



TEMA 33. INSTALACIONES DE GLP: BOTELLAS, Y DEPÓSITOS FIJOS. EMERGENCIAS QUE INVOLUCREN GLP. EQUIPOS DE DETECCIÓN Y MEDIDA.

- 1 TIPOS DE ENVASES DE GLP E INSTALACIONES DE CONSUMO DE GLP.
- 2 EMERGENCIAS QUE INVOLUCREN GLP.
 - 2.1 INTERVENCIÓN EN FUGA DE GLP EN INSTALACIÓN DOMÉSTICA CON BOMBONAS.
 - 2.2 INTERVENCIÓN EN FUGA DE GAS INFLAMADA EN INSTALACIÓN DOMÉSTICA DE BOTELLAS
 - 2.3 ACTUACIONES EN TANQUES DE GLP.
 - 2.3.1. FUGA NO INFLAMADA EN INSTALACION DE DISTRIBUCION DE GLP DESDE TANQUE DE ALMACENAMIENTO.
 - 2.3.2. FUGAS INFLAMADAS EN CANALIZACIONES
 - 2.3.3. FUGAS INFLAMADAS EN TANQUES DE GLP

1. TIPOS DE ENVASES DE GLP.

Con la apertura comercial dentro del mercado europeo, y la evolución en la técnica de envasado de GLP, la variedad en la tipología de envases en el mercado nacional se ha multiplicado, pasando de contar únicamente con el envase de Repsol gas, de acero al carbono, naranja tradicional que predominaba en España, a una múltiple variedad de envases, con materiales, colores, capacidades, diferentes, todos ellos cumpliendo las exigencias de normativa de la industria del gas.

Actualmente el RD 919/2006 de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, define el Envase de GLP, de la siguiente manera:

“Envases de GLP: Depósitos móviles de GLP destinados a usos domésticos, colectivos, comerciales e industriales, que una vez agotada su carga deben ser trasladados a una planta específica para su llenado y posterior reutilización. Se incluyen en esta definición las botellas y botellones a presión, tal y como se definen en el Anexo A del ADR, transpuesto a la legislación española mediante el Real Decreto 2115/1998, de 2 de octubre, sobre transporte de mercancías peligrosas, y que cumplan con el Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29 de abril, relativa a equipos a presión transportables.

Botellas:

Se trata de un recipiente portátil dotado con válvula para su recarga. Su contenido es de Gas licuado por aumento de la presión en el proceso de envasado. Las presiones y temperaturas a las que se realiza el envasado de este tipo de gases, son:





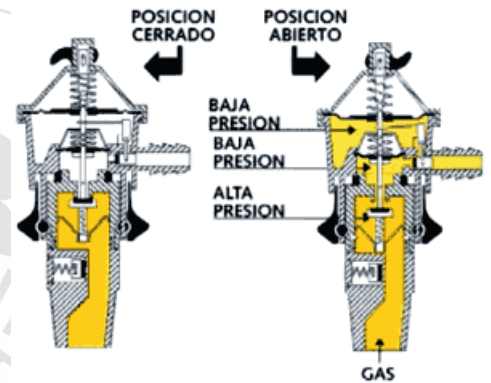
GAS LICUADO DEL PETROLEO	PRESION A 20º C	PRESIÓN A 50º C
PROPANO	9.2 bar	18 bar
BUTANO	2.2 Bar	5 bar.

Tamaños de las botellas:

Unidad doméstica:

- Butano 12,5 kg de gas y el recipiente vacío pesa unos 13 kg.
- Butano 6 kg de gas, con un peso en vacío de 5 kg.
- Propano, para 11 kg de gas en un recipiente de acero al carbono con un peso de 13 kg, siendo exactamente igual, en los casos de las botellas de Repsol Gas, con la única diferencia a la línea negra a su alrededor para las de propano.

Las botellas domésticas, de propano o de butano, están compuestas de dos elementos, por una parte, el envase, que en función de la marca del distribuidor y modelo de envase tendrá unas capacidades y material de construcción u otras. Y de otro lado está la válvula del recipiente, que cuenta con una válvula de alivio alojada en el cuerpo de la misma.



Válvula kosangas con su regulador, cerrado y abierto

Para su uso requieren deben estar en posición vertical, acoplándose en su válvula un regulador de presión calibrado para el consumo de gas, en posición tumbada no funciona correctamente, pues estará pasando fase líquida a muy baja temperatura, pudiendo afectar al elemento regulador.

El regulador de presión, o válvula reguladora, conocido popularmente como alcachofa, opera a presiones para butano y propano de 30 y 40 mbar respectivamente. Si bien, podemos encontrar reguladores progresivos que alcanzan los 300 mbar de servicio



Botella de automoción:

Se trata de un envase de mezcla de butano y propano, de 12 kg. Es el único de los envases de GLP que está diseñado para ser usado en posición horizontal y consume de la fase líquida gracias al tipo de válvula que incorpora, destinada a tal efecto. Se identifica a simple vista por una franja de color azul que incorpora.



Botella de automoción



Válvula de botella de automoción

Recipientes portátiles, botellas y cartuchos de camping gas.

La tipología más comúnmente comercializada en España son los cartuchos pinchables, de butano y propano de 190 gr, y la botella reutilizable mediante válvula roscada con cargas entre 0.4 y 2.5 kg.

Los mecanismos de conexión que presentan van desde válvula roscada, con junta de estanqueidad, hasta una punta perforadora, que atraviesa una membrana en la parte superior del cartucho. En este caso, una vez conectada la punta perforadora con el cartucho, ya no debe desconectarse hasta que se agota el mismo.

Dispositivos de seguridad

Respecto a los mecanismos de seguridad de estos envases, se adaptan al tipo de recipiente de la siguiente manera.

- **Cartucho pinchable**, carece de mecanismo de seguridad, lo basa todo en una deformidad progresiva de su fondo cóncavo que acabará deformándose y permitiendo la salida de la totalidad del contenido del cartucho.
- Respecto a la **botella de camping-gas**, tiene como mecanismo de seguridad un anillo de nylon en el que se asienta una bola de cierre del envase. En caso de estar siendo sometida al calor de un incendio, este anillo que hemos mencionado funde, permitiendo que la bola salga permitiendo el vaciado del gas contenido, a modo de disco de ruptura. El peligro de este sistema es que la bola sale como un proyectil. Consideración a tener en cuenta, es que el envase esté tumbado y el gas contenido en su interior, en su fase líquida refrigerare el disco de nylon impidiendo que se funda, y por tanto retrasando la salida de la bola, lo que podría acabar con una falla estructural del envase, generando una pequeña Blevé.

Botellón industrial de GLP, instalación de batería.

Según se establece en la ITC-ICG 06, que regula las Instalaciones de envases de gases licuados del petróleo (GLP) para uso propio, la capacidad total de almacenamiento, obtenida como suma de las capacidades unitarias de todos los envases, incluido tanto los llenos, como los vacíos, no deberá superar los 1000 kg.

La instalación de los envases se realizará normalmente en baterías, habiendo un grupo en servicio y otro en reserva. En las conexiones al colector deberán existir válvula antirretorno.

Las instalaciones deberán incorporar un inversor, que deberá cumplir la norma UNE-EN 13786, que ejerza la primera etapa de regulación y en el caso de que no haya envases de reserva, un regulador que ejerza dicha primera etapa de regulación. Su función principal es garantizar un suministro continuo de gas, evitando cortes cuando un grupo de botellas se vacía.

La configuración de una instalación de botellones de GLP, es la siguiente:



Se divide en dos grupos, (servicio y reserva). El grupo de servicio, es de donde se consume el gas. Grupo de reserva, son las botellas llenas que esperan a ser consumidas cuando se acaben las de servicio.

Para que el sistema funcione correctamente, **las llaves de paso de todos los botellones (tanto de servicio como de reserva) deben estar abiertas**. El inversor tiene una maneta o perilla direccional que el usuario apunta hacia el grupo que desea que sea el de "Servicio".

Cambio automático.

A medida que se consume el gas del grupo de Servicio, la presión dentro de esas botellas comienza a caer.

