



Documentación potencialmente explosivas: clasificación de emplazamientos de clase I

Atmosphères potentiellement explosives: Classification d'emplacements de classe I
Potentially explosive atmospheres: Classification of locations of class I

Redactor:

Antonio Cejalvo Lapeña
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

Son muchas las actividades industriales en las que existen atmósferas explosivas debido a la naturaleza combustible de las sustancias que procesan o almacenan. Las instalaciones 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 deben ser especialmente diseñados según la clase y zona del emplazamiento donde estén instalados.

Los emplazamientos con este tipo de atmósferas son clasificados en tres clases en función de la naturaleza de las sustancias tratadas, así se tienen los emplazamientos de clase I, que son aquellos en los que se manipulan gases, vapores o nieblas inflamables, los de clase II, en los que se manipulan polvos combustibles y los de clase III en los que se manipulan fibras o materias volátiles fácilmente inflamables.

Los emplazamientos de clase I se clasifican en tres tipos de zonas en función de la probabilidad de presencia de la atmósfera explosiva:

- **Zona 0:** Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva está presente de forma continua, o se prevé que esté presente durante largos períodos, o por cortos períodos, pero que se producen frecuentemente.
- **Zona 1:** Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva se prevé pueda estar presente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.
- **Zona 2:** Es aquella en la que una atmósfera de gas explosiva no se prevé pueda estar presente en funcionamiento normal y si lo está, será de forma poco frecuente y de corta duración.

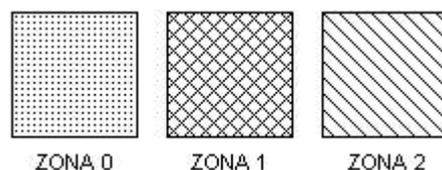


Fig. 1: Simbología para la representación de las diversas zonas

La presente Nota Técnica de Prevención tiene como objeto el describir el sistema de clasificación de zonas para los emplazamientos de clase I. El Reglamento electrotécnico de baja tensión, en su instrucción MIBT 026 "Prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión", indica que en la determinación de zonas en locales de clase I, se seguirá la norma UNE 20.322-86, tomando como base la citada norma, en esta Nota Técnica se detallan aquellos aspectos más relevantes para la adopción de criterios en la delimitación de áreas afectadas, como es el caso de la influencia de la ventilación en la determinación del tipo y extensión de las zonas.

Tal como están definidas las diferentes zonas, en función de la frecuencia y duración de la atmósfera explosiva, para cada sustancia concreta, el tipo de zona dependerá de las características del escape de la sustancia inflamable desde los equipos de proceso, es decir de la Fuente del posible escape y de la duración de la atmósfera explosiva una vez se ha producido tal escape, es decir de la Ventilación.

Cantidades mínimas

Si los equipos de proceso o de almacenamiento contienen sustancias inflamables, hay que determinar si éstos contienen mayor cantidad de sustancias inflamables que el mínimo especificado, y si es así hay que efectuar el proceso de clasificación del emplazamiento.

Se han agrupado las sustancias en función del punto de destello o temperatura de inflamación, la norma UNE 20.322 establece unos volúmenes mínimos, referidos a condiciones atmosféricas, tanto para el área de proceso como la de almacenamiento.

TABLA 1. Volúmenes mínimos

Grupo	Sustancias	Volumen mínimo (dm ³)	
		Áreas de proceso	Áreas de almacenamiento
A	Punto de destello hasta 0 °C, sin que sean del grupo F	100	1.000
B	Punto de destello comprendido entre 0 °C y 21 °C	500	2.000
C	Punto de destello comprendido entre 21 °C y 40 °C	1.000	10.000
D	Punto de destello comprendido entre 40 °C y 65 °C	2.000	20.000
E	Punto de destello superior a 65 °C (fuels)	4.000	40.000
F	Gases inflamables y gases inflamables licuados	Los volúmenes varían según el tipo de sustancia	

Los volúmenes de sustancias pertenecientes a los grupos D y E deberán ser considerados siempre y cuando sea posible el contacto de estas sustancias con el aire a una temperatura superior a la del punto de destello.

