

Guía para la clasificación de zonas de riesgo por gases inflamables

MARCELIANO HERRERO

Catalogar los emplazamientos peligrosos por la presencia de gases o vapores inflamables permite seleccionar e instalar adecuadamente los aparatos necesarios



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 este artículo 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. Esta clasificación de zonas se puede utilizar también 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 60.079-10 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:

1.º *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*.

2.º *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.

3.º *Probabilidad aceptable.* Cuando no se pueden eliminar las 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

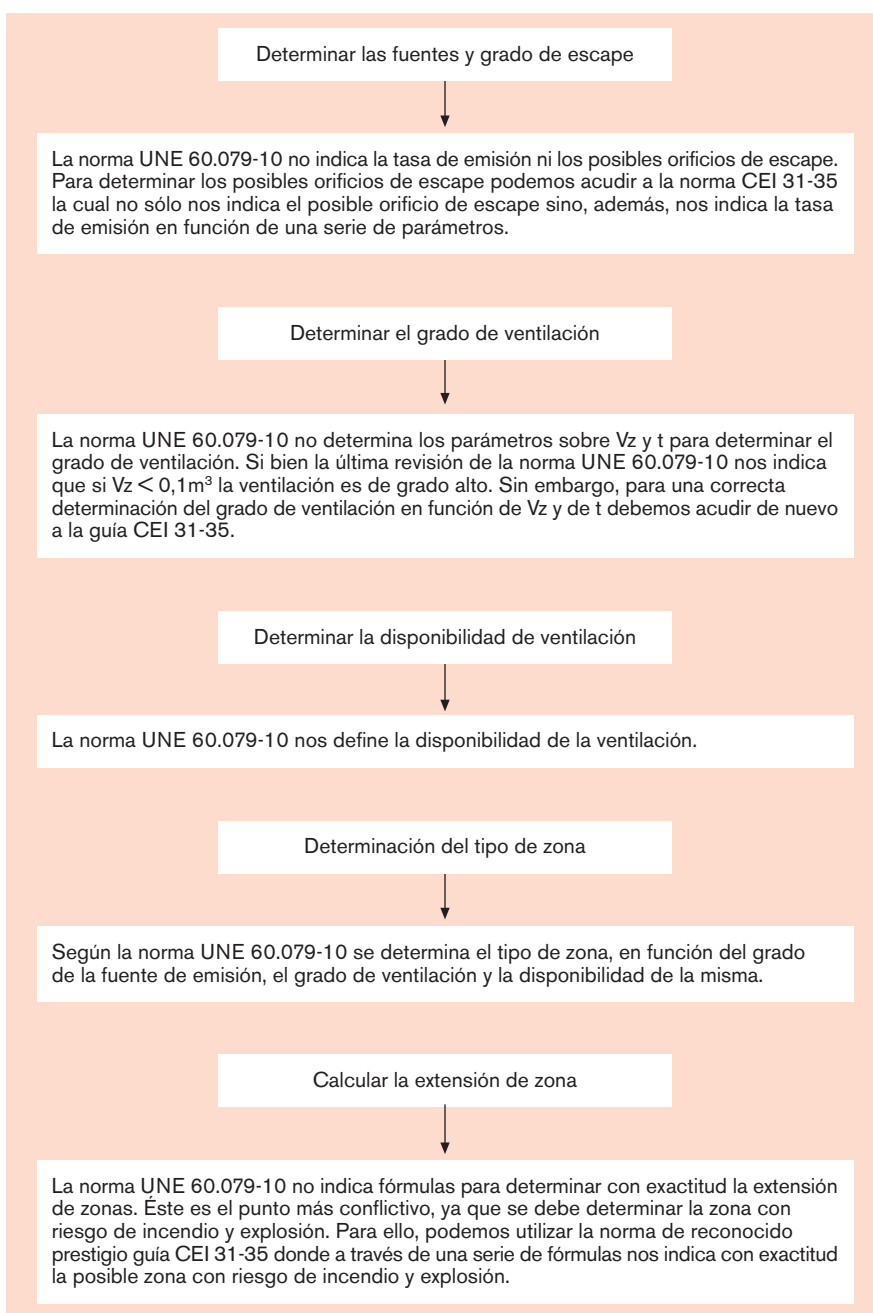


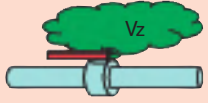
Figura 1. Procedimiento de clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión.