- Cuando la presión desciende por debajo de un umbral específico (lo que indica que las botellas están prácticamente vacías), una válvula interna impulsada por un resorte dentro del inversor se desplaza.
- Este movimiento **cierra el paso al grupo vacío y abre automáticamente el paso al grupo de Reserva**, permitiendo que el gas siga fluyendo hacia la vivienda o negocio sin interrupción.
- En este momento, **el indicador visual cambia a color Rojo**. Esto avisa de que el grupo principal se ha agotado y que actualmente estás consumiendo de la reserva.

La Reposición de las Botellas

Cuando se vea el indicador en rojo, es el momento de actuar para no quedarse sin gas:

1. **Girar la maneta del inversor** para que apunte hacia el grupo que estaba de reserva. Al hacerlo, este grupo se convierte oficialmente en el nuevo "Servicio" y **el indicador volverá a ponerse Verde**.
2. Se cierran las válvulas de las botellas vacías.
3. Desconectar las botellas vacías y sustituirlas por unas llenas.
4. Abre las válvulas de las botellas nuevas. Estas botellas nuevas son ahora la nueva "Reserva", listas para cuando el ciclo vuelva a empezar.

Caseta de envases industriales de GLP

El diseño de un pequeño almacenamiento de envases de GLP, de capacidad superior a 15 kg viene regulado por la ITC-ICG 06 del reglamento Técnico de Instalaciones de Gas, aprobado por el RD. 919/2006.

Normalmente estos envases están situados en zonas exteriores, únicamente permitiéndose, en determinadas circunstancias, disponer de 2 envases de 35 kg en el interior de naves industriales.

Para proteger los envases, latiguillos de conexión y demás componentes de la instalación, se dispondrán en una caseta de protección que debe estar construida en materiales de clase A2-s3,d0.



Como se ha dicho anteriormente, el máximo de capacidad almacenada que se permite a base de botellones es de 1000 kg, concretamente 980 kg. Por lo tanto, a base de envases industriales de 35 kg, podrán disponerse de un límite de 14+14 envases (servicio /reserva). A partir de ahí, el Reglamento establece la obligatoriedad de contar con un depósito de GLP, si bien este es aconsejable aún



Regulador automático

cuando la cantidad almacenada exigiese un menor número de botellas, pues se evita el constante acople y desacople de botellas por cambio de envases.

Instalación de tanque aéreo o soterrado de GLP, y red de distribución.

Para abordar las exigencias de un tanque aéreo de almacenamiento de GLP (propano o butano), debemos remitirnos al **RD 919/2006**, concretamente a su Instrucción Técnica Complementaria **ITC-ICG 03** (Instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos fijos). Esta instrucción, a su vez, hace de cumplimiento obligatorio la norma técnica **UNE 60250**, que detalla minuciosamente el diseño, montaje y los accesorios requeridos.

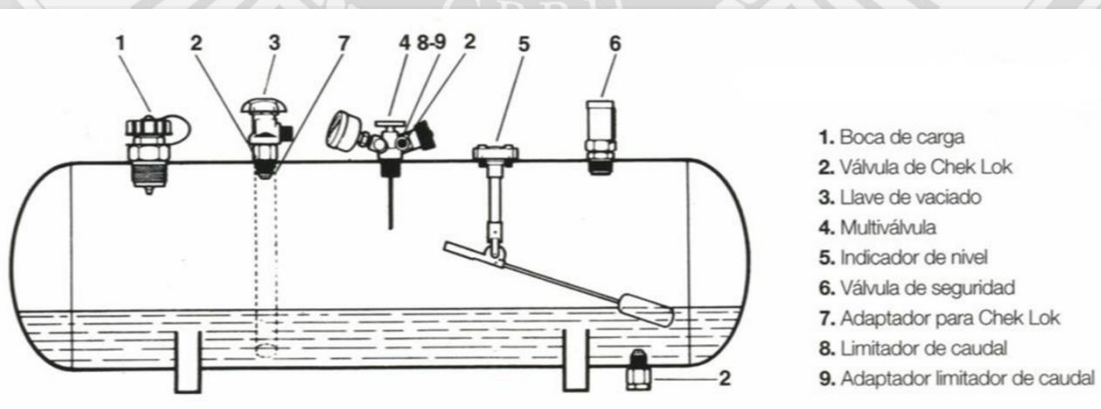
Se expone a continuación la configuración exacta de la valvulería y los reguladores para un depósito aéreo según normativa.

3 Valvulería obligatoria en un depósito aéreo de GLP.

El depósito debe venir equipado de fábrica (o montado por el instalador autorizado) con una "boca de hombre" o placa base superior donde se alojan los siguientes accesorios fundamentales para la operativa y la seguridad:



- **Válvula de llenado:** Es la conexión por donde el camión cisterna inyecta el GLP líquido. Obligatoriamente debe contar con un sistema de **doble retención** (o una retención y una válvula de corte) para evitar el retroceso del gas una vez desconectada la manguera. **Nº1**
- **Válvula de seguridad (Válvula de alivio de presión):** Es el elemento de seguridad más crítico. Si la presión interior del depósito excede el límite de diseño (por ejemplo, por un exceso de calor ambiental o un incendio), esta válvula se abre automáticamente para liberar gas a la atmósfera, evitando la explosión del tanque. En depósitos aéreos, su escape debe estar dirigido verticalmente hacia arriba y contar con un tapón protector contra la lluvia que salte fácilmente. **Nº6**
- **Válvula de extracción de gas (o de servicio):** Es la llave de paso principal que permite la salida del GLP en fase gaseosa hacia la instalación receptora. De aquí "cuelga" el sistema de regulación. **Nº4**
- **Válvula de extracción de líquido:** Permite vaciar el depósito de GLP líquido en caso de mantenimiento, avería o traslado. Por norma, si no está en uso continuo (como en vaporizadores), **debe estar cegada** con un tapón roscado para evitar aperturas accidentales. **Nº3**
- **Indicador de nivel magnético:** Una esfera con una aguja (tipo reloj) que marca el porcentaje de llenado del tanque (del 5% al 95%). **Nº5**
- **Indicador de máximo nivel (Tubo buzo):** Es una pequeña válvula de purga. Durante el llenado, el operario la abre; cuando empieza a escupir GLP líquido en lugar de gas, indica que se ha alcanzado el límite máximo de llenado seguro (por ley, el **85% de la capacidad geométrica**, dejando un 15% para la expansión térmica del gas).
- **Manómetro:** Indica la presión interior del depósito. **Nº4**
- **Válvula de purga / Drenaje:** Situada en la parte más baja del depósito aéreo (la panza). Sirve para extraer posibles condensados, agua o residuos pesados del GLP. Debe estar fuertemente taponada y asegurada. **Nº2**



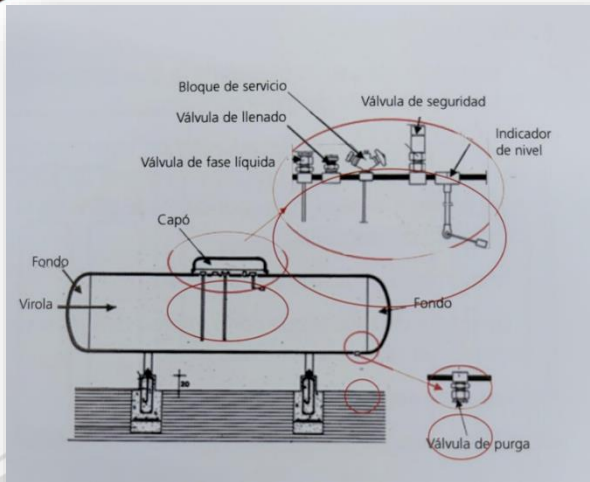


Imagen de tanque aéreo con detalle de sus componentes

Tanque soterrado de GLP.

- **Material y Diseño:** Están fabricados en acero de alta resistencia y diseñados para soportar tanto la presión interna del gas como la presión externa del terreno.
- **Revestimiento Especial:** A diferencia de los depósitos aéreos, los soterrados cuentan con un recubrimiento exterior especial (generalmente resinas epoxi o poliuretano de alto espesor) para evitar la corrosión por el contacto directo con la humedad y los minerales de la tierra.
- **Protección Catódica:** Es una característica técnica obligatoria y exclusiva de los tanques enterrados. Utilizan ánodos de sacrificio (generalmente de magnesio) que atraen la corrosión del terreno, protegiendo así el acero del depósito.
- **Capacidades Estándar:** Para uso doméstico en España, los tamaños más habituales son **1.000, 2.000 y 2.450 kilos** (aproximadamente de 2.000 a 5.000 litros). Existen tamaños mayores para uso industrial o agrícola.