La norma UNE 20.322 no concreta más acerca de los volúmenes mínimos para sustancias del grupo F, pero hay que tener en cuenta que estas sustancias dan lugar a gases a temperatura ambiente y por tanto una fuente de escape es siempre susceptible de crear una atmósfera explosiva, en función claro esta, del grado de emisión de la fuente y de la ventilación. Por tanto parece preventivamente conveniente realizar la clasificación del emplazamiento siempre que se tengan presentes sustancias pertenecientes a este grupo.

Fuentes de escape

La norma UNE 20.322 define las fuentes de escape como todo punto o lugar desde el cual se pueden escapar a la atmósfera gases, vapores o nieblas, de tal forma que se puedan formar una atmósfera de gas explosiva. Existen tres grados de las fuentes de escape:

- **Grado continuo:** Es aquélla en la que el escape se produce de forma continua, o presumiblemente durante largos períodos, o cortos períodos pero que se producen frecuentemente. 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 primario:** Es aquélla en la que el escape 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 secundario:** Es aquélla en la que no se prevén escapes en funcionamiento normal y si éstos se producen, es posible que ocurran infrecuentemente, o durante cortos períodos de tiempo. Ejemplos: Bridas, uniones, sellos y otros accesorios donde se esperan fugas en condiciones normales.

Habría que matizar varios aspectos de estas definiciones, en primer lugar funcionamiento normal" es aquella situación que se da cuando los equipos de proceso funcionan con sus parámetros de diseño, no son condiciones ideales ni perfectas, pueden ser situaciones no deseables, (pequeñas fugas en los cierres de las bombas, etc) no considerándose como funcionamiento normal anomalías que requieran una urgente reparación o la parada del proceso, por ejemplo la rotura del sello de un bomba, de la junta de una brida o de una tubería o derrames ocasionados por accidentes, etc.

Otro aspecto importante y que no esta indicado en la norma UNE 20.322, es la cuantificación explícita de las frecuencias y períodos que determinan el grado de las fuente, como criterio técnico preventivo se podría considerar como una fuente de grado continuo aquella en la que el escape se produce durante más del 10 por ciento del tiempo de proceso, una fuente de grado secundario como aquella en la que el escape se produce durante menos del 0,1 por ciento del tiempo de proceso y una fuente de grado primario aquella en la que el escape este comprendido entre los dos grados anteriores. Para proceder a la clasificación de emplazamientos es necesario, identificar todos los puntos de la instalación (bombas, compresores, tanques, reactores, ...) que puedan crear una atmósfera inflamable y considerarlos como una fuente de escape, determinar el modo (desgaste de juntas, rotura de sellos, drenajes, venteos, tomas de muestra, etc), la periodicidad y la duración del escape, es decir el tiempo que se puede tardar en identificar y corregir la fuga, y así clasificar la fuente de escape en el grado correspondiente. Esta tarea se podrá realizar en base a los datos históricos de los equipos de la propia instalación o de instalaciones similares y consultando con el personal de campo, de

mantenimiento y de ingeniería.

Las fuentes de escape también pueden ser de grado múltiple como combinación de dos o tres de las anteriores, considerándose como el grado básico de ésta la de mayor frecuencia o duración. Por ejemplo una fuente de grado básico primario puede ser también de grado secundario si con esta frecuencia tiene una cuantía tal que origina una zona superior a la originada por el grado primario.

Ventilación

Es evidente que la ventilación del emplazamiento es un factor importante en el establecimiento, tanto del tipo como de la extensión de una zona, puesto que conjuntamente con las características del escape, nos determinará la frecuencia, duración y extensión del área donde la concentración de gas o vapor está dentro del rango de explosividad.

Según el ámbito de la ventilación, ésta puede ser general o localizada y a su vez, la ventilación general puede ser natural o forzada.

