

# ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

> **Guía para la realización  
del documento de protección  
contra explosiones**

> **Guía para la clasificación  
de zonas con riesgo  
de incendio y explosión  
debido a gases  
inflamables**



**Junta de  
Castilla y León**

**Edita:** Consejería de Economía y Empleo  
Dirección General de Trabajo y Prevención  
de Riesgos Laborales  
Junta de Castilla y León



**Marceliano Herrero Sinovas**

Jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y  
Turismo de la Delegación Territorial de  
la Junta de Castilla y León en Valladolid  
[hersinma@jcy.es](mailto:hersinma@jcy.es)

---

# Guía para la realización del Documento de Protección contra Explosiones

## Índice

1. Datos generales .....	5
2. Objeto .....	6
3. Descripción de la actividad .....	6
4. Determinación y evaluación de los riesgos de explosión .....	8
5. Clasificación de Zonas .....	10
6. Medidas para evitar el riesgo derivado de la formación de atmósferas explosivas .....	11
7. Aplicación de las medidas de protección contra explosiones .....	15
8. Coordinación de las medidas de protección contra explosiones .....	15
9. Cumplimiento con las exigencias del RD 1.215/1997 .....	15
10. Anexos .....	16
11. Bibliografía .....	16



# Guía para la realización del documento de protección contra explosiones

El documento de protección contra explosiones 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; no obstante, siempre deberá estar englobado en el Plan de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa que es la herramienta a través de la cual se integra la actividad preventiva de la misma en su sistema general de gestión y se establece su política de prevención de riesgos laborales

## 1. Datos generales

- Razón social de la persona física o jurídica que ha encargado el Documento y su C.I.F., nombre y apellidos de su representante legal y su D.N.I., dirección profesional, teléfono, fax, correo electrónico y cualquier otro identificador profesional que pueda aparecer o existir, salvo aquéllos cuya publicidad no sea legalmente procedente.
- Emplazamiento geográfico concreto, se definirá dicho emplazamiento y, si procede, sus coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator).
- Razón social de la entidad o persona jurídica que ha realizado el Documento así como su C.I.F., dirección social, teléfono, fax, correo electrónico y cualquier otro identificador profesional que pueda aparecer o existir, salvo aquéllos cuya publicidad no sea legalmente procedente.
- Fecha y firma de los anteriormente mencionados, o de sus representantes legítimos.

## 2. Objeto

En este apartado se indicará el objetivo del Documento y su justificación.

Se deberá de justificar la realización de este Documento según el Art. 8 del 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, así como establecer como objetivo, las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores que pudieran verse expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

## 3. Descripción de la actividad

En este capítulo se hará una descripción lo más detallada posible de la actividad de la empresa.

En especial indicarán las posibles formaciones de atmósferas explosivas que puedan poner en peligro la salud de los trabajadores.

Entre otros puntos se puede definir lo siguiente:

1. *Clasificación CNAE de la actividad*
2. *El emplazamiento, y su entorno socioeconómico y ambiental*
  - Plano de situación.
3. *Clasificación de la zona urbanística*
  - Se detallará la categoría y situación urbanística de la actividad objeto del proyecto.
4. *Se indicarán las características del edificio o local*
  - Características constructivas: materiales empleados.
  - Superficies.
  - Criterios de compartimentación.
  - Superficie de los sectores.
  - Accesos y viales.
  - Anchura de las calles.
  - Fachadas accesibles.
  - Distancias de los edificios a otras construcciones o a las calles.
5. *Ventilación*
  - Natural.
  - Instalaciones centralizadas de evacuación de humos.

## Guía para la realización del documento de protección contra explosiones

6. *Servicios sanitarios*
  - Descripción de las conducciones.
  - Servicios generales.
  - Conducciones.
7. *Iluminación*
  - Descripción de las instalaciones centralizadas.
  - Descripción de la instalación de iluminación de emergencia.
8. *Otros servicios (comedor, garaje, etc.)*
9. *Relación de maquinarias y sus potencias respectivas*
  - Relación de la maquinaria de producción.
  - Relación de maquinarias auxiliares.
10. *Materias primas (identificando las que son adquiridas y las que son del cliente)*
  - Descripción y características.
  - Cantidad máxima almacenada.
  - Sistema de almacenamiento
  - Consumo (anual, mínimo, medio, máximo).
11. *Productos intermedios*
  - Descripción y características.
  - Cantidad almacenada (mínima, media, máxima).
  - Sistema de almacenamiento.
  - Periodo de almacenamiento (mínimo, medio máximo).
12. *Productos finales*
  - Descripción y características.
  - Cantidad máxima almacenada.
  - Sistema de almacenamiento.
  - Producción (anual, mínima, media y máxima).
13. *Productos anexos al proceso productivo*
  - Descripción y características.
  - Cantidad máxima almacenada.
  - Sistema de almacenamiento.
  - Consumo (anual, mínimo, medio, máximo).
14. *Datos de la energía*
  - Tipos de energía utilizada y procedencia.
  - Consumos anuales de cada tipo de energía. Eficiencia energética.
  - Consumo anual global de energía.
  - Potencias nominal, instalada y contratada.
  - Instalaciones de almacenamiento. Tipo y capacidad.
  - Medidas de ahorro energético tenidas en cuenta.

15. *Instalaciones (descripción, características y planos)*

- Instalación eléctrica.
- Instalación de agua sanitaria.
- Instalación de gas.
- Instalación de climatización.
- Instalación de aparatos elevadores.
- Instalación de aparatos a presión.
- Instalación de protección contra incendios.
- Otras instalaciones.

16. *Datos de personal, así como los estudios de seguridad y salud en los lugares de trabajo*

- Personal.
- Número de trabajadores.
- Turnos de trabajo y personal empleado en cada turno.
- Periodos de cese de actividad.
- Seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Descripción de los lugares de trabajo.
- Identificación de los riesgos asociados.
- Disposiciones y medidas de seguridad empleadas para eliminar los accidentes.
- Normativa de aplicación relacionada.