Tanque soterrado GLP. Detalle protección catódica

Componentes de la instalación

Aunque el tanque está soterrado, son necesarios elementos que lo hagan posible su control desde la superficie.

- **Arqueta superior.** Es la caja protectora que queda a nivel del suelo. Contiene todas las válvulas necesarias para el funcionamiento y repostaje, idénticas a las del capó del tanque aéreo. incluyen la válvula de llenado, válvula de extracción de fase líquida, indicador de nivel, y válvula de alivio de presión
- **Válvulas de seguridad.** Libera gas automáticamente si la presión interior del tanque supera límites seguros.



- **Multiválvula.** Elemento de operación que reúne en una misma pieza, la válvula de salida de gas para consumo; manómetro de presión del interior del tanque, y regulador de caudal.
- **Fosa y lecho de arena.** El depósito no se entierra directamente en la tierra extraída. Se coloca en una fosa sobre una cama de arena fina y lavada (de al menos 20 cm de grosor), y se cubre con la misma arena para evitar que piedras o escombros dañen el revestimiento exterior.

4 EMERGENCIAS QUE INVOLUCRAN GLP.

Características Físico-químicas determinantes para la actuación con GLP

Ante este tipo de situaciones, lo primordial es conocer las características físico-químicas del producto, pues serán las que determinen su comportamiento una vez liberado fuera de su recipiente de almacenamiento. Su densidad relativa, su coeficiente de expansión, su rango de inflamabilidad, su presión de vapor, su energía mínima de activación, nivel de toxicidad..., serán las que irán marcando las pautas de nuestra actuación ante este tipo de escenarios. De las mismas comentamos a continuación las que más influyen en una fuga no inflamada:

Densidad relativa: más pesados que el aire, tanto el butano como el propano, siendo el butano el más pesado. El propano tiene una densidad de $1,8 \text{ kg/m}^3$, por lo que una fuga de cualquiera de los dos, en un habitáculo cerrado tenderá a acumularse en zonas bajas de la estancia. De cara a nuestra seguridad, tendremos especial precaución con posibles embolsamientos bajo cortinas, zonas bajas de muebles en cocina, bajo mesas de camilla, y en semisótanos. Especial precaución con electrodomésticos y equipos eléctricos situados en esas zonas.

Rango de inflamabilidad: similares en ambos gases, entre 1,8-8,4% para el butano, y 2,1-9,5% para el propano. De cara a nuestra seguridad, debemos tener en cuenta que muy rápidamente entran en rango. Es importantes estar atentos al llegar y al comenzar las acciones de ventilación, pues podría entrar en rango por el L.S.I.

Temperatura de inflamación: -80°C para el butano y -105°C para el propano, ambas temperaturas muy superadas en cualquier escenario doméstico sin necesidad de una fuente de ignición.

Solubilidad en agua: como buen hidrocarburo, el GLP es poco o nada miscible con el agua, por lo que aplicar patrón de agua en cono sobre una fuga, **no diluye el gas, únicamente lo desplaza.**

Toxicidad. El GLP no presenta efectos tóxicos en el organismo humano, si bien, si desplaza el aire de la zona que inunda, por lo que en este tipo de actuaciones deberemos estar equipados con protección respiratoria.

M.I.E. Su mínima energía de encendido, ronda los **0.26 milijulios**. Como dato, decir que el roce que se produce entre la suela de material de un zapato de calle en una alfombra genera del orden de 26 milijulios, lo que supone 100 veces más energía que la necesaria para producir la ignición de una bolsa de GLP. Esto nos obliga a tomar determinadas precauciones antes de entrar en un escenario con posible fuga de GLP no inflamada.



2.1 INTERVENCIÓN EN FUGA DE GLP EN INSTALACIÓN DOMÉSTICA CON BOMBONAS.

Acciones previas antes de entrar en un recinto inundado con GLP.

- **Zonificación y control de accesos.** De vital importancia, en el trayecto, solicitar a Policía evacuación de edificio, corte de calle, y control de accesos. En la foto, que es de un caso real de fuga de GLP, se aprecia a un curioso asomado a la puerta de la vivienda, ¡¡¡en la que se estaba trabajando en fuga de GLP!!!
- **Estacionamiento de nuestros vehículos.** Nunca frente a un hueco de fachada, y jamás pasar por la puerta del edificio, parar antes. La onda expansiva de la deflagración de la bolsa de gas, podría volcar el vehículo, pudiendo afectar a transeúntes en la zona.
- **Instalación de líneas presurizadas:** en el exterior con un mínimo caudal de 360 lpm.
- **Protección personal.** El personal que actuará en zona caliente de una fuga de GLP no inflamada, tanto en el interior del recinto como en la línea de agua de prevención, irá equipado con EPI estructural completo, incluyendo protección respiratoria con ERA.
- **Monitoreo:** del mismo modo, es imprescindible entrar con un explosímetro o detector multi-gases que se activará en zona limpia para hacer la primera lectura y establecer los ceros del aparato.
- **Control de puntos de ignición.** En el recinto, haciendo corte de luz en punto externo al mismo, previo monitoreo de atmósfera en el lugar de corte. Se trata de evitar que un automatismo no controlado (motor de frigorífico), pueda provocar la ignición. El binomio que entre en zona caliente se revisará las suelas de las botas, cualquier china alojada en las mismas podría provocar la ignición. Si hay que introducir herramientas para realizar algún apriete, serán de aleaciones de bronce, específicas para trabajos en ATEX. No se entrará con teléfono, linterna, ni walky que no tengan certificación ATEX.



Vehículo aparcado frente a la fachada de la vivienda del aviso

Valoración del escenario.

La verificación de la existencia de una bolsa de gas- La comprobación de la existencia de una bolsa de GLP producida por una fuga en la instalación, la realizaremos siempre empleando explosímetros o detectores multi-gases, con puente de Wheatstone. Aunque pueda parecer increíble, es muy común en el gremio de la fontanería, encontrar profesionales que comprueban posibles fugas de gas de una instalación empleando una llama de mechero.

Huelga decir que el olfato, como medio de detección de una fuga de gas, está totalmente desaconsejado. Aunque el GLP está odorizado en el envase, mediante agregación de sales mercaptánicas, el uso de esta odorización es para alertar a nivel de usuario de la presencia del gas, en ningún caso debe ser el criterio de actuación de un servicio de emergencias. Se tratarán los explosímetros en epígrafe específico.



En el Consorcio de Bomberos de Huelva se han recibido avisos por posible fuga de GLP en viviendas de Punta Umbría, por fuerte olor a gas. Realmente se trataba de un viento de levante que traía el olor del odorizante desde la planta de envasado de Repsol Gas, a varios kilómetros de distancia, generando un importante número de avisos en el 112.

Localización del punto de fuga. En una instalación doméstica de gas a base de botellas UD-125 o industrial en un restaurante con botellas UD-110 o botellones industriales UI-350, la localización del punto de fuga se centra en el recorrido desde la propia botella o botellón hasta el punto de consumo. Para ello es útil utilizar agua jabonosa, se mezcla detergente de lavavajillas con agua, se agita y con una cucharilla se puede ir aplicando por todo punto sospechoso de ser el origen de la fuga, en el lugar exacto de la fuga se generará un aumento del tamaño de las burbujas.



Ventilación. Simultáneamente con el proceso de comprobación de existencia de bolsa de gas y detección del punto de origen de la misma, es de vital importancia la apertura de huecos de ventilación. Siempre preferible la ventilación natural del recinto, si se utiliza la ventilación forzada con equipos con motor de explosión, o ventiladores eléctricos sin certificación ATEX, podemos estar introduciendo un punto de ignición en el escenario. En esta ventilación es importante levantar cortinas, faldas de mesas de camilla, colchas de camas de la vivienda, por posible acumulación.

Corte de la fuga. Cuando el punto de fuga se detecta en la instalación entre la botella y el punto de consumo, desenganchando la botella del regulador, previo corte en el mismo, la situación estará controlada.