Ventilación general

Tanto la natural, como la forzada consisten en la dilución del gas o vapor inflamable con aire para reducir la concentración del contaminante. Con un dimensionado adecuado de la ventilación se puede aportar el suficiente caudal de aire para que la concentración de inflamables baje por debajo del Límite Inferior de Explosividad (LIE) y se consiga, por tanto, una atmósfera no explosiva. Este caudal puede ser determinado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{24 \rho_r 100 V F_s}{M \text{LIE} B}$$

donde:

Q es el caudal de aire en m³ por hora.

ρ_r es la densidad relativa del líquido inflamable.

V es la velocidad de evaporación del líquido, en litros por hora.

M es el peso molecular.

LIE es el Límite Inferior de Explosividad expresado en %.

F_s es un factor de seguridad que depende del porcentaje del LIE que se estima no se debe de sobrepasar para estar en condiciones de seguridad, para fuentes de escape continuas o primarias bien ventiladas un valor de 4 podría ser adecuado, para fuentes de escape secundarias bien ventiladas este factor podría pasar a valer entre 10 y 12, y en fuentes de escape continuas, primarias o secundarias deficientemente ventiladas pueden ser necesarios valores de F_s más elevados.

B es una constante que tiene en cuenta el hecho de que el LIE de vapores en aire disminuye a temperaturas elevadas, se tomará igual a 1 hasta 120 °C y 0,7 para temperaturas superiores.

Ventilación general forzada

También conocida como ventilación por dilución consiste en aportar el caudal calculado mediante la expresión anterior a través de ventiladores, estableciendo puntos de extracción e impulsión y teniendo en cuenta los obstáculos, de tal forma que en el interior del emplazamiento se realice una adecuada dilución y distribución del aire y de los gases o vapores inflamables.

Ventilación natural

Este tipo de ventilación se da en aquellas instalaciones que se encuentran bien al aire libre, bien en edificios con grandes aberturas que son prácticamente similares a los anteriores o en edificios con aberturas fijas en paredes y techo.

Para poder cuantificar la ventilación natural de un local hay que tener en cuenta que ésta es debida a dos componentes, el primero es la ventilación debida al viento y el segundo es la ventilación originada por la diferencia de temperaturas del aire dentro y fuera del local.

La ventilación debida al viento será función de la velocidad media del viento, de la dirección y obstáculos con que se encuentre el viento. El caudal de aire se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$Q_V = C_V A v$$

donde:

Q_V es el caudal en m³ por minuto.

A es el área de la abertura.

v es la velocidad del viento.

C_V es el coeficiente de efectividad de la abertura. Se puede tomar desde 0,5 hasta 0,6 para una dirección del viento perpendicular a la abertura y desde 0,25 hasta 0,35 para direcciones inclinadas.

La ventilación debida al efecto térmico puede ser calculada por la ecuación siguiente, en la que se asume que las temperaturas en el interior y exterior no están muy alejadas de una temperatura de 26 °C.

$$Q_T = CA \sqrt{h(T_i - T_0)}$$

donde:

Q_T es el caudal en m³ por minuto.

A es el área libre, de las aberturas de entrada y salida (supuestamente iguales),

en m².

C es una constante de proporcionalidad que toma el valor 6,963 incluyendo un 65 % de efectividad de la abertura y que debería reducirse a un 50 % (C = 5,356) si las condiciones no son favorables.

h es la distancia entre las aberturas de entrada y salida, en m.

T_i es la temperatura promedio en la altura h del aire del interior, en grados kelvin.

T₀ es la temperatura exterior del aire, en grados kelvin.

Las dos ecuaciones anteriores están basadas en la condición de que el área de entrada y salida son iguales, cuando esto no sea así, se utilizará el área menor para calcular los caudales y se corregirán mediante la figura 2.

