



Almacenamiento y manejo de gases

1. INTRODUCCIÓN

El campo de los gases es muy amplio y diverso, estando presentes en el mundo industrial como materia prima, producto intermedio, producto acabado o residuo. Sin las medidas adecuadas de Seguridad, estas sustancias pueden dar lugar a intoxicaciones, incendios y explosiones.

2. GASES

Se puede empezar definiendo los gases como aquellas sustancias cuya temperatura de ebullición es inferior a la temperatura ambiente.

Atendiendo a su forma de almacenamiento, los gases se pueden dividir en:

- **Gases permanentes:** no se pueden licuar a temperatura ambiente.
- **Gases licuados:** se pueden licuar a temperatura ambiente.
- **Gases disueltos:** gases disueltos a presión en un disolvente, que puede estar absorbido por un material poroso.
- **Gases permanentemente licuados:** refrigerados a temperaturas muy bajas.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PRINCIPALES

Las principales características físicas de los gases son las siguientes:



- **Densidad relativa:** Es la relación entre la densidad del gas y del aire en las mismas condiciones de presión y temperatura. Si es mayor que uno indicará la tendencia del gas a acumularse en zonas bajas; en caso contrario tenderá a ascender.
- **Presión de vapor:** Es la presión a la cual se encuentran en equilibrio las fases líquida y gas.
- **Temperatura crítica:** Es la temperatura a partir de la cual no es posible licuar un gas por compresión isoterma.



4. CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD

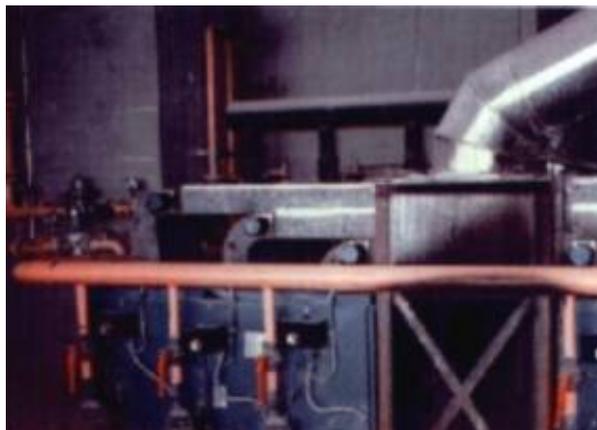
Las características de peligrosidad más relevantes de los gases son las siguientes:

- **Inflamabilidad:** Son gases inflamables aquellos que, a la presión normal y mezclados con el aire, pueden entrar en combustión al aplicar una fuente de ignición.
- **Toxicidad:** Son gases tóxicos aquellos que por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.
- **Reactividad:** Son gases reactivos aquellos que por sus propiedades químicas pueden reaccionar consigo mismos o con otros productos, de forma no deseable. Hay varios tipos:
 - Comburentes.
 - Combustibles/inflamables.
 - Corrosivos.
 - Inestables.

5. INFLAMABILIDAD

Los parámetros cuantitativos más destacables de la inflamabilidad en gases son los siguientes:

- **Límite inferior de inflamabilidad:** Concentración mínima de gas inflamable en mezcla con el aire, por debajo de la cual no se produce la ignición (mezcla pobre).



- **Límite superior de inflamabilidad:** Concentración máxima de gas inflamable en mezcla con el aire, por encima de la cual no se produce la ignición (mezcla rica).
- **Temperatura de autoignición:** Mínima temperatura requerida para iniciar o dar lugar a una combustión automantenida, independientemente de la presencia de un foco de ignición.
- **Energía de ignición:** Energía mínima necesaria para la ignición de la mezcla gas inflamable-aire.

6. TOXICIDAD

Hay dos clases de parámetros en la toxicidad que es necesario evaluar separadamente. Unos son los límites de concentración y otros los criterios de toxicidad.

6.1 Límites de Concentración

Su fin es garantizar que una persona expuesta a dichas concentraciones en unas condiciones determinadas no sufra un daño concreto en su salud.