En ocasiones el problema se genera en el propio vástago de salida en la válvula kosangas, y se soluciona con una simple manipulación del mismo con un elemento de su misma sección para ajustar el asiento del mismo.



Detalle del vástago de la válvula Kosangas. Su manipulación sería por el exterior, presionándolo en el punto indicado





En este tipo de casos, se llamará al proveedor de la botella para que acuda a recogerla, evitamos así repetición del episodio y garantizamos la seguridad del usuario.

Hecho el corte de fuga, y ventilado el espacio, se realizará una última comprobación, tomando medidas de explosividad, con especial atención a zonas bajas, del mismo o sótanos con comunicación.

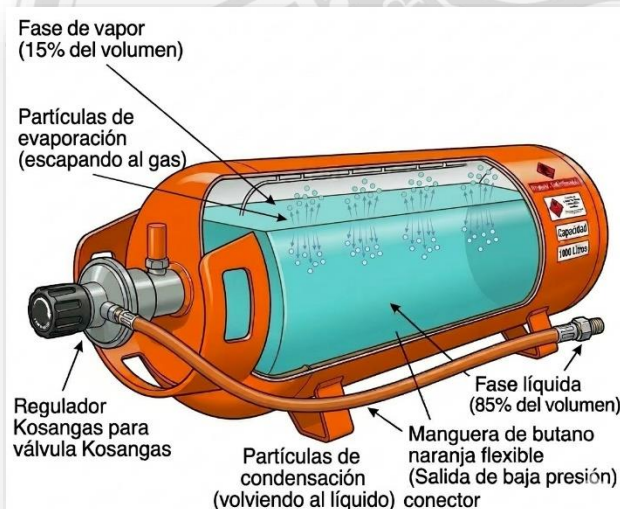
2.2 INTERVENCIÓN EN FUGA DE GAS INFLAMADA EN INSTALACIÓN DOMÉSTICA DE BOTELLAS

Generalidades. ¿Qué sucede en el interior del envase de butano en condiciones normales de uso?

Pues que hay un líquido hirviendo cuyas partículas escapan de la fase líquida y se incorporan a la cámara de gas de la parte superior del envase.

En el interior de la bombona de butano, mientras permanezca cerrada la válvula de salida de la misma, se mantiene un proceso continuo de vaporización y licuefacción de producto, permaneciendo en un estado de equilibrio a una presión constante para cada temperatura (presión de saturación, de equilibrio, o Presión Vapor de la sustancia).

La cinética molecular del producto en el interior del envase, permanece constante. Mientras no se eleve la temperatura, se observa un proceso continuo de intercambio de partículas de la fase líquida a la fase gaseosa, mismo número de ellas salen de la fase líquida a la gaseosa, y de la fase gaseosa retornan a la fase líquida. Al no haber salida, por permanecer el recipiente cerrado, el nivel de líquido permanece constante.



Como puede observarse en ambas figuras, la disposición de contenido de la bombona, será acorde a la posición del envase. Siendo la superficie de líquido en contacto con la cámara de aire, menor en caso de estar en posición vertical que en horizontal.

Segunda consecuencia de la posición del envase: si tumbamos la botella, la fase líquida inunda la válvula de la bombona, destinada a ser empleada como válvula de fase gas.



Escenario de la emergencia. Botella de GLP involucrado en incendio.

Podemos encontrarnos al llegar a un incendio de vivienda que en el interior del recinto donde está el foco principal hay botellas afectadas por el mismo, que han alcanzado suficiente nivel de temperatura como para que la válvula de seguridad del envase se haya abierto, expulsando y aportando GLP al fuego, generando un dardo de fuego (jet-fire) en la vivienda.

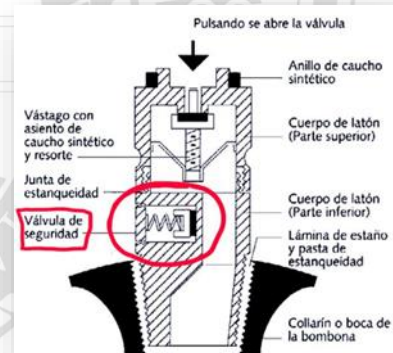
Este fenómeno puede estar afectando al resto de combustibles sólidos presentes en el lugar o incluso estar incidiendo sobre otra botella que esté junto a la afectada generando así la apertura de la válvula de seguridad de ésta y generando un segundo jet-fire.

Actuación operativa.

Valoración. El nivel de gravedad de la situación de una bombona involucrada en un incendio, va a depender del tiempo de exposición a altas temperaturas que lleva soportando el envase, antes de nuestra llegada.

Una vez que se libera presión por la válvula de seguridad de la botella, si esta no está estibada de ninguna manera, es posible que caiga a una posición horizontal. Si esto ocurriese, al activarse el dispositivo de seguridad de la válvula Kosangas, con el envase en posición horizontal, expulsará a través del mismo gas en fase líquida, cuya expansión al salir del recipiente a presión, incrementará el volumen de fuga, al menos 240 veces, generando un gran volumen de llamas.

Observando la anatomía de la válvula Kosangas, se aprecia la posición de la válvula de seguridad de la misma, que se activará una vez alcanzados los valores entre 25,5 y 28,5 kg/cm². Esta válvula está situada en la zona baja de la kosangas, pudiendo afectar al propio envase si su dardo es muy potente.



Como ya se ha dicho, si en el recinto hubiera otras botellas, que suele ser lo más habitual, los dardos de unas incidirían en los casquetes superiores de las demás, debilitando considerablemente su capacidad estructural, y terminando por generar su estallido.

La dinámica de una botella GLP sometida a un incendio, y con válvula de seguridad, es la siguiente:

- Comienza a calentarse por afectación del incendio, aportando energía a las partículas de GLP envasado y elevando su cinética molecular, por lo que el intercambio entre fases se acelera, y la presión va subiendo con la temperatura.
- Llegada la presión a los valores límite de apertura del dispositivo de seguridad, éste se abrirá, dejando salir GLP al exterior del



envase, y si está en presencia de fuego acabará por inflamarse. El gas expulsado arde en forma de dardo de fuego, que irá creciendo en tamaño y sonoridad conforme vaya manteniéndose el aporte térmico del incendio en el envase.



Válvula recién abierta



Dardo creciente, por aumento de presión interna del envase, por elevación persistente de T^a .

- **La técnica a aplicar:** será mediante chorro de agua en patrón de cono, en la parte superior del envase, manteniendo siempre la posición vertical de la bombona, si está tumbada, poner con toda precaución y a la mayor brevedad posible, en posición vertical. El efecto que se obtiene es una disminución del tamaño y sonoridad del dardo de fuego, que irá bajando hasta conseguir su completa desaparición por cierre de la válvula de seguridad al descender la presión del interior del recipiente por debajo de la presión de servicio de la misma.
- Para realizar esta técnica, **el bombero debe parapetarse tras un muro o tabique**, pues el riesgo de explosión está presente en este tipo de actuación, y un tabique puede proteger del impacto que, sobre el cuerpo del bombero, genera la onda expansiva de la explosión.
- **RECUERDA: Nunca se tumbará la bombona para hacer esta aplicación de agua**, podría salir fase líquida por la válvula
- El binomio que actúa sobre una botella que presenta dardo inflamado en su válvula de seguridad, lo hará **dotado con cámara térmica** para valorar la temperatura del recipiente en todo momento.
- Tan pronto se corte el dardo, se sacará al exterior el recipiente, donde se terminará de refrigerar hasta que mantenga una temperatura estable y segura. Valorándose con cámara térmica la evolución de su temperatura.
- Llamar al proveedor de las botellas para su retirada del lugar.



Aplicación de agua al tercio superior de la bombona



2.3 ACTUACIONES EN TANQUES DE GLP.

2.3.1. FUGA NO INFLAMADA EN INSTALACION DE DISTRIBUCION DE GLP DESDE TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Escenario del servicio. La situación que puede producirse en este tipo de servicios es variada, puede suceder que el tanque de GLP se encuentre en el centro de una urbanización, en la vía pública, en las instalaciones de un hotel, en el patio de un colegio, en un hospital... Además, puede tratarse de una fuga de gas dentro de la edificación a la que suministra el tanque, por ejemplo, en las cocinas de un hotel; o puede tratarse de una fuga en el exterior, como la producida por rotura de tubería de la red de distribución. Ello va a comportar diferencias entre las actuaciones de ambos casos, implicando distintos puntos de corte, lugar de toma de mediciones, necesidad de ventilación, etc

En el momento en que se reciba un aviso de un escape no inflamado desde una canalización, debe contactarse con la compañía suministradora del gas.