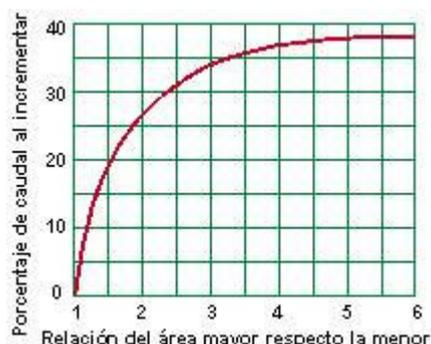


Fig. 2: Corrección de caudales para áreas distintas

Ambas componentes de la ventilación natural actúan conjuntamente y el caudal resultante se obtiene corrigiendo el valor de Q_T con el factor K que se obtiene mediante la figura 3, es decir:

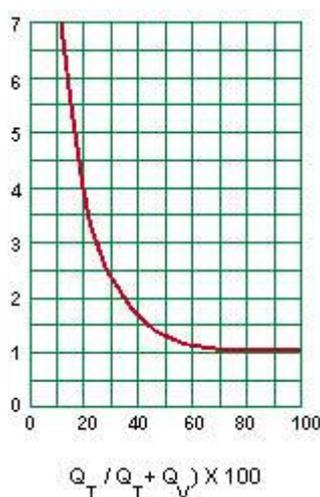


Fig. 3: Factor de caudal resultante

Ventilación localizada

La extracción localizada sobre un foco de generación de gases o vapores inflamables reduce más eficazmente el nivel de concentración de éstos en la atmósfera que los otros sistemas de ventilación, esta basado en captar el contaminante en o muy cerca de la fuente de escape, contando como elementos básicos, el sistema de captación, las conducciones y el ventilador. Hay que considerar especialmente algunos aspectos en el diseño del sistema de extracción localizada para esta aplicación, como es el que los elementos que componen el sistema de extracción localizada, principalmente el ventilador y su accionamiento eléctrico deben de ser diseñados y seleccionados de tal forma que no puedan provocar un foco de ignición, bien por electricidad estática, chispa eléctrica o por temperatura, ya que la atmósfera que trasiega el ventilador es explosiva.

Determinación del tipo de zona

Se ha visto que la clasificación en las diferentes zonas es función de la frecuencia y duración con que se produce una atmósfera explosiva en el emplazamiento. La correspondencia directa del tipo de zona con el grado de la fuente de escape es:

Tabla 2. Tipos de zonas

Fuente de escape	Tipo de zona
Grado continuo	Zona 0
Grado primario	Zona 1
Grado secundario	Zona 2

Pero en la determinación tanto del tipo de zona como en la extensión de ésta interviene otro factor, la ventilación.

La ventilación reduce el nivel de concentración de sustancias inflamables en la atmósfera y en función del nivel de eficacia, puede influir de las siguientes formas:

- Reduciendo la extensión de las zonas que corresponden a cada grado de fuente de escape, ya que reduce el volumen donde la concentración de vapores o gases inflamables esta por encima del Límite Inferior de Explosividad (LIE).
- La zona correspondiente puede pasar a ser una de índice mayor, ya que puede reducir la duración y la frecuencia en la que la atmósfera explosiva esta presente, bien sea porque reduce el tiempo en la que la atmósfera explosiva permanece presente tras un escape o bien porque reduce la frecuencia con que el escape tiene una cuantía tal como para generar una atmósfera explosiva.
- Si no existe ventilación, el tipo de zona correspondiente puede ser de un índice menor, ya que los vapores o gases inflamables tardan en eliminarse y por tanto aumenta la duración de la atmósfera explosiva.

La relación entre la cuantía del escape, el LIE y el caudal de ventilación para cada tipo de ventilación viene determinado por las ecuaciones del apartado anterior.

La ventilación podría utilizarse incluso para generar áreas no peligrosas dentro de zonas que son en principio clasificadas, manteniendo una determinada área o local en sobrepresión, como salas de control, cuartos eléctricos, etc, con el objeto de que una posible atmósfera explosiva en el exterior no pudiera penetrar dentro del área o local protegido.