Tabla 1. clasificación de los grados de escape.

Fuentes	Grado
	Grado de escape primario: Es un escape que se produce de forma continua o presumiblemente durante largos períodos. Ejemplos: 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.
	Grado de escape primario: Es un escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal. Ejemplos: 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.
	Grado de escape secundario: Es un escape que no se prevé en funcionamiento normal y, si se produce, es probable que ocurra infrecuentemente y en períodos de corta duración. Ejemplos: bridas, uniones, sellos y otros accesorios donde no se esperan fugas en condiciones normales.

Lugares	Vz	X _m %	t (seg)	Grado
Cerrados	< 0,1 m ³	Cualquiera	Cualquiera	Alto
	> 0,1 m ³	$X_m \% \leq \frac{K \cdot LEL_{m\acute{a}x} \% vol}{f}$	t < 30 min.	Medio
	> 0,1 m ³	$X_m \% > \frac{K \cdot LEL_{m\acute{a}x} \% vol}{f}$	cualquiera	Bajo
Abiertos	< 0,1 m ³	Cualquiera	Cualquiera	Alto
	> 0,1 m ³	Cualquiera	Cualquiera	Medio

Tabla 2. Determinación del grado de ventilación.



Ambientes cerrados.

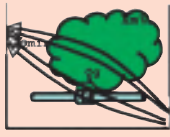
$$V_z = \frac{f \times Q_{min}}{C_o}$$

Ambientes abiertos.

$$V_z = \frac{f \times Q_{min}}{0,03}$$

Donde:
V_z se define como el volumen peligroso teóricamente calculado.
f: factor de ventilación del 1 al 5,
C_o renovaciones hora del local,
Q_{min} cantidad de aire fresco para diluir el escape.

Tabla 3. Cálculo del V_z.



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

Donde:
Q_{min} cantidad de aire fresco para diluir el escape.
Q_{max} 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/m³); 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 4. Cálculo del aire fresco necesario.

Tabla 5. Determinación de la tasa de escape.

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

Emisiones gaseosas

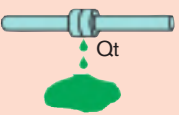
Donde:
Q_g Tasa de emisión de gas kg/s. φ = 1, caso más desfavorable,
c = coeficiente de emisión del gas valor indicado por el constructor; o bien: para válvulas de seguridad = 0,97; en los demás casos en general = 0,80;
A = sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. mm²
γ = 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 en el interior del sistema de contención en el punto de emisión, Pa;



$$Q_l = \varphi \cdot c \cdot A \cdot [g (2 \cdot \rho_{liq} \cdot (P - P_a))]^{0,5}$$

Emisiones de líquido inflamable a presión

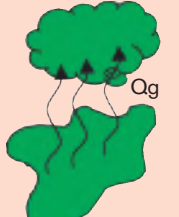
Donde:
Q_l = Tasas de emisión de líquido inflamable. kg/s.
c = coeficiente de emisión del gas valor indicado por el constructor; o bien: para válvulas de seguridad = 0,97; en los demás casos en general = 0,80;
A = sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. m²
ρ = densidad (masa de volumen) de la masa líquida, kg/m³;
P = presión absoluta en el interior del sistema de contención en el punto de emisión, Pa;
P_a presión atmosférica = 101 300 Pa; 2,513 bar.