17. *Riesgo de incendio*

- Ubicación del edificio.
- Densidad de carga de fuego.
- Nivel de riesgo.
- Medidas de protección contra el fuego adoptadas.

18. *Diagramas de flujo de los procesos y descripción de los procedimientos de trabajo Arranques.*

- Paradas.
- Programa de Limpiezas.
- Posibles anomalías.

#### **4. Determinación y evaluación de los riesgos de explosión**

En este apartado se realizará la evaluación de los riesgos según el artículo 8º: a) "Que se han determinado y evaluado los riesgos de explosión."



## Guía para la realización del documento de protección contra explosiones



### **4.1 Sustancias presentes que pueden originar unas atmósferas explosivas**

En este apartado se debe realizar un análisis para determinar las distintas sustancias que originan o pueden originar mediante reacciones químicas previsibles, gases nieblas o vapores inflamables.

Se realizará una relación de las mismas indicando los siguientes valores y parámetros:

- Denominación comercial de la sustancia.
- Denominación y fórmula química.
- Peso molecular.
- Límite Inferior y Superior de Explosividad.
- Temperatura de ignición.
- Temperatura de inflamación.
- Densidad relativa.
- Coeficiente de evaporización.
- Calor específico a temperatura ambiente.

Si fuera en vez de gas inflamable polvo combustible debieran aparecer los siguientes datos de cada uno de los polvos combustibles:

- Denominación.
- Concentración mínima explosiva.
- Temperatura de autoignición en nube.
- Temperatura de autoignición en capa.
- Energía mínima de ignición.

Así mismo se incluirá un ficha de datos de seguridad de cada una de las sustancias que pueden originar la atmósfera explosiva.

### **4.2 Determinación de las fuentes de escape**

### **4.3 Determinación de las fuentes de ignición**

Se describirán como mínimo las siguientes fuentes de ignición según la norma europea En 1127-1:

- Superficies calientes.
- Llamas y gases calientes.
- Chispas de origen mecánico.
- Material eléctrico.
- Corrientes eléctricas parásitas, protección contra la corrosión catódica.

- Electricidad estática.
- Rayo.
- Campos electromagnéticos comprendidos en una gama de 9 kHz a 300 GHz.
- Radiación electromagnética comprendida en una gama de 300 GHz a  $3 \times 10^{16}$  Hz o longitudes de onda de 1000  $\mu\text{m}$  a 0,1  $\mu\text{m}$  (rango del espectro óptico).
- Radiación ionizante.
- Ultrasonidos.
- Compresión adiabática, ondas de choque, gases circulantes.
- Reacciones químicas.

#### **4.4 Resultados de la evaluación de riesgos de explosión**

- Análisis del riesgo mediante la identificación del peligro y la estimación del riesgo, valorando conjuntamente las consecuencias y el impacto.
- Valoración del riesgo, a través de composición de la probabilidad de que ocurra una explosión y la severidad o impacto que puede provocar y su posterior comparación con los criterios de referencia.
- Control y reducción del riesgo, mediante las correspondientes medidas de prevención.

## **5. Clasificación de Zonas**

Una vez analizado las posibles sustancias que pueden originar la atmósfera explosiva, así como las fuentes de escape como los posibles puntos de ignición se debe realizar la clasificación de zonas según indica el apartado 8 c) del referido RD 681/2003: *Las áreas que han sido clasificadas en zonas de conformidad con el anexo I.*

**1ª parte.** Clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a la presencia de gases o vapores inflamables.

**2ª parte.** Clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a la presencia de polvos combustibles.

La clasificación de zonas se podría diferenciar entre zonas abiertas y zonas cerradas.

## Guía para la realización del documento de protección contra explosiones

La exposición de la clasificación de zonas se puede realizar tanto de modo gráfico como modo por tablas.

### 6. Medidas para evitar el riesgo derivado de la formación de atmósferas explosivas

En este apartado y una vez analizado el riesgo y clasificadas las zonas se justificarán las medidas adoptadas para evitar el riesgo de explosión o incendio derivado de la formación de una atmósfera explosiva, según el apartado 8b) 8d) y 8e) y 8f) del referido Real Decreto 681/2003:

- "b) Que se tomarán las medidas adecuadas para lograr los objetivos de este real decreto.*
- 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 debidamente en cuenta la seguridad.*
- f) Que se han adoptado las medidas necesarias, de conformidad con el Real Decreto 1215/1997, para que los equipos de trabajo se utilicen en condiciones seguras."*

Se desarrollará este punto según los apartados siguientes:

#### 6.1 Medidas preventivas

Dado que el enfoque de la protección de la instalación se basa, total o parcialmente, en medidas preventivas para evitar una *atmósfera explosiva* o las fuentes de ignición, es necesaria una descripción detallada de la aplicación de estas medidas.

Se entiende por medidas de protección contra explosiones todas las medidas que:

- impiden la formación de *atmósferas explosivas peligrosas*,
- evitan la ignición de *atmósferas explosivas peligrosas* o
- atenúan los efectos de *explosiones* hasta asegurar la salud y seguridad de los trabajadores.

Con arreglo al artículo 3 “Prevención de explosiones y protección contra las mismas” del RD 681/2003, la prevención de *atmósferas explosivas peligrosas* siempre debe ir por delante de las demás medidas de protección contra explosiones.

A continuación se realiza una descripción de las medidas realizadas para prevenir la explosión:

- a) Sustitución de las sustancias inflamables.
- b) Limitación de la concentración.
- c) Inertización.
- d) Prevención o reducción de la formación de atmósfera explosiva en las inmediaciones de instalaciones.
- e) Medidas para eliminar los depósitos, acumulaciones o capas de polvo.
- f) Utilización de aparatos detectores de gas.
- g) Prevención de las fuentes de ignición.