Todas las consideraciones anteriores están hechas bajo el supuesto de que el sistema de ventilación esta funcionando correctamente, pero estos sistemas también tienen una cierta frecuencia y duración de averías. Para tener en cuenta este factor habría que considerar dos zonas, una de grado básico correspondiente al sistema de ventilación funcionando correctamente, con el tipo y extensión que se derivasen del grado de la fuente de escape y del nivel de ventilación, y una zona complementaria donde el tipo resultaría de considerar la frecuencia y duración de la fuente de escape además de la frecuencia y duración de la indisponibilidad del sistema de ventilación. La extensión de esta zona complementaria se obtendría considerando la fuente de escape sin ventilación, con lo que supondrá una zona de extensión superior a la básica pero de menor índice.

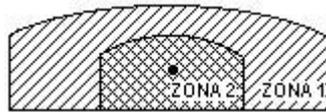


Fig. 4: Zonificación de una fuente de escape próxima al suelo para gases y vapores más pesados que el aire.

Ahora bien, esta zona adicional no debería ser considerada si no existiese la posibilidad de producirse un escape sin que el sistema de ventilación estuviera disponible, por ejemplo un sistema de ventilación enclavado con el proceso de tal forma que se produjera una parada del proceso en caso de fallo del sistema de ventilación o bien un sistema de ventilación con una probabilidad de fallo despreciable como puede ser con un sistema redundante automático e independiente de accionamiento del ventilador y con sistema de alarma al primer fallo.

Extensión de las zonas

Tras la determinación del grado de la fuente de escape y del tipo de zona, hay que obtener la extensión y configuración de la zona, para ello habría que determinar la cuantía del escape así como otros factores influyentes.

Factores que influyen en la determinación de la extensión y configuración de la zona:

- **Cuantía del escape:** A mayor cuantía de escape, mayor extensión de la zona. Diferentes cuantías de escape de una misma fuente asociadas a diferentes frecuencias y duraciones podría dar lugar a una fuente de grado múltiple.
- **Velocidad de escape:** Si con una cuantía de escape constante, disminuye la velocidad de éste, aumentaría la extensión de la zona, debido a una peor dilución de los gases o vapores en la atmósfera.
- **Concentración de la sustancia inflamable en una mezcla derramada:** La extensión aumentaría con la concentración, puesto que se generaría mayor cantidad de vapores inflamables.
- **Punto de ebullición en líquidos inflamables:** Con un punto más bajo se genera mayor cantidad de vapores inflamables y por tanto aumentaría la extensión.
- **Límite inferior de explosividad (LIE):** Cuanto menor sea el LIE, mayor será la extensión de la zona donde la concentración de gases, vapores o nieblas esta por encima de este nivel.

- **Punto de destello o temperatura de inflamación:** Para que exista una atmósfera explosiva es preciso que la temperatura de la sustancia inflamable supere el punto de destello.
- **Densidad relativa:** Una vez determinada la extensión de la zona, la configuración de ésta variará en función de la densidad relativa respecto al aire de los gases, vapores o nieblas inflamables. Las sustancias más pesadas que el aire provocarán una mayor extensión horizontal de la zona que las sustancias con densidad inferior a la del aire que se disipan verticalmente una vez se han escapado a la atmósfera.
- **Ventilación:** Con mayores niveles de ventilación se obtendrán extensiones menores, puesto que la concentración de gases o vapores inflamables disminuye.
- **Obstáculos:** Si estos dificultan la ventilación, generarán una mayor extensión de la zona, pero si limitan la propagación de la atmósfera explosiva provocarán una disminución de la zona.
- **Temperatura del líquido inflamable:** Para temperaturas de proceso o almacenamiento de sustancias inflamables mayores, aumentará la extensión de la zona siempre y cuando se este por encima del punto de destello de la sustancia.

Los gases, vapores o nieblas inflamables escapados a la atmósfera se diluyen con el aire de tal forma que la concentración de estos variará inversamente proporcional con la distancia a la fuente de escape. La extensión de una zona vendrá determinada por el volumen donde la concentración de gases, vapores o nieblas inflamables en la atmósfera sea superior al LIE.