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

Emisiones de un charco de líquido inflamable

Donde:
Q_g = 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. mm²;
W = velocidad del aire, m/s;
f = factor de eficacia de la ventilación de 1 a 5.
r_{eq} = radio equivalente del charco de cualquier otra forma, m;
M = masa molecular, Kg/kmol;
P_a = presión atmosférica = 101 300 Pa; 2,513 bar.
R = constante universal de los gases = 8314 J/kmol K;
T = temperatura absoluta de escape, °K;
P_v = presión (tensión) de vapor de la sustancia inflamable, a P_a.



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 60.079-10 propone un procedimiento de clasificación para el 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.

En la figura 1 se muestra el esquema de clasificación propuesto por la norma UNE 60.079-10 indicando en el mismo los momentos y datos que podemos obtener de la guía CEI 31-35.

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

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, para esta norma la palabra 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 1 en orden decreciente en cuanto a la probabilidad de que la atmósfera de gas explosiva esté presente:

Grado de ventilación

Para determinar el grado de ventilación se empleará la tabla 2, fusión de conceptos establecidos tanto en la norma UNE 60.079-10 como en la guía CEI 31-35:

Donde:

V_z se define como el volumen peligroso teóricamente calculado. $X_m\%$ 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 podemos calcularlos de la siguiente forma:

Cálculo de V_z

Para determinar el V_z o volumen peligroso calculado teóricamente, se utiliza la fórmula de la *tabla 3* recogida de la norma UNE 60.079-10.

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 4* recogida de la norma UNE 60.079-10.

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.

En la *tabla 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 temperatura ambiente 20 °C. Orificio 5 mm².

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

En la *tabla 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/m³. 5 mm² de orificio

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

En la *tabla 8* se indican los orificios de escape que se pueden tener en cuenta para determinar la tasa de emisión.

Cálculo de $X_m\%$. (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 9*.

Cálculo de t

Para determinar el tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa, una vez cesada la fuente de emisión, se utiliza la fórmula de la *tabla 10* indicada en la norma UNE 60.079-10.

Presión relativa bar	Gas propano		Gas metano	
	Tasa emisión kg/s 10 ⁻³	φ	Tasa emisión kg/s 10 ⁻³	φ
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 6. Ejemplos de tasa de escape de una sustancia gaseosa sometida a presión.

Determinación de la disponibilidad de la ventilación

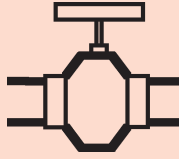
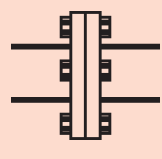
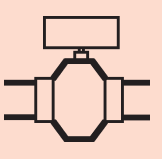
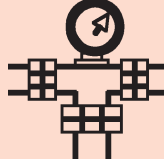
La disponibilidad de ventilación es un dato que podemos obtener directamente de la norma UNE 60.079-10, sin embargo, las definiciones de grado de disponibilidad buena o mediocre no son demasiado precisas, por ello debemos intentar conseguir el grado de ventilación muy bueno, el cual se logra enclavando 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.

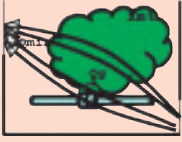
Muy buena: La ventilación existe de forma prácticamente permanente. Una disponibilidad muy buena requeriría normalmente, en caso de avería, el arranque

P-Pa Presión relativa bar	Gasolina Tasa emisión. Kg/s 10 ⁻²
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 7. Ejemplo de aplicación de la fórmula de tasa de emisión de líquido a presión.

Tabla 8. Orificios de escape que se pueden tener en cuenta para determinar la tasa de emisión.


Válvulas manuales	Bridas	Válvulas automáticas:	Empalmes:
			
D < 150 mm A = 0,25 mm ²	Junta de fibra: Ambiente vigilado A = 2,5 mm ² Ambiente no vigilado A = 5 mm ² Junta espirometálica A = 0,25 mm ² Junta metálica A = 0,5 mm ²	D < 150 mm A = 1 mm ²	D < 150 mm A = 0,25 mm ²



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

Donde:
 X_m % es la concentración de gas peligroso en un lugar lejano de la fuente de escape.
 Q_g emisión de gas kg/s;
 Q_a caudal de aire fresco m³/s,
 ρ = densidad de la masa, kg/m³

Tabla 9. Cálculo de X_m %.