## **6.2 Medidas sobre la limitación de los efectos de las explosiones**

En algunos casos, las medidas para prevenir la formación de atmósferas explosivas y las fuentes de ignición no pueden realizarse con la fiabilidad suficiente. Entonces deben adoptarse medidas que limiten los efectos de una *explosión* hasta un nivel inocuo. Figuran entre tales medidas:

- a) Construcción resistente a la explosión.
- b) Construcción resistente a la presión de explosión.
- c) Construcción resistente al choque de la presión de explosión.
- d) Descarga de la explosión.
- e) Supresión de explosiones.
- f) Prevención de la propagación de la explosión (aislamiento e interrupción de la explosión, “desconexión”).
- g) Dispositivos apagallamas para gases, vapores y nieblas.
- h) Dispositivos de desconexión para polvos:  
Barreras extintoras.
- i) Dispositivos de desconexión para polvos:  
Correderas de cierre instantáneo, compuertas de cierre rápido.

## Guía para la realización del documento de protección contra explosiones

- j) Dispositivos de desconexión para polvos: Válvula de cierre rápido (válvula de seguridad contra explosiones).
- k) Dispositivos de desconexión para polvos: Válvulas rotativas.
- l) Dispositivos de desconexión para polvos: Dispositivo desviador de la explosión.
- m) Dispositivos de desconexión para polvos: Obturación (producto utilizado como barrera).
- n) Dispositivos de desconexión para polvos: Corredera doble.

### **6.3 Medidas sobre el control de procesos**

Se denominan sistemas de control de procesos aquellos equipos destinados a accionar en caso de producirse un suceso un determinado mecanismo.

En este apartado si los sistemas de control de procesos forman parte del enfoque de protección contra explosiones, se deberán describir la naturaleza, el modo de funcionamiento y la ubicación de esta medida.

### **6.4 Medidas sobre protección adecuada a los equipos y sistemas**

Cuando no se puede eliminar la fuentes de escape o las fuentes de ignición según los apartados anteriores la seguridad debe basarse en la baja probabilidad de que coincida la fuente de ignición con la atmósfera explosiva.

Por lo tanto el material eléctrico y no eléctrico debe de cumplir unas prescripciones de seguridad adecuadas al entorno donde se ubiquen.

Las instalaciones en los casos donde hay una alta probabilidad de que aparezca una atmósfera de gas explosiva la confianza debe depositarse en el uso de aparatos que tengan una baja probabilidad de originar una fuente de ignición. Por el contrario, cuando la probabilidad de presencia de una atmósfera de gas explosiva sea baja, pueden utilizarse aparatos construidos con normas menos rigurosas y equipos eléctricos pueden generar posibles focos de ignición, bien por chispa, arco eléctrico o temperaturas superficiales elevadas, que pueden provocar la materialización del riesgo de

incendio o explosión existente en este tipo de actividades, es por ello que estas instalaciones y equipos eléctricos y no eléctricos deben ser especialmente diseñados según la clase y zona del emplazamiento donde estén instalados. Las instalaciones eléctricas en este tipo de emplazamientos están reguladas por la ITC 29 del REBT RD 842/2002.

La Directiva Europea 94/9/CE sobre "Equipos y Sistemas de Protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas", también denominada directiva ATEX 100 en referencia al artículo 100 del tratado de la Unión Europea, contempla los aspectos de diseño y construcción de aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Esta directiva se adopta el 23 de Marzo de 1994 y entró en vigor el 1 de marzo de 1996, teniendo como propósito la eliminación barreras comerciales dentro del Área Económica Europea. Esta directiva ha sido transpuesta al ordenamiento jurídico español, mediante el **Real Decreto 400/1996**, de 1 de Marzo.

### **6.5 Medidas organizativas**

Las medidas de protección organizativas también se describen en el documento de protección contra explosiones.

El documento debe reflejar:

- Qué instrucciones de servicio existen para un puesto de trabajo o una actividad.
- Cómo se asegura la cualificación de los trabajadores.
- Contenido y frecuencia de la formación (y quién ha participado).
- En su caso, cómo se regula la utilización de equipos de trabajo móviles en las *áreas de riesgo*.
- Cómo se asegura que los *trabajadores* sólo vistan ropa protectora adecuada.
- Si está establecido un Procedimiento Operativo Seguro para los trabajos y como se asegura su cumplimiento.
- Si existe un sistema de permiso para trabajar y cómo está organizado.
- Cómo están organizados los trabajos de mantenimiento, control y comprobación.
- Cómo están señalizadas las *áreas de riesgo*.

## Guía para la realización del documento de protección contra explosiones

- Si existen formularios correspondientes a estos puntos, se pueden incluir como modelo en el documento de protección contra explosiones. También debe adjuntarse al documento una lista de los equipos de trabajo móviles autorizados para funcionar en atmósferas explosivas. El nivel de detalle dependerá del tipo y de la envergadura de la operación, así como del grado de riesgo que ésta entraña.

### 7. Aplicación 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).

También debe indicar en qué momento es preciso aplicar las medidas y cómo se controla su eficacia.

### 8. Coordinación de las medidas de protección contra explosiones

Cuando en un mismo lugar de trabajo ejerzan su actividad empresarios de varias empresas, cada *empresario* 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 detallada sobre las medidas y las modalidades de realización de esta coordinación.

### 9. Cumplimiento con las exigencias del RD 1.215/1997

Según el apartado 8f del RD 681/2003 se debe de justificar en el Documento de protección Contra Explosiones el cumplimiento de las medidas prescritas en el RD 1.215/1997 para que los equipos de trabajo se utilicen adecuadamente.

Por lo tanto se deberá incluir una relación de todas los equipos de trabajo incluidos dentro del campo de aplicación de este RD 1.215/97 y justificar su cumplimiento.

## 10. Anexos

Como documento final se incluirá una relación de todos los equipos utilizados en la empresa con su declaración de conformidad según directivas Europeas.