Todas ellas requieren de un aislamiento, zonificación y control de accesos que, si cabe, dado el importante tamaño de la fuente de abastecimiento respecto al caso de una instalación de botellas, deberá ser de mayor dimensión en cuanto a distancias.

Acciones previas a la entrada al recinto afectado por la presencia de GLP. Son válidas todas las consideraciones que se hicieron a este respecto en el caso de una fuga no inflamada en una instalación de botellas, todo lo referente a lugar de estacionamiento de nuestros vehículos, protección personal de intervinientes, líneas de agua presurizadas, equipos de monitoreo, etc. Añadiendo la puesta en contacto con el proveedor del tanque, pues podría haber problemas de localización de la red de distribución en instalaciones de grandes dimensiones.

¡¡Aproximarse al escenario por el lugar desde donde sopla el viento!!

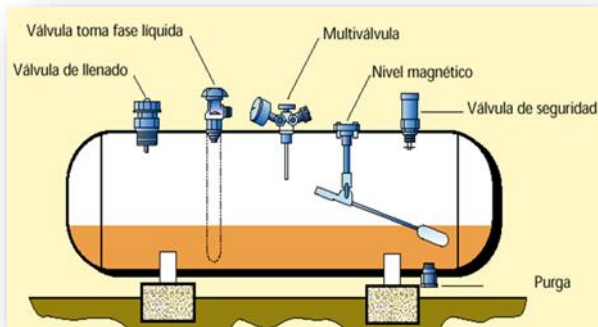
Valoración del escenario. Cuando hay que intervenir en una fuga no inflamada de un depósito de gas y este no está sometido a alguna acción externa que pueda justificar su sobrepresión, por ejemplo, un fuego, el proceso de verificación que debe seguirse es el siguiente.

- Comprobar si está actuando la válvula de sobrepresión, lo que sería síntoma de un exceso de presión interna. Una válvula de alivio generalmente se cerrará si disminuye la presión, pero en ocasiones puede quedarse bloqueada por corrosión o suciedad.
- Comprobaremos que la pérdida sea por una conexión, a veces puede resolverse de manera sencilla, dando un apretón de tuerca. (Con la respectiva herramienta ATEX)

Se ha referido anteriormente la variedad de lugares en los que podemos encontrar de una fuga de una instalación distribución de GLP a partir de un tanque de almacenamiento. Es de vital importancia tener conocimiento del lugar en el que los alertantes han detectado la presencia



del gas, pues de tratarse del interior de un edificio, dispondrá de una llave de corte justo antes de la entrada en el mismo.



Estas llaves de corte se colocan después de cada derivación de red o cuando la longitud de la red de distribución es demasiado elevada.

Su función es la de poder sectorizar tramos, de modo que ante una situación de emergencia se pueda actuar rápidamente. También se utilizan

Acciones inmediatas. El corte de alimentación de la fuga. La pregunta es, ¿Qué llave cortar? A estas llaves que vemos, tanto en la multiválvula del capó del depósito, como en la arqueta de llaves de distribución, hay que añadir la llave de usuario previa a la entrada de cada recinto. Pues bien, si se tiene acceso a la llave de usuario, será esta la primera que se corte, dado que, si elegimos cortar primero en el tanque, seguirá saliendo por el punto de fuga todo el contenido presente en tubería. Si hay dotación suficiente de personal, lo idóneo es cortar también en el tanque. O como se ilustra con las imágenes, si se trata de una instalación de mucha longitud de tubería, cortaremos en las arquetas de distribución en lugar del tanque.

Hecho esto, se procederá a ventilar y monitorear toda la zona, es importante destacar que, para localizar el punto de fuga, debe haber paso de gas, por lo que la detección del punto de fuga la podremos realizar de manera controlada y con todas las acciones previas ya ejecutadas (control de puntos de ignición, protección personal, línea presurizada...), o bien dejar la instalación fuera de servicio, con aviso a los técnicos para la revisión de la instalación.

Ventilada la zona, para lo que es válido lo expuesto en el caso de que la fuga fuese en una instalación doméstica de botellas, se procede al monitoreo de todos los espacios de la edificación que estuvieron afectados, con especial control de las zonas bajas.

Caso especial.

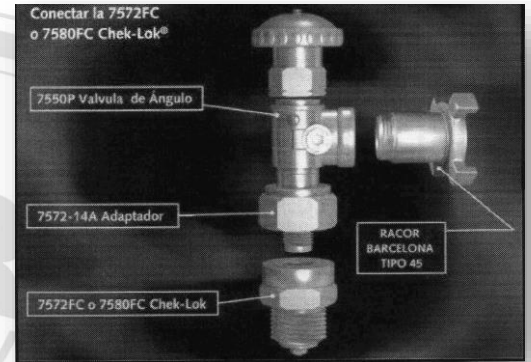
Fuga no inflamada en fase líquida, por tapón de purga del tanque. El principal inconveniente de esta fuga es el cambio de fase del producto al salir del tanque. La caída de presión del mismo genera una vaporización rápida, con el consiguiente aumento del tamaño de la nube de gas, que se expande por encima de las 240 veces su volumen. Ante esta situación, hay acciones inmediatas a realizar para el corte de la fuga que pasamos a detallar a continuación.



En caso de que la causa de la fuga fuera un problema de adaptación del tapón de fondo por corrosión en la rosca del tanque.

a) La acción inmediata sería, **taponar la fuga con gases impregnados de humedad**, esto podría producir la congelación de las mismas generando un tapón de hielo que podría retener la fuga del tanque.

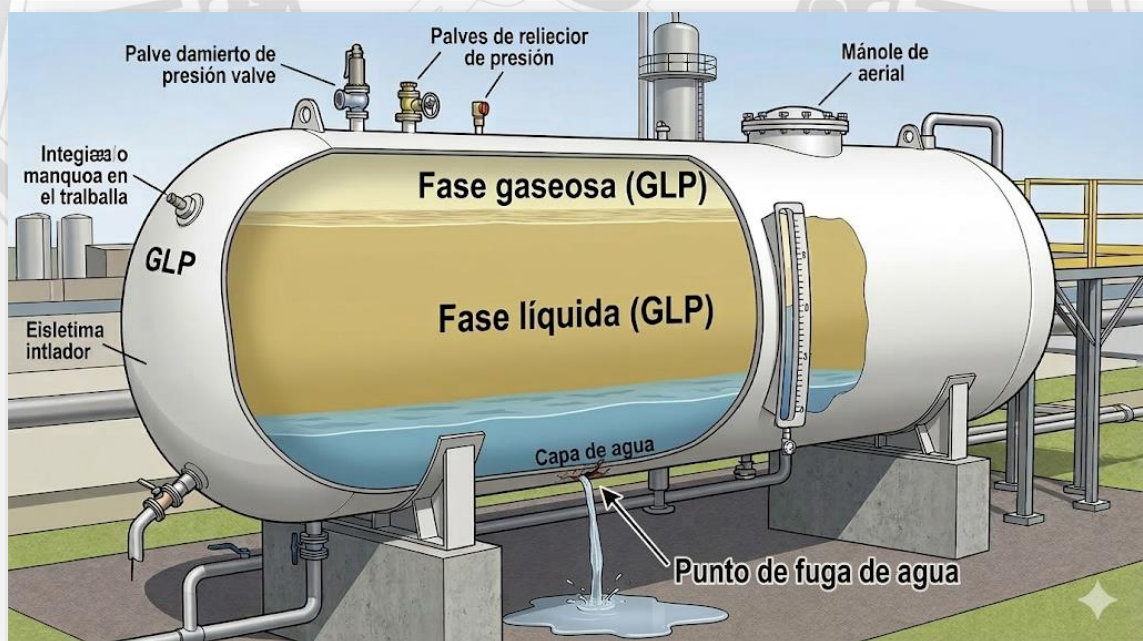
b) **La segunda acción sería introducir agua en el tanque.** Se trata de una acción estabilizadora, en la que se pretende que el agua, con una densidad superior a la del GLP, ocupe el fondo del tanque, por lo que la fuga sería de agua en lugar de GLP. Esta acción habría que mantenerla mientras se soluciona por los técnicos el punto de fuga.