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

Donde:
 t : tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa una vez cesada la fuente de emisión.
 X_o es la concentración inicial de sustancia inflamable expresada en las mismas unidades que el LIE, es decir, en % volumen o en kg/m³. En la práctica, según la guía mencionada CEI 31-35 se toma X_o 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 10. Cálculo del tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa. Una vez cesada la fuente de emisión se utiliza la fórmula de la

automático de las soplantes de reserva. No obstante, 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 fre-

cuente 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.

Determinación del tipo de zona

Una vez que hemos determinado el grado de emisión, el grado de ventila-

ción y la disponibilidad de ventilación, se debe acudir a la *tabla 11*, recogida en la norma UNE 60.079-10, 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 calcular por 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.

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.

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 12* tres casos por ser los más habituales: fuente de

Tabla 11. Determinación del tipo de zona del emplazamiento peligroso.

(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".

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, buena o mediocre
Continuo	Zona 0 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 0 ED Zona 2 (1)	Zona 0 ED Zona1(1)	Zona 0	Zona 0 +	Zona 0 +	Zona 0
Primario	Zona 1 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 1 ED Zona 2 (1)	Zona 1 ED Zona 2 (1)	Zona 1	Zona 1 +	Zona 1 +	Zona 1 o Zona 0 (3)
Secundario(2)	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)

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.

En la *tabla 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 mm².

Para otra aperturas: la tasa es proporcional al tamaño del orificio, sin embargo la distancia en mm² 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.

En la *tabla 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 m² 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 Pa = 1,013 bar.

Forma de la zona peligrosa

Cuando no es conocida la dirección de la emisión, a favor de la seguridad, se puede asumir una esfera de radio "a" y en el centro en la fuente de emisión (*figura 2*).

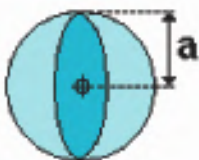


Figura 2. Zona de tipo esférico.

Cuando una de las direcciones de emisión es entorpecida (por ejemplo un muro) se puede asumir una semiesfera de radio "a" (*figura 3*).

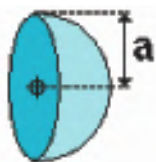


Figura 3. Zona de tipo semiesférico.

Cuando la dirección de emisión es conocida (por ejemplo una válvula de seguridad) se puede asumir como forma de la zona peligrosa un cono de altura "a"

Fuente de emisión	Ambientes abiertos Ambientes cerrados se multiplica por $Kz = 0,9 \cdot e$	$\frac{76 X\%}{M \cdot LIE\% \text{ vol}}$															
Elementos del sistema de contención. Subsónico	$dz = \left(\frac{42300 \times Q_g \times f}{M \times LIE\% \text{ vol} \times W} \right)^{0,55} \times 1,2$																
Elementos del sistema de contención. Sónico	$dz = 16,5 (P \times 10^{-5})^{0,5} \times M^{0,4} \left(\frac{LIE\% \text{ vol}}{100} \right)^{-1} \times A^{0,5} \times 1,5$																
Charco de líquido inflamable.	$dz = (P_v \times 10^{-5})^a \cdot M^b (LIE\% \text{ vol})^c \cdot A^d (4-W)$																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$P_v \leq 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ($P_v \leq 0,2 \text{ bar}$)</td> <td>0,26</td> <td>-0,20</td> <td>-0,25</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>$P_v > 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ($P_v > 0,2 \text{ bar}$)</td> <td>0,10</td> <td>-0,10</td> <td>-0,26</td> <td>0,70</td> </tr> </tbody> </table>		a	b	c	d	$P_v \leq 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ($P_v \leq 0,2 \text{ bar}$)	0,26	-0,20	-0,25	0,67	$P_v > 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ($P_v > 0,2 \text{ bar}$)	0,10	-0,10	-0,26	0,70
	a	b	c	d													
$P_v \leq 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ($P_v \leq 0,2 \text{ bar}$)	0,26	-0,20	-0,25	0,67													
$P_v > 2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ ($P_v > 0,2 \text{ bar}$)	0,10	-0,10	-0,26	0,70													

Tabla 12.: Cálculo de extensión de zonas.

dz = distancia de la zona peligrosa.

e = base logarítmica;

$X_m\%$ = 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. mm².