## 11. Bibliografía

- Comunicación de la Comisión relativa a 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 explosivas. **OM/2003/0515 final**. <http://europa.eu.int/eur-ex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52003DC0515:ES:HTML>.
- Manual práctico clasificación de zonas en atmósferas explosivas". Autores Francesc Escuer Ibars y Javier Garcia Torrent Edita Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona. <http://www.cetib.cat/cat/public/aparador/index.html>.
- Ley 31/1995 , de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales.
- RD 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.
- RD 400/1996 Equipos y Sistemas de Protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- RD 842/2002 Reglamento de Baja Tensión. ITC 29 Instalaciones en locales con Riesgo de Incendio y Explosión.
- Norma UNE-EN 60079-10 Clasificación de emplazamientos peligrosos debido a gases combustibles.
- Norma UNE-EN 202004-3 Clasificación de lugares donde puede haber polvos combustibles.
- RD 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 1254/1999 de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.





**Marceliano Herrero Sinovas**

Jefe del Servicio Territorial de Industria, Comercio y  
Turismo de la Delegación Territorial de  
la Junta de Castilla y León en Valladolid  
[hersinma@jcy.l.es](mailto:hersinma@jcy.l.es)

---

# Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables





## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables

Las zonas con atmósferas potencialmente explosivas se deben clasificar como Zonas 0, Zonas 1 y zonas 2 según la frecuencia con que un gas inflamable se halla presente en ellas bajo condiciones normales de funcionamiento.

La metodología de la clasificación de zonas que analizaremos en esta guía se basa en la norma **UNE 60.079-10** cuyo objeto es la clasificación de los emplazamientos peligrosos donde los riesgos son debidos a la presencia de gas o vapor inflamables a fin de poder seleccionar e instalar adecuadamente los aparatos para usar en los citados emplazamientos según la ITC 29 del REBT **RD 842/2002**. También esta clasificación de zonas se puede utilizar para formar parte del documento de protección contra explosiones obligatorio a todos los establecimientos con este tipo de riesgo desde el 30 de junio de 2006 según el **RD 681/2003**.

Para seguir el procedimiento indicado en esta norma **UNE 60079-10** debemos acudir en determinados momentos a otras normas y guías para conseguir datos que son necesarios a la hora de la determinación de las zonas peligrosas. En este caso utilizamos la norma-guía de reconocido prestigio **CEI 31-35** del Comité Electrotécnico Italiano.

## Procedimiento para la eliminación del riesgo

El análisis y posible eliminación del riesgo se debe hacer de forma escalonada siguiendo los siguientes pasos:

- 1º Eliminar la fuente ATEX.** Antes de comenzar a realizar una clasificación de zonas se debe analizar si es posible eliminar la fuente de origen de gas inflamable a través de un diseño de la instalación o la posible sustitución de un producto o sustancia peligrosa por otra. Si se consigue que no exista fuentes de escape o cuando el producto no es peligroso la zona será no peligrosa, sin duda la mejor seguridad. Cuando no es posible eliminar el origen de la atmósfera peligrosa se debe *clasificar las zonas*.
- 2º Eliminación de fuentes de ignición.** Si la formación de la atmósfera peligrosa no puede impedirse, una vez clasificada la zona, se debe intentar eliminar de la zona peligrosa las fuentes de ignición, como por ejemplo instalaciones eléctricas, como cuadros, luminarias, interruptores, etc.
- 3º Probabilidad aceptable.** Cuando no se puede eliminar la fuentes de escape o las fuentes de ignición según los apartados anteriores la seguridad debe basarse en la baja probabilidad de que coincida la fuente de ignición con la atmósfera explosiva. Esto se consigue eligiendo el material eléctrico y no eléctrico en función de la clasificación de zonas, los cuales deben cumplir unas prescripciones de seguridad adecuadas al entorno donde se ubiquen según el RD 400/1996 sobre Equipos y Sistemas de Protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.

La norma UNE 60079-10 propone un procedimiento de clasificación que en determinados momentos se necesita unos datos que no son facilitados por dicha norma. Por ello debemos acudir a la guía CEI 31-35 del Comité Electrotécnico Italiano para conseguir estos datos.

A continuación se muestra el esquema clasificación propuesto por la norma UNE 60079-10 indicando en el mismo los momentos y datos que podemos obtener de la guía CEI 31-35.

## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables



### 1º Determinar las fuentes y grado de escape

La norma UNE 60.079-10 no indica la tasa de emisión ni los posibles orificios de escape. Para determinar los posibles orificios de escape podemos acudir a la norma CEI 31.35 la cual no solo nos indica el posible orificio de escape sino además nos indica la tasa de emisión en función de una serie de parámetros.

### 2º Determinar el grado de ventilación

La norma UNE 60.079-10 no determina los parámetros sobre  $V_z$  y  $t$  para determinar el grado de ventilación. Si bien en la última revisión de la norma UNE 60.079-10 nos indica que si  $V_z < 0,1 \text{ m}^3$  la ventilación es de grado alto. Sin embargo para una correcta determinación del grado de ventilación en función de  $V_z$  y de  $t$  debemos acudir de nuevo a la guía CEI 31-35.

### 3º Determinar la disponibilidad de ventilación

La norma UNE 60.079-10 nos define la disponibilidad de la ventilación.

### 4º Determinación del tipo de zona

Según la norma UNE 60079-10 se determina el tipo de zona, en función del grado de la fuente de emisión, el grado de ventilación y la disponibilidad de la misma.

### 5º Calcular la extensión de zona

La norma UNE 60.079-10 no indica fórmulas para determinar con exactitud la extensión de zonas. Este es el punto más conflictivo ya que se debe determinar la zona con riesgo de incendio y explosión, para ello podemos utilizar la Norma de reconocido prestigio guía CEI 31-35 donde a través de una serie de fórmulas nos indica con exactitud la posible zona con riesgo de incendio y explosión.

Esquema nº 1. Procedimiento de clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión

A continuación analizaremos cada uno de los pasos de este procedimiento.

## 1. Determinar las fuentes de escape y su grado

La norma UNE EN 60.079-10 define fuente de escape como un punto o lugar desde el cual se puede escapar a la atmósfera gas, vapor o líquido inflamables de tal forma que se pueda formar una atmósfera de gas explosiva. Escape se podría entender como un fallo o accidente, sin embargo esta norma la palabra de escape tiene connotaciones de generador de gases explosivos, sin tener que ser necesariamente originados por un fallo.