Para poder llevar a cabo esta acción habría que contar con un sistema de acople desde una manguera de 25 mm en Barcelona a la válvula chek-lok del tanque del depósito, tal como se detalla en la imagen.

Una vez que se pone en marcha esta técnica, el tanque de GLP distribuye los niveles de su contenido tal cual marca la imagen que se presenta a continuación.

Se observa que, al introducir agua en el tanque, maniobra que debe realizarse con una presión en la línea de agua de 25 kg/cm², el contenido se estratifica según las densidades de fases y productos, alojándose el agua en el fondo del tanque. Ello posibilita que la fuga deje de ser de





gas y pase a ser de agua, debiendo mantener la alimentación de agua, en tanto en cuanto se repara el punto de fuga.

2.3.2. FUGAS INFLAMADAS EN CANALIZACIONES.

En el caso de fugas inflamadas procedentes de una canalización, una buena medida de precaución es enfriar las edificaciones o cualquier elemento expuesto que pueda sufrir daños, utilizando para ello líneas de manguera hasta tanto se consigue cerrar las válvulas para cortar el aporte de gas.

En el momento en que se reciba un aviso por fuga inflamada de gas en la vía pública, o de un escape no inflamado desde una canalización, debe contactarse con la compañía suministradora del gas.

Los tendidos de manguera para el control de la afectación por temperatura de este tipo de fugas inflamadas, deben ser por encima de los 360 lpm., con líneas de 45 mm. La técnica a emplear es de control del dardo de fuego tratando de envolverlo con un cono de agua para impedir que afectara a ningún elemento, y con otra línea refrigerar los elementos que, aun así, pudieran verse afectados por calor.

Para mantener el caudal requerido en este tipo de intervención, será necesario acudir con BNP, y al llegar al lugar, destinar un bombero a la localización y abastecimiento de la misma desde hidrante.

La **fuga inflamada no se extinguirá**, a menos que estén controlados los puntos de corte y se hagan de inmediato. Podrá extinguirse con polvo ABC, o con un golpe de chorro sólido en el punto de fuga.

2.3.3. FUGAS INFLAMADAS EN TANQUES DE GLP.

Controlar un incendio que afecta a un depósito de gas inflamable, requiere extrema precaución debido a que el riesgo se deriva tanto del contenido del depósito, como por el depósito mismo.

Los depósitos se diseñan y construyen bajo severas medidas de seguridad, pero, en caso de accidente o avería puedan tener escapes que liberen producto en fase gaseosa o líquida. La velocidad y volumen de la descarga depende de muchos factores, entre ellos el tamaño de la fuga, la presión del depósito, la temperatura, y el tipo de gas.

Cuando una fuga de un depósito está inflamada, el primer paso debe ser evaluar la situación. Si las llamas están incidiendo sobre el depósito cuando llegan los bomberos, hay que tener en cuenta que puede romperse en menos de diez minutos si el punto de contacto con la llama está en la zona de la fase gas. En este caso debe evacuarse la zona en todas las direcciones.

Si se decide atacar el fuego de una fuga en un depósito, debe hacerse desde donde sopla el viento, y tratando de evitar situarse en la trayectoria de los extremos del depósito. Es necesario acercarse bajo la protección de líneas de agua, caudales superiores a 450 lpm, para cerrar las válvulas.



No hay que extinguir los incendios de fuga a menos que pueda cortarse la fuga, ya que puede formarse una mezcla explosiva en el aire que, si se inflama, puede causar mayores daños que si de deja sin apagar el fuego inicial, la causa es la absoluta falta de control de la mezcla explosiva y su exposición a fuentes de ignición.

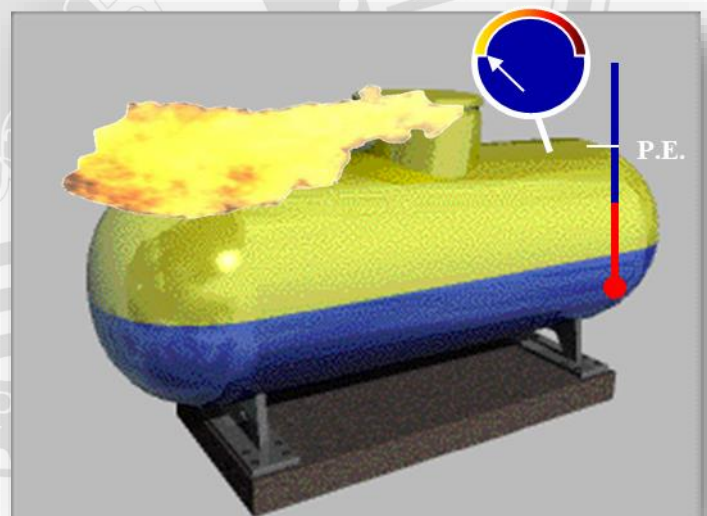
Una opción operativa puede ser aceptar una quema controlada y proteger las zonas expuestas. Para ello se necesitará determinar que recipientes necesitan enfriamiento, que tasas de aplicación de agua se necesitan, y si hay suficiente caudal de agua para hacer el trabajo.

Es vital aplicar agua lo antes posible a las zonas del tanque en contacto con las llamas. Y en la parte alta del tanque, donde está la fase gaseosa, con menos capacidad de soportar el calor al no estar en contacto con la fase líquida. Debe haber disponible una ruta de evacuación segura por si cambian las condiciones.

Es muy útil tener a mano la cámara térmica para controlar el nivel de llenado y temperatura del tanque. Existen síntomas frecuentes en este tipo de servicios que alertan de un posible empeoramiento del mismo, a saber:

- Aumento del tamaño del dardo de fuego que sale por la válvula de seguridad, y su sonoridad, es indicativo de que la presión en el interior está creciendo sin parar, pudiendo alcanzar la presión crítica del recipiente.
- Pueden producirse bultos y deformaciones en la chapa del depósito, se acompañan de sonoridad característica al ir deformándose.

El problema que se está produciendo al aumentar el tamaño del dardo de fuego, es que produce un descenso en el nivel de la fase líquida, por lo que habrá un mayor contacto del fuego con parte del depósito ocupada por fase gas.

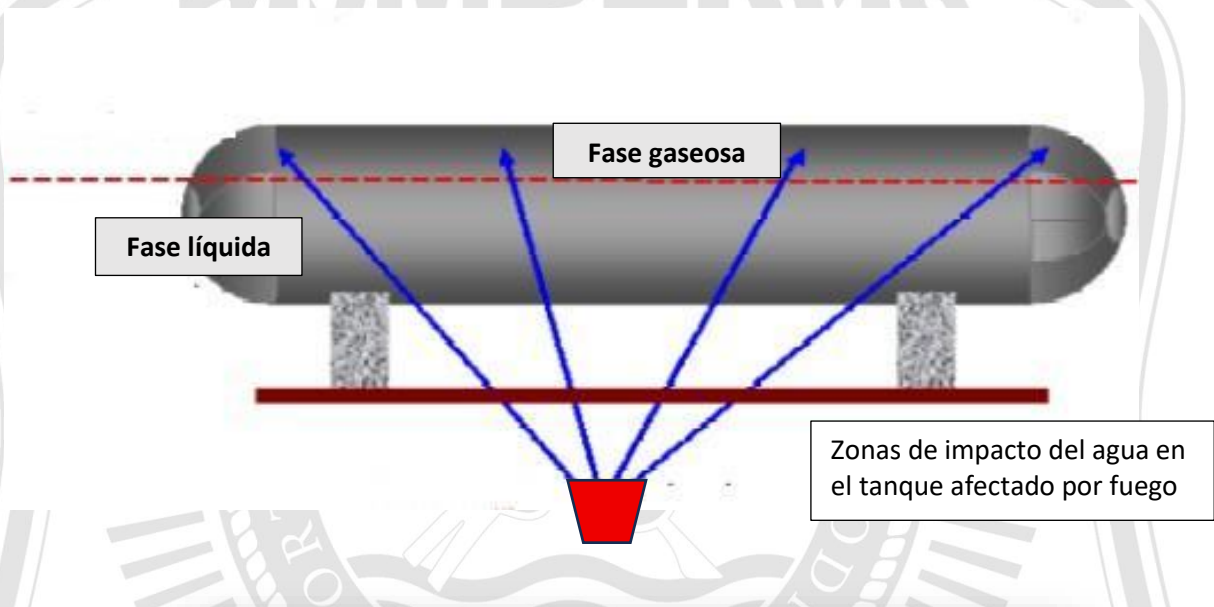


A pesar de esto, existen casos en los que el depósito ha roto sin ningún aviso previo.