Una vez determinados los factores anteriores hay que estudiar la posibilidad de modificarlos con el fin de obtener una zona de tipo superior y extensión inferior. Cuando estos factores hayan sido modificados al máximo posible y para una velocidad del aire determinada, la norma UNE 20.322 indica que se determinará la distancia desde el equipo hasta el lugar donde la concentración de la mezcla de vapor o gas inflamable en aire sea igual al LIE, constituyéndose esta distancia como extensión de la zona.

Tras este paso hay que estudiar la posibilidad de que este mismo equipo pueda ser una fuente de escape de grado superior al considerado (menor frecuencia y duración) pero con mayor cuantía de escape o concentración con lo que originaría otra zona alrededor de la primera de grado superior.

Si la velocidad del aire puede ser distinta a la anterior con otra frecuencia, se debería repetir el proceso anterior, constituyéndose las zonas que se derivasen con la nueva velocidad de aire y frecuencia asociada.

Un procedimiento de cálculo aproximado que podría dar un orden de magnitud de la extensión de las zonas, consistiría en determinar el volumen alrededor de la fuente donde la concentración media de gas o vapor en aire es igual al LIE y afectarlo mediante unos factores de seguridad. Para ello definamos la magnitudes empleadas:

V_z (m^3) es el volumen de la zona clasificada.

V (m^3) es el volumen del local donde esta situada la fuente de escape.

v_0 (m/seg) es la velocidad del aire donde esta situado el equipo.

Q_0 (m³/seg) es el caudal de ventilación, que se supone se distribuye uniformemente en todos los puntos del local.

c (cambios/seg) es el número de cambios o renovaciones de la atmósfera en el local por unidad de tiempo, siendo igual a la relación entre el caudal de ventilación y el volumen del local.

$$C=Q_v/V$$

Q_{ME} (kg/seg) es el caudal másico de escape, que se puede obtener a partir del caudal volumétrico de escape, considerando los gases o vapores como gases ideales.

$$Q_{ME} = \frac{Q_{EPM}}{RT}$$

donde:

Q_{ME} (kg/seg) es el caudal volumétrico de escape.

P es la presión en atmósferas.

M es el peso molecular de la sustancia inflamable en kg/mol.

R es la constante de los gases perfectos, 0,082 atm. l/mol k.

T es la temperatura en grados kelvin.

LIE_M (kg/m³) Límite inferior de explosividad expresado en unidades de masa, que se puede obtener a partir del LIE volumétrico. Para un peso molecular M de la sustancia inflamable en (gr/mol) y una temperatura T (k):

$$LIE_M (\text{kg/m}^3) = \frac{M \cdot LIE(\% \text{volumen}) \cdot 293}{24 \cdot 100 \cdot T}$$

Para que la concentración de vapores e inflamables en ese volumen de control permanezca constante e igual al LIE durante el escape, el aporte mínimo de aire o caudal de ventilación debe ser:

$$Q_{min} (\text{m}^3 / \text{seg}) = \frac{Q_{ME}}{LIE_M}$$

Este caudal mínimo de ventilación puede ser expresado en términos de renovaciones por unidad de tiempo:

$$Q_{min} = cV_z$$

De las dos expresiones anteriores podemos obtener el volumen de la zona clasificada, posteriormente se tiene que adoptar una geometría concreta para ese volumen en función

de las características del equipo, del escape y de la sustancia inflamable (densidad relativa, etc).