Existen tres grados de escape, que se clasifican en la tabla nº 1 en orden decreciente en cuanto a la probabilidad de que la atmósfera de gas explosiva esté presente:

Fuentes	Grado
	<p><b>Grado de escape Primario:</b> Es un escape que se produce de forma continua o presumiblemente durante largos períodos.</p> <p><b>Ejemplos:</b> La superficie de un líquido inflamable en un depósito abierto a la atmósfera o de techo fijo sin gas inerte, separadores aceite-agua, venteos libres a la atmósfera, etc.</p>
	<p><b>Grado de escape primario:</b> Es un escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Sellos de bombas, compresores y válvulas donde se prevé fugas en condiciones normales, drenajes en recipientes que contienen líquidos inflamables, tomas de muestra de tanques, reactores de sustancias inflamables, etc.</p>
	<p><b>Grado de escape secundario:</b> Es un escape que no se prevé en funcionamiento normal y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en períodos de corta duración.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Bridas, uniones, sellos y otros accesorios donde NO se esperan fugas en condiciones normales.</p>

Tabla nº 1. Clasificación de los grados de escape

## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables



### 2. Grado de ventilación

Para determinar el grado de ventilación se empleará la tabla nº 2 fusión de conceptos establecidos tanto en la norma **UNE 60079-10** como en la guía **CEI 31-35**:

Lugares	Vz	Xm%	t (seg)	Grado
<b>cerrados</b>	< 0,1 m <sup>3</sup>	Cualquiera	Cualquiera	Alto
	> 0,1m <sup>3</sup>	$X_m \% \leq \frac{k \cdot LEL_{mix} \%vol}{f}$	t < 30 min.	Medio
	> 0,1m <sup>3</sup>	$X_m \% > \frac{k \cdot LEL_{mix} \%vol}{f}$	Cualquiera	Bajo
<b>abiertos</b>	< 0,1 m <sup>3</sup>	Cualquiera	Cualquiera	Alto
	> 0,1m <sup>3</sup>	Cualquiera	Cualquiera	Medio

Tabla nº 2. Determinación del grado de ventilación

Donde:

**Vz**: se define como el volumen peligroso teóricamente calculado.

**Xm%**: es la concentración de gas peligroso en un lugar lejano de la fuente de escape.

**t**: es el tiempo que tarda en dispersarse el volumen peligroso una vez que ha cesado la fuente de escape.

Los tres parámetros de los que depende el grado de ventilación les podemos calcular de la siguiente forma:

#### a) Cálculo de Vz

Para determinar el Vz o volumen peligroso calculado teóricamente, se utiliza la fórmula de la tabla nº 3 recogida de la norma UNE 60079-10.

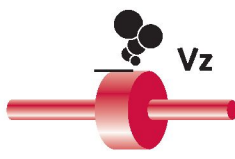
	Ambientes cerrados	Ambientes abiertos
	$V_z = \frac{f \times Q_{min}}{C_0}$	$V_z = \frac{f \times Q_{min}}{0,03}$
	Donde: <b>Vz</b> : se define como el volumen peligroso teóricamente calculado.	
	<b>f</b> : factor de ventilación del 1 al 5.	
	<b>C<sub>0</sub></b> : renovaciones hora del local.	
	<b>Q<sub>min</sub></b> : cantidad de aire fresco para diluir el escape.	

Tabla nº 3. Cálculo del Vz

### Cálculo de $Q_{min}$

Para calcular la cantidad de aire fresco necesario para diluir la tasa de escape se utiliza la fórmula de la tabla nº 4 recogida de la norma UNE 60079-10.

$$Q_{min} = \frac{Q_{max} \times T}{K \times LIE \times 293}$$

Donde:

$Q_{min}$ : cantidad de aire fresco para diluir el escape.

$Q_{m\acute{a}x}$ : es la tasa máxima de escape de la fuente (Masa por unidad de tiempo, kg/s).

LIE: es el límite inferior de explosión (masa por unidad de volumen, kg/m<sup>3</sup>).

k: es un factor de seguridad aplicado al LIE, normalmente:  
k = 0,25 (grados de escape continuo y primario)  
k = 0,5 (grado de escape secundario).

T: es la temperatura ambiente (en grados Kelvin).

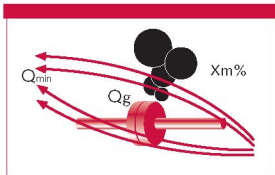


Tabla nº 4. Cálculo del aire fresco necesario

### Determinación de $Q_{max}$ (guía CEI 31-35)

Para determinar la tasa de emisión de gas inflamable que se emite a la atmósfera se utiliza una serie de fórmulas de mecánica de fluidos, indicadas en la tabla nº 5 recogidas de la norma **CEI 31-35**.

#### Emisiones gaseosas

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \cdot \left[ \gamma \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \right]^{0,5} \cdot \frac{P}{\left( \frac{R \cdot T}{M} \right)^{0,5}}$$

Donde:

$Q_g$ : Tasa de emisión de gas Kg/s.  $\varphi=1$ , caso más desfavorable

c: coeficiente de emisión del gas valor indicado por el constructor; o bien: para válvulas de seguridad = 0,97; en los demás casos en general = 0,80;

A: sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. mm<sup>2</sup>

$\gamma$ : relación entre los calores específicos (índice de expansión) = cp/cv.

R: constante universal de los gases = 8314 J/kmol K.

T: temperatura absoluta de escape, °K.

M: masa molar, Kg/kmol.

P: presión absoluta al interior del sistema de contención en el punto de emisión, Pa;

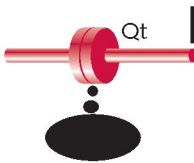




## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables



### Emisiones de líquido inflamable a presión

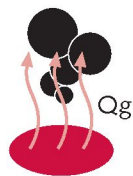


$$Q_t = c \cdot A \cdot (2 \cdot \rho_{liq} \cdot (P - P_a))^{0,5}$$

Donde:

- Qt:** tasas de emisión de líquido inflamable. Kg/s.
- c:** coeficiente de emisión del gas valor indicado por el constructor; o bien: para válvulas de seguridad = 0,97; en los demás casos en general = 0,80.
- A:** sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. m<sup>2</sup>.
- $\rho$ :** densidad (masa de volumen) de la masa líquida, kg/m<sup>3</sup>.
- P:** presión absoluta al interior del sistema de contención en el punto de emisión, Pa.
- Pa:** presión atmosférica = 101 300 Pa; 2,513 bar.