Los parámetros mas utilizados son los siguientes:

- **Concentración Máxima Permissible (CMP):** Son las concentraciones máximas de gases en el área de trabajo, que no deben sobrepasarse durante la jornada laboral de 8 h. y a lo largo de toda la vida activa del trabajador. Es el límite recogido en la legislación española en el Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- **Límites IPVS (Inmediatamente Peligrosa para la Vida o la Salud):** Es la máxima concentración de gas a la que puede estar expuesto un sujeto durante 30 min. sin que se produzcan síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud. El resultado se expresa en mg/m³ de aire o en ppm. Es el límite fijado en la legislación española como límite para planificación de la zona de intervención.
- **TLV's (Threshold Limit Values):** Hacen referencia a las concentraciones de gases en aire por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos para su salud. Dado que los efectos dependen también del tiempo al que se vea expuesto el trabajador, se definen varios TLV's: TLV-TWA (media ponderada en el tiempo), TLV-STEL (exposición en cortas duraciones), TLV-C (concentración máxima instantánea).
- **Límites de Exposición Permissible (PEL):** Son las concentraciones de gases en el aire por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos para su salud.

6.2 Criterios de toxicidad

Estos criterios se recogen en la Reglamentación vigente en forma de dosis letales en animales por inhalación. Para ello se utiliza el siguiente valor:

- **Valor CL50 para toxicidad aguda por inhalación:** Es la concentración de gas administrada a animales por inhalación continua durante 1-8 horas, que causa la muerte en un plazo de 14 días a la mitad de los animales del grupo. El resultado se expresa en mg/l ó m³ de aire (ppm).

El valor CL50 para algunos gases usuales en la industria es:

- | | |
|------------------------|--------------------|
| ● Cloro | 293 ppm (1h) |
| ● Cloruro de hidrógeno | 4.761ppm (30 min.) |
| ● Sulfuro de hidrógeno | 444 ppm (1h) |
| ● Oxido de etileno | 800 ppm (4h) |

En el reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, se establecen los siguientes criterios de clasificación atendiendo a la toxicidad:

CATEGORIA	CL ₅₀ por INHALACIÓN EN RATA (4 h) mg/l
● Muy tóxicas	< 0,50
● Tóxicas	0,5 - 2

7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los contaminantes químicos en forma gaseosa penetran en el organismo a través de dos vías diferentes, principalmente: **vía cutánea y vía respiratoria.**



En cualquier caso, para la elección del equipo de protección individual adecuado se tendrá en cuenta:

- Contaminantes en el ambiente.
- Concentración de los mismos.
- Porcentaje de oxígeno en volumen.

Seguidamente , se muestran los principales métodos de protección cutánea y respiratoria.

7.1 Protección Cutánea

El aislamiento de esta vía de penetración se consigue mediante el empleo de una vestimenta apropiada, aunque existen otros métodos de protección. Los principales son:

- Traje de protección química.
- Botas.
- Guantes de protección.
- Protección Dermatológica.
 - Jabones neutros.
 - Cremas barrera.
 - Crema hidratante.

7.2 Protección Respiratoria

Los equipos pertenecientes a esta protección se clasifican en dos grupos básicos:

- **Equipos dependientes del medio ambiente.**
- **Equipos independientes del medio ambiente.**

Equipos dependientes del medio ambiente: Son aquellos equipos en los que el usuario respira el propio aire que le envuelve, previa purificación de éste.

En general, se puede decir que estos equipos constan esencialmente de dos partes:

- **Adaptador facial:** que permite por un lado que el aire a respirar por el trabajador penetre perfectamente en las vías respiratorias y, por otro lado, que en dichas vías respiratorias no

penetre aire contaminado. Puede ser de tres tipos:

- Máscara.
 - Mascarilla.
 - Boquilla.
- **Filtro:** es el encargado de mantener la respiración en ambientes contaminados sin riesgo para el usuario. Los hay de tres tipos:
 - Filtros mecánicos.
 - Filtros químicos.
 - Filtros mixtos.