Aplicación de agua. Es necesario aplicar el agua por la parte superior del depósito. En caso de que la situación presente elevada sonoridad y tamaño del dardo de la válvula de alivio, la mejor opción es aplicar agua mediante un monitor sin personal, con un caudal de 2.000 lpm. La aplicación de agua debe realizarse hasta que el fuego esté extinguido, y el control de temperatura mediante lectura, con cámara de visión térmica, determine que la temperatura de depósito es estable y segura.

Es recomendable el uso de cámaras térmicas con rangos de bajas temperaturas, pues facilitarán mucho la detección de posibles bolsas de gas no inflamadas. Y concluido el incendio, hay que inspeccionar con cámara térmica y detector de gases toda la zona del depósito, pues podría haberse quedado la válvula de seguridad atascada por causa del incendio, y liberando gas.



Detalle de la técnica. Distancia en la aplicación. Patrón de agua ajustado a su alcance, para impactar lo más pulverizado posible sobre parte alta del tanque. Ataque desde el centro del tanque no desde los extremos.

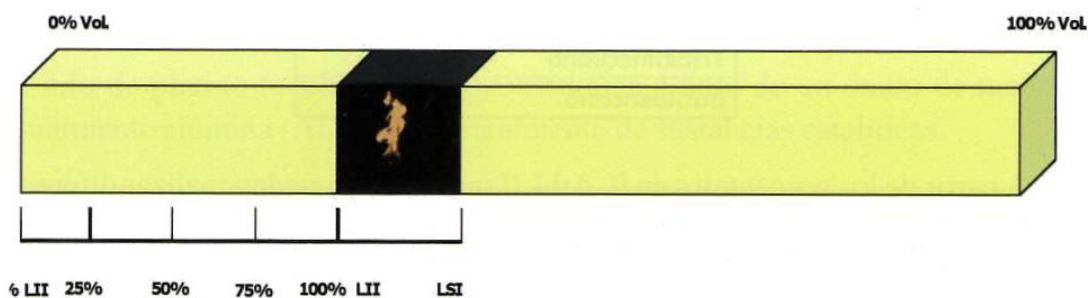


5. DETECTORES SEGÚN EL PROCESO DE DETECCIÓN

5.1. DETECCIÓN CATALÍTICA(CAT EX)

La determinación de la concentración de un gas inflamable en el ambiente es un aspecto esencial para la intervención de los bomberos. Es preciso alcanzar un límite mínimo en la concentración de gas inflamable en aire para que esta mezcla pueda inflamarse. Este punto se le llama *límite inferior de inflamabilidad* (LII) o *límite inferior de explosividad* (LIE). De la misma manera existe un *límite superior de inflamabilidad* (LSI) o *límite superior de explosividad* a partir de la cual no hay posibilidad de inflamación debido a la baja concentración de aire en la mezcla. Estos dos intervalos definen el Rango de Inflamabilidad del gas.

FIGURA 15. RANGO DE INLAMABILIDAD PARA UN COMBUSTIBLE



© Autores

Este límite es diferente para cada gas. Cuanto menor sea este valor, tanto más probable será que se alcance la concentración necesaria y, por tanto más peligroso será. En la tabla se indican los límites inferiores de inflamabilidad de algunas sustancias.

Para detectar la presencia de una concentración de gases inflamables se emplean los detectores de gases inflamables o explosímetros. Con el fin de prestar la suficiente antelación a la mezcla explosiva, los detectores deben ser capaces de avisarnos de una concentración inferior al LII. Para poder realizar esta función, es preciso que el aparato analice una parte de esta concentración cuando está por debajo de dicho límite y lo exprese habitualmente como un porcentaje del mismo. Por ejemplo, si en nuestro aparato de medida aparece en pantalla un valor de 50, significa que estamos a medio camino de alcanzar el

LII. Habitualmente los detectores de gases inflamables nos ofrecen una primera señal de alerta cuando se alcanza el 10% del LII y una segunda al 20%. Para una medición con un 50%, si el LII del gas es del 4% en volumen, significa que tenemos una concentración real del 2%.

FIGURA 16. LÍMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD DE ALGUNAS SUSTANCIAS

LÍMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD DE VARIAS SUSTANCIAS	
SUSTANCIA	L.I.I. (%)
Butano	1,8
Acetileno	2,5
Metanol	5,5
Propano	2,2
Amoniaco	16
Acetileno	2.5
Cloro	-
Trioximetileno	29
Butilbenceno	0,7

A partir de los porcentajes en % del LII medidos se pueden realizar diferentes acciones

FIGURA 17. ACCIONES A EMPRENDER SEGÚN EL % DE LII DETECTADO

Porcentaje de LII	Acción
< 10%	Continuar las operaciones con precaución
10% - 20%	Continuar las operaciones con extrema precaución.
> 20% (hasta el LII)	Existe peligro de incendio/explosión. Abandonar el área inmediatamente.

Principio de funcionamiento

El detector catalítico es selectivo, pues solamente detecta los gases que sean inflamables. Es también destructivo, puesto que la muestra se quema en su interior.

El dispositivo que realiza la conversión de la inflamabilidad del gas en una señal eléctrica medible es el sensor catalítico.

El sensor tiene forma de cilindro metálico, en uno de cuyos extremos se sitúa un filtro sinterizado de metal por donde penetra el gas, que sirve a su vez

de filtro parallamas y del otro lado sobresalen al exterior las patillas de conexión, que van al aparato de medición. En estas aparece debidamente amplificada la señal eléctrica que será transformada en una imagen visual de la concentración.

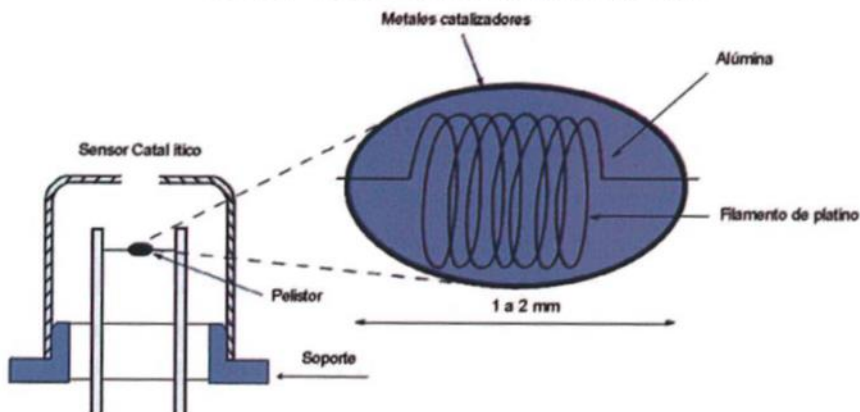
FIGURA 18. SENSOR CATALÍTICO



© Dräger Safety

El elemento activo de un sensor catalítico es el pelistor, que es una bobina de hilo de platino recubierto de una cerámica a base de un óxido de metal, usualmente alúmina (Al_2O_3) con tratamiento de sustancias catalíticas.