### Emisiones de un charco de líquido inflamable



$$Q_g = A \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{W}{f} \cdot r_{eq}^{-0,11} \cdot \frac{M \cdot P_a}{R \cdot T} \cdot \ln \left( 1 + \frac{P_v}{P_a - P_v} \right)$$

Donde:

- Qg:** Tasa de emisión de gas Kg/s.
- A:** sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. mm<sup>2</sup>.
- W:** velocidad del aire, m/s.
- f:** factor de eficacia de la ventilación de 1 a 5.
- req:** radio equivalente del charco de cualquier otra forma, m.
- M:** masa molecular, Kg/kmol.
- Pa:** presión atmosférica = 101 300 Pa; 2,513 bar.
- R:** constante universal de los gas = 8314 J/kmol K.
- T:** temperatura absoluta de escape, °k.
- Pv:** presión ( tensión ) de vapor de la sustancia inflamable, a Pa.

Tabla nº 5. Determinación de la tasa de escape

## ● A T M Ó S F E R A S E X P L O S I V A S

En la tabla nº 6 se muestra una serie de ejemplos de aplicación de la fórmula de tasa de emisión de una sustancia gaseosa: datos temperatura sustancia 20°C temp. ambiente 20°C Orificio 5 mm<sup>2</sup>.

Presión relativa bar	Gas Propano		Gas Metano	
	Tasa emisión Kg/s 10-3	$\varphi$	Tasa emisión Kg/s 10-3	$\varphi$
0,25	1,3	0,858	0,725	0,827
0,5	1,8	0,98	1	0,962
0,75	2,1	1	1,21	0,997
1	2,4	1	1,4	1
1,25	2,8	1	1,68	1
1,75	3,4	1	1,91	1
2,0	3,7	1	2,08	1
3	4,94	1	2,78	1
5	7,04	1	4,17	1
10	13,1	1	7,6	1
20	25,8	1	14,5	1
30	38,2	1	21,5	1
50	62,8	1	35,3	1
100	124	1	70	1

Tabla nº 6. Ejemplos de tasa de escape de una sustancia gaseosa sometida a presión

Para otros orificios de escape: la tasa es proporcional al tamaño del orificio.

En la tabla nº 7 se muestra un ejemplo de aplicación de la fórmula de tasa de emisión de líquido a presión. Datos temperatura ambiente 20°C temperatura del líquido 20°C y presión atmosférica 1bar. C=0,8; densidad del líquido 780 Kg/m<sup>3</sup>. 5 mm<sup>2</sup> de orificio

P-Pa Presión relativa bar	Gasolina Tasa emisión Kg/s 10 <sup>-2</sup>
0,25	2,5
0,5	3,5
0,75	4,3
1	5
1,25	5,6
1,75	6,2
2,0	7
3	8,6
5	11,1
10	15,8
20	22,34
30	27,3

Tabla nº 7. Ejemplo de aplicación de la fórmula de tasa de emisión de líquido a presión

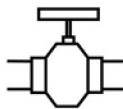
## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables

### Determinación de A:

CEI 31-35. (Valores indicativos del área de fuga de emisión)

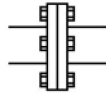
En la tabla nº 8 se indican los orificios de escape que se pueden tener en cuenta para determinar la tasa de emisión.

#### Válvulas Manuales



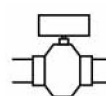
D<150 mm.  
A=0,25 mm<sup>2</sup>

#### Bridas



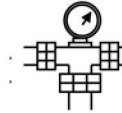
Junta de fibra:  
Ambiente vigilado  
A=2,5 mm<sup>2</sup>  
Ambiente no vigilado  
A=5 mm<sup>2</sup>  
Junta espirometálica  
A=0,25 mm<sup>2</sup>.  
Junta metálica  
A=0,5 mm<sup>2</sup>

#### Válvulas Automáticas



D<150 mm.  
A=1 mm<sup>2</sup>

#### Empalmes

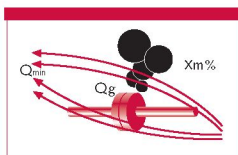


D<150 mm.  
A=0,25 mm<sup>2</sup>

Tabla nº 8. Orificios de escape que se pueden tener en cuenta para determinar la tasa de emisión

### b) Cálculo de Xm%. (guía CEI 31-35)

Este dato está recogido de la guía CEI 31-35 y su utilidad es básica para determinar si el grado de ventilación se puede considerar medio o bajo. Se calcula mediante la expresión indicada en la tabla nº 9.



$$Xm\% = \frac{Q_g}{Q_a \times \rho_{gas}} \times 100$$

Donde:

Xm%: que es la concentración de gas peligroso en un lugar lejano de la fuente de escape.

Q<sub>g</sub>: emisión de gas Kg/s.

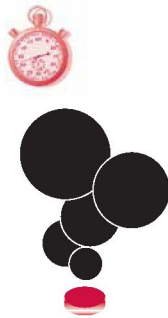
Q<sub>a</sub>: caudal de aire fresco m<sup>3</sup>/s.

ρ: densidad de la masa, kg/m<sup>3</sup>.

Tabla nº 9. Cálculo de Xm%

**c) Cálculo de t**

Para determinar el tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa una vez cesado la fuente de emisión se utiliza la fórmula de la tabla nº 10 indicada en la norma UNE 60079-10.