W = velocidad del aire, m/s;

f = factor de eficacia de la ventilación de 1 a 5.

r_{eq} = radio equivalente del charco de cualquier otra forma, m;

M = masa molecular, kg/kmol;

P_a = presión atmosférica = 101 300 Pa; 2,513 bar.

R = constante universal de los gas = 8314 J/kmol K;

T = temperatura absoluta de escape, °K;

P_v = presión (tensión) de vapor de la sustancia inflamable, Pa;

Tabla 13. Ejemplos de aplicación de extensión de zonas en el caso de gas sometido a presión

Presión relativa bar	Gas propano		Gas metano	
	Tasa escape kg/s 10-3	Distancia de seguridad a 01,2xdz m	Tasa escape kg/s 10-4	Distancia de seguridad a 1,2xdz 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

A superficie del charco m ²	Q _g tasa de emisión 10-4 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 14. Ejemplos de aplicación para el caso de la extensión de zonas debida a un charco de gasolina.

y ángulo de apertura oportuno. El volumen peligroso (V_p) es el volumen de este cono (figura 4).

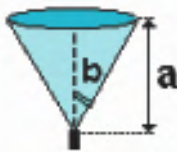


Figura 4. Zona de tipo cónico.

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.

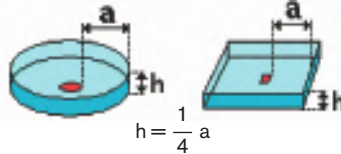


Figura 5. Zona debida a un charco.

Verticalmente (h) la extensión es más

reducida cuanto mayor es la densidad del vapor respecto al aire. Extensiones verticales iguales a 1/4 de la distancia son adecuadas para la mayor parte de los casos (figura 5). En el caso de líquido inflamable de vapores más pesados que el 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.

AUTOR

Marceliano Herrero
 hersinma@jcyll.es

Ingeniero técnico industrial por la Escuela Politécnica de Valladolid. Técnico de la Consejería de Industria Comercio y Turismo de la Junta de Castilla y León. Ha impartido numerosos cursos sobre diversas materias de Seguridad Industrial en varios Colegios Profesionales de Ingenieros Técnicos Industriales. Actualmente ocupa el puesto de jefe de Servicio de Industria Comercio y Turismo de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León de Valladolid.

Técnica Industrial

Tarifas de publicidad

Editor:

Fundación Técnica Industrial
 Consejo General de Colegios de Ingenieros
 Técnicos Industriales de España
 www.fundacionindustrial.org

Fecha de aparición: 1952

Tirada: 63.000 ejemplares
 (controlados por).

Difusión: 61.500 ejemplares
 (distribución directa por suscripción a colegiados a nivel nacional), 1.500 (suscripciones, promoción y publicidad).

Periodicidad: bimestral (seis números al año).

Próximos números:

267 Febrero 07, **268** Abril 07,
269 Junio 07, **270** Agosto 07,
271 Octubre 07, **272** Diciembre 07.

Interior
 de portada
 3.000 €

Interior
 contraportada
 3.000 €

Contraportada
 3.600 €

Página
 interior color
 2.200 €

1/2 página
 vertical color
 1.500 €

1/2 página
 horizontal
 color
 1.500 €

1/4 página
 color
 600 €

- Por emplazamiento preferencial: recargo del 15%.
- La confección del material corre a cargo del anunciante.
- El material se entregará en soporte digital.
 (en formato pdf cerrado o tif) en un CD con prueba de color en papel.
- Precios sin IVA.
- Se admiten publirreportajes y encartes (precios a determinar según características).