$$V_z = \frac{Q_{ME}}{LIE_M c}$$

En esta expresión se deberían introducir los factores de seguridad F_s y B definidos anteriormente, con lo que el volumen de la zona clasificada adoptaría la siguiente forma:

$$V_z = \frac{Q_{ME} F_s}{B LIE_M c}$$

Hay que tener en cuenta que esta expresión nos produce un volumen sobredimensionado debido a que por una parte la distancia desde la fuente de escape hasta un punto tal que la concentración media sea igual al $LI E$ es siempre superior a la distancia desde la fuente de escape hasta el punto donde la concentración puntual sea igual al LIE , y por otra parte se ha introducido en esta expresión el factor de renovaciones por unidad de tiempo del local (c), que es inferior al del volumen calculado, para afinar más los cálculos sería preciso suponer para el volumen de la zona una geometría concreta en función de la densidad relativa del gas o vapor inflamable (más o menos pesado que el aire) y estimar en función de la velocidad de aire (v_0) las renovaciones por unidad de tiempo de ese volumen.

Otro procedimiento de cálculo se puede desarrollar a partir de la aplicación de las leyes de la difusión, sin embargo son muchos los factores que influyen en la extensión de una zona determinada y difícilmente incorporables a modelos teóricos sencillos, si la fuente de escape esta al aire libre, las condiciones meteorológicas tienen una influencia importante y si la fuente esta dentro de un edificio, el tamaño y diseño de éste puede influir considerablemente en la extensión y configuración de las zonas. Es por ello, que en la determinación de la extensión y configuración de las zonas es importante utilizar la experiencia previa en equipos e instalaciones similares a la del estudio, para ello se podrían utilizar publicaciones o códigos de reconocido prestigio que incorporan colecciones de diagramas y figuras de clasificación de zonas para equipos e instalaciones tipo (como es el caso de los códigos que aparecen en la publicación de la Comisión Electrotécnica Internacional CEI 79-10 dedicada a la clasificación de áreas peligrosas). Estos diagramas ilustran extensiones y configuraciones de zonas recomendadas alrededor de fuentes de escape de gases y vapores inflamables, en determinadas condiciones y ubicaciones.

Procedimiento de clasificación

En este último apartado trataremos de resumir las etapas necesarias para realizar la clasificación de emplazamientos de clase I:

1. Determinar si los equipos de la instalación procesan o almacenan sustancias que sean o pueden generar gases, vapores o nieblas inflamables.
2. Determinar si las sustancias sobrepasan las cantidades mínimas especificadas, en caso afirmativo habrá que efectuar la clasificación.
3. Cada equipo de proceso (compresores, bombas, tanques, etc) se debe de constituir como una potencial fuente de escape, estudiando sus características de operación (presión, temperatura, etc), las causas y cuantías de escape de las sustancias inflamables. Para ello es conveniente recoger información del personal de campo,

cercanos a los equipos, así como del departamento de mantenimiento y también es importante considerar la experiencia previa en instalaciones con equipos similares a los del estudio, con esta información se debe de determinar el grado de las fuentes de escape.

4. Actuar, si es posible, sobre los equipos y las condiciones de operación para reducir los grados de las fuentes de escape, reduciendo la frecuencia y tiempos de escape.
5. Determinar el tipo y nivel de ventilación.
6. Determinar el tipo de la zona o zonas asociadas a las fuentes de escape, en función de los factores anteriores.
7. Actuar, si es posible sobre la ventilación para reducir los tipos de zona.
8. Estudiar los factores que influyen en la extensión y configuración de las zonas, vistos en el apartado 6. Actuar, si es posible sobre ellos para reducir las áreas clasificadas.
9. Determinar la extensión y configuración de las zonas.
10. Plasmar la información recogida en tablas y planos de clasificación.

Bibliografía

- (1) M^º DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. **Instrucción técnica MIEBT 026 del Reglamento electrotécnico de baja tensión. Orden de 13-1-1988.**
- (2) UNE 20-322-86: **Clasificación de emplazamientos con riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores y nieblas inflamables.**
- (3) GENERALITAT VALENCIANA - **Ventilación industrial. Manual de recomendaciones practicas para la prevención de riesgos profesionales**, 1992.
- (4) V.V. BATURIN, **Fundamentos de ventilación industrial**, 1976.
- (5) ASHRAE, **Handbook of fundamentals**, 1974.