$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times K}{X_0}$$

Donde:

- t:** tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa una vez cesado la fuente de emisión.
- X<sub>0</sub>:** es la concentración inicial de sustancia inflamable expresada en las mismas unidades que el LIE, es decir en % volumen o en kg/m<sup>3</sup>. En la práctica, según la guía mencionada CEI 31-35 se toma X<sub>0</sub> como 50%.
- C:** es el número de cambios de aire fresco por unidad de tiempo; t es la misma unidad de tiempo que se haya tomado para C, por ejemplo, si C es el número de cambios por segundo, el valor de t será en segundos.
- f:** es el factor que toma en cuenta el hecho de que la mezcla no es perfecta. Varía desde 5 para una ventilación con entrada de aire a través de una rendija y una simple abertura de descarga hasta el valor 1 para ventilaciones con entrada de aire a través de un techo perforado y con múltiples escapes.
- k:** es un factor de seguridad aplicado al LIE entre 0,25 y 0,5 véase fórmula.

Tabla nº 10. Cálculo del tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa una vez cesado la fuente de emisión

## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables



### 3. Determinación de la disponibilidad de la ventilación

La disponibilidad e ventilación es un dato que podemos obtener directamente de la norma UNE 60079-10, sin embargo las definiciones de grado de disponibilidad buena o mediocre no son demasiadas precisas, por ello debemos de intentar conseguir el grado de ventilación muy bueno, el cual se logra enclavando la ventilación cuando es forzada, al funcionamiento de la actividad o equipo, por ejemplo a través del corte de suministros energéticos, tanto gas como energía eléctrica. Las definiciones de grado de ventilación se indican a continuación.

- **Muy buena:** La ventilación existe de forma prácticamente permanente. Una disponibilidad muy buena requeriría normalmente, en caso de avería, el arranque automático de las soplantes de reserva. No obstante, si cuando la ventilación ha fallado se adoptan medidas para evitar el escape de sustancia inflamable (por ejemplo, por parada automática del proceso).
- **Buena:** La ventilación se espera que exista durante el funcionamiento normal. Las interrupciones se permiten siempre que se produzcan de forma poco frecuente y por cortos períodos.
- **Mediocre:** La ventilación no cumple los criterios de la ventilación muy buena o buena, pero no se espera que haya interrupciones prolongadas.

### 4. Determinación del tipo de zona

Una vez que hemos determinado el grado de emisión, el grado de ventilación y la disponibilidad de ventilación, se debe acudir a la tabla nº 11, recogida en la norma UNE 60079-10, para determinar el tipo de zona del emplazamiento peligroso.

Lo ideal es obtener un tipo de zona de extensión despreciable, (ED). Si tenemos grado de ventilación medio y disponibilidad de ventilación buena, el primer tipo de zona está rodeada por un segundo tipo de zona, indicado por el símbolo "+", el cual se debería de calcular la extensión de zonas considerando que la ventilación forzada está fuera de uso, si fuera ventilación natural, se rodearía el primer tipo de zona por otro de igual extensión.

## ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Grado de la emisión	Grado de la ventilación						
	Alto		Medio		Bajo		
	Disponibilidad de la ventilación						
	MUY BUENA	BUENA	MEDIOCRE	MUY BUENA	BUENA	MEDIOCRE	MUY BUENA O MEDIOC.
<b>Continuo</b>	Zona 0 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 0 ED Zona 2(1)	Zona 0 ED Zona 1(1)	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
<b>Primario</b>	Zona 1 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 1 ED Zona 2(1)	Zona 1 ED Zona 2(1)	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 0 ó Zona 0 (3)
<b>Secundario (2)</b>	Zona 2 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 2 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e igual Zona 0 (3)

- (1) Zona 0 ED , 1 ED o 2 ED 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".

Tabla nº 11. Determina el tipo de zona del emplazamiento peligroso

**Zona 0:** Es un emplazamiento en el que una atmósfera de gas explosiva está presente en forma continua o por largos períodos.

**Zona 1:** Es un emplazamiento en el que es probable que aparezca una atmósfera de gas explosiva en funcionamiento normal.

**Zona 2:** Es un emplazamiento en el que no es probable que aparezca una atmósfera de gas explosiva en funcionamiento normal y si aparece es probable sólo de forma infrecuente y en períodos de corta duración.

## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables



### 5. Extensión de zonas

Para determinar la extensión de zonas se utilizan las fórmulas de mecánica de fluidos que vienen recogidas en la guía CEI 31-35. Dentro de los posibles casos de fuentes de emisión y sus extensiones, se indican en la tabla nº 12 tres casos por ser los más habituales: fuente de emisión en régimen subsónico, caso típico de una emisión por venteos, fuente de emisión sónica: caso típico de un escape de gas por una brida, y por último fuente de emisión producido por un charco de líquido inflamable, caso típico de un derrame accidental. Para otros casos, como gas líquido por refrigeración o por presión, por ejemplo GLP, se aconseja al lector acudir a la guía CEI 31-35.




Fuente de emisión	Ambientes Abiertos															
Fuente de emisión	Ambientes Cerrados se multiplica por $K_z$ $K_z = 0,9 \cdot e^{\frac{76 \cdot X_{m\%}}{M \cdot LIE\%vol}}$															
Elementos del sistema de contención. Subsónico 	$d_z = \left( \frac{42300 \times Q_g \times f}{M \times LIE\%vol \times w} \right)^{0,55} \times 1,2$															
Elementos del sistema de contención. Sónico 	$d_z = 16,5(P \times 10^{-5})^{0,5} \times M^{-0,4} \left( \frac{LIE\%vol}{100} \right)^{-1} \times A^{0,5} \times 1,5$															
Charco de líquido inflamable 	$d_z = (P_v \cdot 10^{-5})^a \cdot M^b (LIE\%vol)^c \cdot A^d (4 - W)$ <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>P_v &lt; 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}</math> (<math>P_v &lt; 0,2 \text{ bar}</math>)</td> <td>0,26</td> <td>- 0,20</td> <td>- 0,25</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td><math>P_v &gt; 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}</math> (<math>P_v &gt; 0,2 \text{ bar}</math>)</td> <td>0,18</td> <td>- 0,18</td> <td>- 0,26</td> <td>0,70</td> </tr> </tbody> </table>		a	b	c	d	$P_v < 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ( $P_v < 0,2 \text{ bar}$ )	0,26	- 0,20	- 0,25	0,67	$P_v > 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ( $P_v > 0,2 \text{ bar}$ )	0,18	- 0,18	- 0,26	0,70
	a	b	c	d												
$P_v < 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ( $P_v < 0,2 \text{ bar}$ )	0,26	- 0,20	- 0,25	0,67												
$P_v > 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ( $P_v > 0,2 \text{ bar}$ )	0,18	- 0,18	- 0,26	0,70												