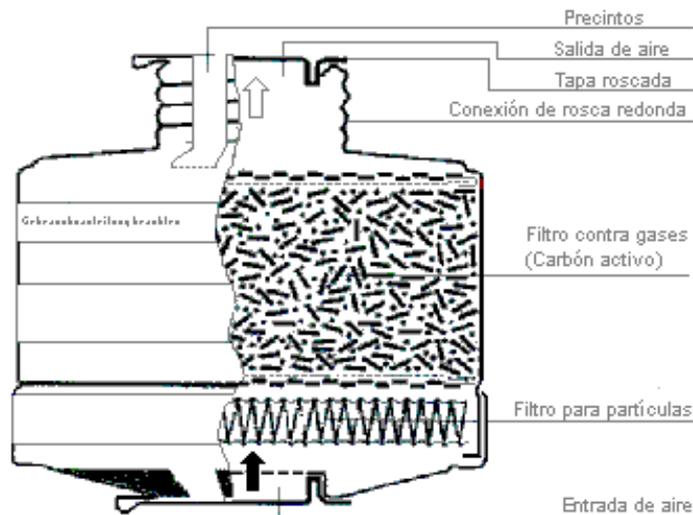
Equipos independientes del medio ambiente: Son aquellos equipos en los que el aire que respira el usuario no procede del medio donde se encuentra éste, sino que es preciso una fuente de aportación de aire en condición de ser inhalado. Existen dos clases:

- **Equipos semiautónomos (mangueras):**

- De aire fresco.
- De aire comprimido.

- **Equipos autónomos:**

- De oxígeno regenerable (botella + filtro).
- De salida libre (botella).



8. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE GASES

La detección de gases se presenta como un método muy importante para la prevención de los accidentes provocados por las fugas. Es obvio que los diferentes tipos de detección deben ser conectados a centrales de alarmas que posibiliten bien la actuación de los equipos de mantenimiento o emergencia o bien la activación de sistemas de seguridad que interrumpan la fuga de gas en procesos o instalaciones. A continuación se enumeran los principales métodos y equipos utilizados en la detección de gases:

- **Tubos con reactivos químicos:** Son tubos de vidrio rellenos de un reactivo químico que reacciona en presencia de un determinado gas.
- **Detectores de fotoionización:** El principio de detección se basa en la ionización del gas por luz ultravioleta. Los iones son recogidos en un electrodo colector, la corriente producida es proporcional a la concentración del gas.
- **Medidores de ionización por llama:** Similar al anterior: En éste la ionización se consigue mediante una llama de hidrógeno.

- **Explosímetros:** El gas se calienta mediante un filamento de platino. Al entrar en combustión el gas, varía la temperatura del filamento proporcionalmente al porcentaje del límite inferior de explosividad de dicho gas.
- **Absorción por infrarrojos:** Está basado en la medida directa de la absorción de radiación infrarroja que pasa a través de un volumen de gas.
- **Detectores de conductividad térmica:** Están basados en la variación de la conductividad térmica del ambiente al entrar en contacto un gas con un filamento metálico calentado eléctricamente.
- **Percepción olfativa:** El olor emitido por algunos gases puede utilizarse para indicar su presencia, aunque no es aconsejable utilizarlo como único método de detección.



- **Percepción visual:** El color de algunas sustancias gaseosas puede usarse como medida primaria de identificación.

9. DISTRIBUCIÓN DE GASES

Existen tres sistemas para la distribución de gases:

- Gases canalizados.
- Gases envasados.
- Gases a granel.

9.1 Gases Canalizados

Este sistema de distribución está caracterizado por una distribución continua del gas. Se clasifica a su vez en función de la presión máxima:

- Baja presión (0.05 bar).
- Media presión (0.4 - 4 bar).
- Alta presión (16 - 45 bar).

Los elementos característicos que configuran este tipo de sistemas son los siguientes:

- Tuberías
- Uniones soldadas o mecánicas.
- Reguladores y contadores.
- Filtros.
- Válvulas manuales y automáticas.

9.2 Gases envasados

Las especificaciones de los envases para la distribución de gases se encuentran reflejadas en la ITC-

MIE-AP7 "Botellas y Botellones de Gases Comprimidos, Licuados y Disueltos a Presión" del Reglamento de Aparatos a Presión. Por su parte, el transporte de estos envases por carretera está sujeto a las condiciones fijadas en el Reglamento de Transporte de Mercancías Peligosas por Carretera.