FIGURA 19. PELISTOR. ILUSTRACIÓN SIXTH SENSE



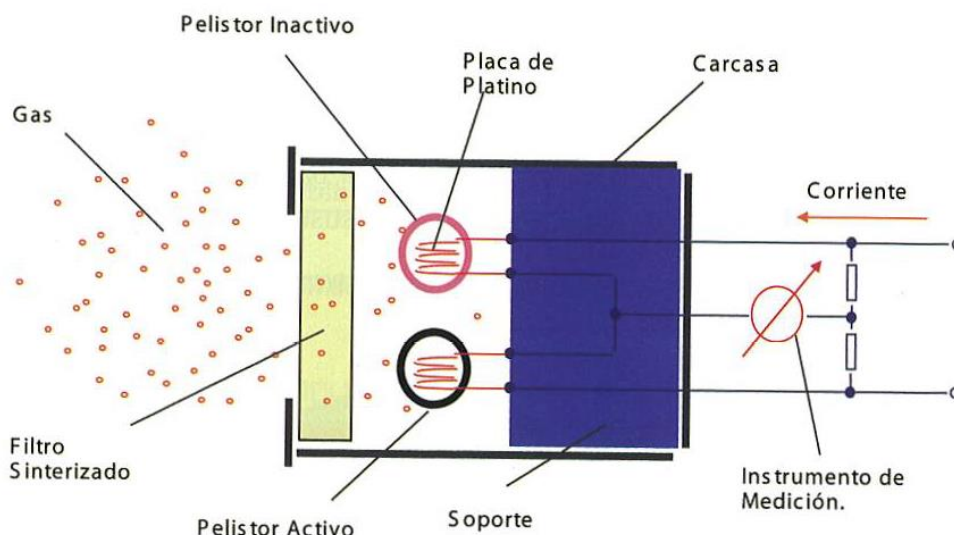
El principio de funcionamiento de este sensor está basado en la llamada *combustión catalítica*, que se produce en la superficie del pelistor. Una mezcla de gas combustible no arderá hasta que alcance una cierta temperatura de ignición. Sin embargo ante la presencia de materiales catalíticos, el gas empezará a arder a temperaturas más bajas, aun no habiendo alcanzado el límite inferior de inflamabilidad. Una vez se ha producido la combustión, se desprenderá el correspondiente calor de combustión propio de cada gas. A mayor concentración, mayor calor de combustión desprendido. Como ejemplo, la reacción de combustión completa para el metano, sería la siguiente:



En el sensor catalítico se encuentra alojado otro pelistor inactivo (no lleva el recubrimiento de catalizadores) para compensar las variaciones de temperatura ambientales y no dar lecturas erróneas.

El filamento de los pelistores es calentado hasta una temperatura cercana a los 500° C, por medio de una batería. El gas entra en contacto con el pelistor activo y se produce una oxidación o combustión, desprendiendo un calor de reacción proporcional a la concentración del gas. Este calor, añadido al del filamento, hace aumentar su resistencia proporcionalmente.

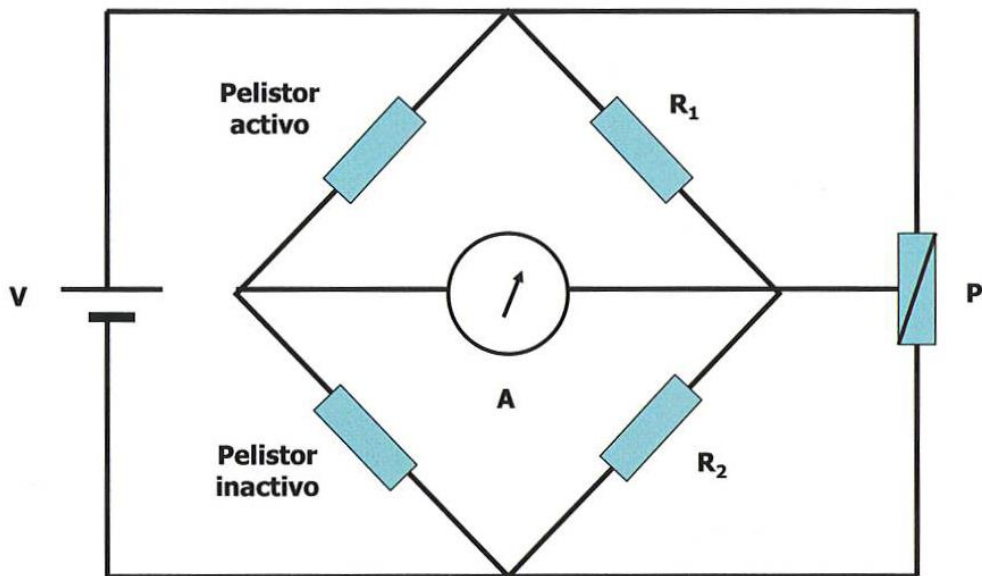
FIGURA 20. SENSOR CATALÍTICO



© Dräger Safety

Este aumento de resistencia es detectado mediante un circuito eléctrico denominado puente de Wheatstone, el cual mide estas sensibles variaciones de resistencia. Esto provoca el paso de una corriente por el amperímetro, dando una lectura proporcional a la concentración del gas.

FIGURA 21. PUENTE DE WHEATSTONE



Calibración

A fin de que pueda dar valores fiables, el explosímetro se calibra para una determinada sustancia, que usualmente suele ser el pentano o metano. Se introduce en el sensor una concentración determinada y se ajusta el aparato para que dé la lectura correspondiente. Como el sensor tiene que poder detectar y medir la concentración de numerosos gases inflamables, cada uno con su LII y su calor de combustión propio, es preciso aplicar un factor de corrección. Este factor puede venir dado en forma de gráficas o tabla, en cuyo caso el valor de pantalla será preciso multiplicarlo por un factor superior o inferior a 1, según el gas de que se trate. En la siguiente figura aparece el factor de corrección para diferentes gases, según que el aparato se haya calibrado con pentano (P) o metano (M).

Los aparatos más modernos incorporan en una memoria interna los factores de corrección de diversos gases. Una vez identificado el gas, puede seleccionarse de un menú y dar la lectura ya corregida.

FIGURA 22. TABLA CON FACTORES DE CORRECCIÓN DE ALGUNOS GASES, SEGÚN SE TRATE DE CALIBRACIÓN DEL APARATO CON PENTANO (P) O METANO (M).

Calibración del detector	P	M	Calibración del detector	P	M
Acetaldehído	0,8	1,6	Etileno	0,7	1,2
Acido acético	0,8	1,6	Dicloruro de etileno	0,7	1,4
Acetona	0,9	1,6	Heptano	1,3	2,3
Acetileno	0,8	1,7	Hexano	1,3	2,0
Acrilonitrilo	1,0	2,0	Hidrógeno	1,6	2,0
Amoniaco	0,4	0,6	GLP	1,1	2,1
Alcohol amílico	1,4	2,8	Metano	0,5	1,0
Anilina	1,2	2,5	Metanol	0,5	1,2
Benceno	1,1	1,9	Cloruro metílico	4,0	8,0
1,3 Butadieno	0,8	1,3	Metilciclohexano	1,0	2,0
n-Butano	0,8	1,6	Dicloruro de metileno	0,5	1,0
1 Buteno	1,0	2,0	Eter dimetílico	0,7	1,4
n-Butanol	1,4	2,9	Eter etilmetílico	1,0	2,0
i-Butanol	0,9	1,9	Cetona etilmetilica	1,1	2,2
terc-Butanol	0,6	1,3	Cetona propilmetilica	1,6	3,2
Acetato butílico	1,5	3,0	Naftalina	1,3	2,8
Monóxido de carbono	0,6	1,2	Nonano	1,4	2,8
Disulfuro de carbono	4,0	8,0	Gasolina	1,0	1,9

Fuente: Crowcon

Limitaciones

La principal limitación del sensor catalítico es que su empleo está restringido a los gases que son inflamables, de manera que gases tales como el cloro, por ejemplo, no pueden ser detectados.

Otra limitación es que para realizar la combustión catalítica se requiere la presencia del oxígeno. Si la atmósfera es inerte, entonces el gas combustible que se encuentre en su interior no podrá ser detectado con este método.

El pelistor puede verse inutilizado temporal o permanentemente, por la acción de ciertas sustancias que impiden su acción catalítica. Estos “venenos” son, entre otros, los compuestos que contengan plomo, los halógenos, el cloro, el sulfuro de hidrógeno y los agregados de silicona.

Bibliografía:

- Manual de control y extinción de incidentes con sustancias peligrosas. Miguel Angel Albadalejo Pomares. José Antonio Martín Ayala. Jesús Belmonte Pérez. Colección Formación FSAP-CCOO.
- Manual del Bombero Profesional. Fernando Bermejo Martín. Ediciones Videotraining. Año 2010.