Tabla nº 12. Cálculo de extensión de zonas

## ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

- dz: distancia de la zona peligrosa.
- e: base logarítmica.
- Xm%: Concentración media de sustancia peligrosa.
- LIE%vol: límite inferior de Explosividad.
  - A: sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. mm<sup>2</sup>.
  - W: velocidad del aire, m/s.
  - f: factor de eficacia de la ventilación de 1 a 5.
- req: radio equivalente del charco de cualquier otra forma, m.
- M: masa molecular, Kg/kmol.
- Pa: presión atmosférica = 101 300 Pa; 2,513 bar.
- R: constante universal de los gas = 8314 J/kmol K.
- T: temperatura absoluta de escape, °k.
- Pv: presión ( tensión ) de vapor de la sustancia inflamable, Pa.

En la tabla nº 13 se muestra una serie de ejemplos de aplicación en el caso de gas sometido a presión. Datos temperatura sustancia 20°C temperatura ambiente 20°C Orificio 5 mm<sup>2</sup>.

Presión relativa bar	Gas Propano		Gas Metano	
	Tasa escape Kg/s 10 <sup>-3</sup>	Distancia de seguridad a 1,2xd <sub>z</sub> m	Tasa escape Kg/s 10 <sup>-3</sup>	Distancia de seguridad a 1,2xd <sub>z</sub> m
0,25	1,3	0,85	7,25	0,65
0,5	1,8	0,9	10	0,7
0,75	2,1	1	12,1	0,75
1	2,4	1	14	0,80
1,25	2,8	1	16,8	0,85
1,75	3,4	1,5	19,1	0,95
2,0	3,7	1,5	20,8	1
3	4,94	2	27,8	1,5
5	7,04	2	41,7	1,5
10	13,1	2,5	76	2
20	25,8	3,5	145	3
30	38,2	4,5	215	3,5
50	62,8	5,5	353	4
100	124	7,5	700	6

Tabla nº 13. Ejemplos de aplicación de extensión de zonas en el caso de gas sometido a presión

Para otra aperturas: la tasa es proporcional al tamaño del orificio, sin embargo la distancia a en mm<sup>2</sup> es proporcional a la raíz cuadrada:  $(a/5)^{0,5}$

Esta tabla es válida tanto para ambientes abiertos como cerrados cuando se cumple que  $Kz < 0,7$  LIE.



## Guía para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a gases inflamables

En la tabla nº 14 se muestra una serie de ejemplos de aplicación para el caso de la extensión de zonas debida a un charco de gasolina con una superficie  $A$  m<sup>2</sup> a una velocidad del aire de 0,01 m/s con un factor de ventilación  $f=1$  a temperatura de 20°C, tensión de vapor de la gasolina a 40°C 80221 Pa, presión atmosférica  $P_a=1,013$  bar.

A superficie del charco m <sup>2</sup>	Qg tasa de emisión 10 <sup>-4</sup> Kg/s	Distancia peligrosa a m
1	1,4	3
2	2,4	4,5
3	4,4	6,5
5	6,55	8,5
7	9	11
8	0,2	12
10	12,6	14
15	18,5	18

Tabla nº 14. Ejemplos de aplicación para el caso de la extensión de zonas debida a un charco de gasolina

### Forma de la zona peligrosa

- Cuando no es conocido la dirección de la emisión, a favor de la seguridad, se puede asumir una esfera de de radio "a" y en el centro en la fuente de emisión. **Figura nº 1**

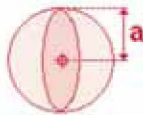


Figura nº 1. Zona tipo esférica

- Cuando una de las direcciones de emisión es entorpecida (por ejemplo un muro ) se puede asumir una semiesfera de radio "a"; **Figura nº 2.**

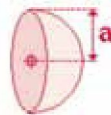


Figura nº 2. Zona tipo semiesférica

- Cuando es conocida la dirección de emisión (por ejemplo una válvula de seguridad) se puede asumir como forma de la zona peligrosa un cono de altura "a" y ángulo de apertura oportuno. El volumen peligroso (Vp) es el volumen de este cono.

**Figura nº 3.**

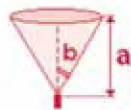


Figura nº 3. Zona tipo cónica

- La emisión de vapor de la superficie de un líquido inflamable determina una zona peligrosa que se extiende a lo largo de la dirección del aire de ventilación, para una distancia "a" calculado en base a la distancia de "dz". A favor de la seguridad, se asume que la zona peligrosa se extiende, desde el borde del charco, la distancia a, en todas las direcciones. Verticalmente (h) la extensión es más reducida, cuanto superior es la densidad del vapor respecto al aire. Extensiones verticales iguales a 1/4 de la distancia es adecuada para la mayor parte de los casos. **Figura nº 4.**

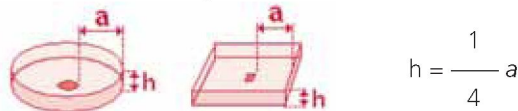


Figura nº 4. Zona debida a un charco

En el caso de líquido inflamable de vapores más pesados del aire, en el interior de un recipiente, la zona peligrosa se extiende hasta la altura del recipiente.

**Bibliografía:**

- Norma UNE-EN 60079-10 Clasificación de emplazamientos peligrosos debido a gases o vapores combustibles.
- Guías técnicas CEI 31-35 del comité electrotécnico Italiano para la Clasificación de emplazamientos peligrosos debido a gases o vapores combustibles.