas explosivas".**
- **Apéndice 5 "Fuentes de ignición. Electricidad estática".**

El **Apéndice 1 "Funciones y cualificación"** recoge y explica con detalle las siguientes **funciones** que hay que realizar en relación con el riesgo de explosión:

- Elaboración del DPCE.
- Supervisión y control ambiental.
- Coordinación de actividades empresariales.

- Recurso preventivo.
- Elaboración de instrucciones y permisos de trabajo.
- Verificación de la seguridad de los lugares de trabajo.
- Desconexión de sistemas de protección.

El apéndice explica las actividades preventivas asociadas a cada función, quién puede realizarla y qué formación / capacitación debe tener.

Por ejemplo: para la elaboración del DPCE, consistente principalmente en una evaluación de riesgos y en una selección y propuesta de medidas de prevención y protección, se requiere que la persona que lo realice sea un trabajador designado o bien perteneciente al Servicio de Prevención de la organización.

El **Apéndice 2 "Documento de protección contra explosiones"** orienta sobre el contenido del DPCE (evaluación de riesgos, clasificación de zonas, cálculos de extensión de las zonas clasificadas, etc.).

El **Apéndice 3 "Medidas preventivas y de protección"** recoge medidas preventivas, técnicas y organizativas para evitar la aparición o la ignición de una atmósfera explosiva y orienta sobre posibles medidas de protección para atenuar los efectos de una explosión que no se ha podido evitar.

El **Apéndice 4 "Equipos para uso en atmósferas explosivas"** presenta los aspectos a considerar en el momento de elegir o preparar un equipo para su instalación o uso en una zona clasificada por atmósfera explosiva (equipos certificados, equipos no certificados, marcado legal y técnico de aparatos, de sistemas de protección, de componentes y de material asociado, tanto para material eléctrico como no eléctrico, nuevo, reparado o modificado).

El **Apéndice 5 "Fuentes de ignición. Electricidad estática"** recoge las fuentes de ignición más frecuentes que pueden inflamar una atmósfera explosiva y desarrolla, por su alta incidencia, la electricidad estática en cuanto a formas de generación y medidas preventivas. Desarrolla los equipos de protección individual disipativos (calzado, ropa y guantes). Y recoge medidas adicionales, como, por ejemplo, la puesta a tierra y conexión equipotencial de todas las superficies conductoras.