Para procurar centrar el desarrollo del tema en los riesgos asociados a la manipulación durante la situación y uso de los envases y en los centros de consumo, se darán una serie de recomendaciones generales:

- Se considera conveniente consultar con el proveedor cualquier tipo de duda.
- El propietario de la instalación de consumo ha de designar a una persona encargada de la manipulación de los envases, que ha de poseer una formación y experiencia adecuados.
- No conectar los envases a instalaciones eléctricas y mantenerlos alejados de cualquier fuente de calor.



- No se trasvasará gas de una botella a otra si no es por personal cualificado.
- Ante cualquier fuga situar la botella en el exterior, señalizando la incidencia y avisando inmediatamente al proveedor.
- Se verificará un mantenimiento preventivo con objeto de mantener el equipo empleado en perfecto estado.

En las instalaciones receptoras para este tipo de distribución se utilizan equipos comunes a los descritos para el caso de distribución por canalizaciones.

9.3 Gases a Granel

Este sistema consiste en instalaciones de depósitos fijos de gran capacidad con llenado periódico por camiones cisterna de la empresa suministradora.



Las condiciones de transporte de gases a granel en cisternas están fijadas por el Reglamento de Transporte de Mercancías Peligosas por Carretera.

En todo caso, en la carga/descarga se deberá tener en cuenta:

- El vehículo deberá estar inmovilizado por sus propios medios mecánicos y por calzos en las ruedas.
- Cuando la naturaleza de la materia lo requiera, se derivará a tierra la masa metálica de la cisterna.
- Se señalizará que el vehículo se encuentra en operación de carga/descarga.
- Cuando se empleen manqeras o tuberías de carga/descarga se evitarán desbordamientos o emanaciones peligrosas que puedan producirse.
- Se vigilarán las tensiones mecánicas de las conexiones al ir descendiendo o elevándose la cisterna.
- No se emitirán a la atmósfera concentraciones superiores a las admitidas por la Legislación.
- Siempre que sea posible el motor deberá estar parado.

10. ALMACENAMIENTO DE GASES

10.1 Legislación Aplicable

Las características de los almacenamientos de materias gaseosas dependen mucho de la naturaleza y la forma de distribución de éstas. La principal documentación es la siguiente:

- ITC-MIE-APQ-001. "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles".
- ITC-MIE-APQ-002. "Almacenamiento de óxido de etileno".
- ITC-MIE-APQ-003. "Almacenamiento de cloro".
- ITC-MIE-APQ-004. "Almacenamiento de amoníaco anhidro".
- ITC-MIE-APQ-005. "Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión".
- REGLAMENTO SOBRE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE GASES LICUADOS DEL PETRÓLEO EN DEPÓSITOS FIJOS.
- REGLAMENTO POR EL QUE SE DICTAN NORMAS PARA EL ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE GASES LICUADOS DEL PETRÓLEO A GRANEL PARA SU UTILIZACIÓN COMO CARBURANTE PARA VEHÍCULOS A MOTOR.



10.2 Medidas de Seguridad

A continuación se dará una serie de indicaciones básicas para almacenamientos de gases distribuidos en envases.

- Está prohibida su ubicación en locales subterráneos o con comunicación directa con sótanos, excepto cuando se trate únicamente de botellas de aire.



- Los suelos serán planos, de material difícilmente combustible y deben tener unas características que permitan la perfecta estabilidad de los recipientes de gas a presión.
- Para las áreas de almacenamiento cerradas la ventilación será suficiente y permanente.
- Se identificará el contenido de las botellas.
- Se evitará todo tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas.
- Las botellas se almacenarán siempre en posición vertical y debidamente ancladas.
- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.
- Está prohibido fumar o usar llamas abiertas en áreas de almacenamiento.
- En el almacén existirán las instrucciones de seguridad de cada gas depositado.

11. SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Las protecciones adecuadas al riesgo considerado son básicamente las siguientes:

- Agente extintor compatible con los gases almacenados.
- Detectores automáticos de incendios.
- Sistemas manuales de agua (bocas de incendio-hidrantes) para la refrigeración y protección de colindantes.
- Rociadores automáticos, si están compartimentados del resto de zonas.
- Sistemas de agua pulverizada para refrigeración de tanques aéreos.
- Detección de gases inflamables (exterior y/o interior).
- Detección específica de otros gases.