

CONSEJOS DE SEGURIDAD 1

La manipulación de gases licuados a muy bajas temperaturas

1. Introducción

He aquí unos consejos para la manipulación segura de gases licuados a muy bajas temperaturas. Estos consejos no pueden sustituir a las normas de seguridad, sino tan solo complementarlas.

Un gas o un líquido se encuentra en estado criogénico cuando su temperatura es considerablemente inferior a la temperatura del medio ambiente (es decir, por ejemplo, inferior a -50 °C). En la tabla se indican algunos de los gases, que se manipulan en estado criogénico.



Características físicas de algunos gases a muy baja temperatura

Línea		Oxígeno	Nitrógeno	Argón	Hidrógeno	Helio	Protóxido de nitrógeno	Anhídrido carbónico
1	Símbolo químico	O ₂	N ₂	Ar	H ₂	He	N ₂ O	CO ₂
2	Temperatura de ebullición a 1013 mbar (°C)	-183	-196	-186	-253	-269	-88,5	-78,5*)
3	Densidad del líquido a 1013 mbar (kg/l.)	1,142	0,808	1,40	0,071	0,125	1,223	1,178
4	Densidad del gas a 15 °C 1013 mbar (kg/m ³)	1,34	1,17	1,67	0,084	0,167	1,844	1,85
5	Densidad relativa en comparación con el aire a 15 °C y 1013 mbar	1,09	0,95	1,36	0,0685	0,136	1,53**)	1,51
6	Volumen de gas obtenido de un litro de líquido a 15 °C y 1013 mbar	854	691	836	842	749	687	637

*) Temperatura de sublimación

***) a 0 °C

Nota: A la temperatura de ebullición, todos los gases indicados son más densos que el aire.

2. Observaciones generales sobre los gases licuados a muy bajas temperaturas

Las propiedades químicas de los gases en estado líquido, son siempre iguales que en estado gaseoso. A muy bajas temperaturas, se añade la característica física de "subenfriado". De esta característica adicional resultan unas circunstancias especiales, que deben ser tenidas en cuenta al manipular gases licuados a muy bajas temperaturas, por ejemplo:

- Contacto: El contacto directo con líquidos criogénicos puede causar

graves congelaciones o "quemaduras" de frío. Particularmente los ojos pueden sufrir graves daños por salpicaduras. Los primeros auxilios pueden consultarse en los consejos de seguridad "quemaduras" de frío y congelaciones.

- Resquebrajamiento: Hay materiales (por ejemplo la mayoría de los plásticos, acero al carbono) que se resquebrajan a muy bajas temperaturas.

3. Medidas de precaución

Las medidas de precaución son aplicables para todos los gases licuados

a muy bajas temperaturas. Estas deben aplicarse conjuntamente con las recomendaciones de las hojas de seguridad específicas de cada gas y con otros "consejos de seguridad" como por ejemplo los de **falta de oxígeno**, **enriquecimiento de oxígeno**, etc.

3.1. Equipo de protección personal

Para toda operación en instalaciones donde exista la posibilidad de contacto con gases licuados a baja temperatura, debe utilizarse el equipo de protección personal a fin de evitar daños físicos.

La **ropa** debe estar limpia, seca y fabricada en fibras naturales. No debe estar ceñida al cuerpo, para que se pueda quitar fácil y rápidamente en el caso de que el gas o líquido llegue al cuerpo. Las piernas y los brazos deben estar totalmente tapados. Hay que evitar bolsillos abiertos, dobleces en perneras o mangas remangadas. Hay que llevar guantes aislantes, que un material seco que no se resquebraje fácilmente (por ejemplo piel, Kevlar®). También los **guantes** deben ser holgados, para que puedan sacarse rápidamente en el caso de que haya penetrado en ellos líquido criogénico. Los manguitos de los guantes deben tener unas características que permitan evitar la fácil penetración del líquido.

® = Marca registrada de Du Pont.



Debe llevarse asimismo **protección facial**, al verter un líquido criogénico, al conectar o desconectar mangueras o en la inmersión de piezas en líquido criogénico. Las gafas son una protección incompleta.

Para manipular líquidos criogénicos, debe llevarse **calzado** en buen estado. Las suelas no deben estar desgastadas. Para manipular gases o líquidos criogénicos inflamables (por ejemplo hidrógeno líquido) debe usarse zapatos



con suelas conductoras (las llamadas antiestáticas). Todo el calzado según DIN 4843 cumple estos requisitos, siempre que tengan sus suelas originales.

Los aparatos de protección respiratoria, pueden ser necesarios cuando por la evaporación de gases criogénicos se desplaza el oxígeno del aire. Ver también los “consejos de seguridad” **Falta de oxígeno**.

3.2. Particularidades a tener en cuenta para manipular gases licuados a muy bajas temperaturas

Los gases licuados a muy bajas temperaturas se encuentran por regla general en estado de ebullición a presión atmosférica. Durante el **llenado** de recipientes, que todavía estén a temperatura ambiente, la ebullición aumenta en un principio con extrema rapidez. Por ello se producen fácilmente salpicaduras de gas licuado debido a su rápida evaporación. Por ello es necesario protegerse la cara y las manos. Lo mismo es aplicable para la **inmersión** de objetos a temperatura ambiente (o superior) en gases licuados criogénicos.

Cuando los recipientes u objetos alcanzan la temperatura del gas licuado criogénico, disminuye la rápida evaporación, pero el gas licuado

permanece en **estado de ebullición**. La penetración de calor hace que salga continuamente gas del recipiente, siempre que esté abierto (por ejemplo un recipiente Dewar). En recipientes cerrados aumentará la **presión**. Cuanto mejor sea el aislamiento del recipiente, tanto más lento será el aumento de presión.

De un litro de gas licuado criogénico se producen volúmenes considerables de gas (ver línea 6 de la tabla). Es necesario, por lo tanto, que donde se trabaje con gases licuados criogénicos en recipientes abiertos, exista una **ventilación** que por lo menos pueda renovar el volumen de gas que se produce. Una ventilación suficiente tiene que evitar la alteración del contenido de oxígeno en el aire. El enriquecimiento de oxígeno en el aire a más del 23%, incrementa considerablemente el **peligro de incendio**. El contenido normal de oxígeno en el aire es del 21%, por lo tanto el oxígeno líquido, no debe estar jamás en recipientes abiertos.



Es cierto que por causa de los gases criogénicos, indicados en la tabla, no se pueden producir intoxicaciones, ya que dichos gases no son tóxicos. Pero todos ellos, salvo el oxígeno, pueden reducir el contenido de éste en el aire, y por debajo del 15%, se puede producir **asfixia**. Hay que tener en cuenta que pequeñas concentraciones de anhídrido carbónico, en el aire, pueden conducir a graves **trastornos de la respiración**. Las concentraciones de CO₂ a partir de aproximadamente un 20% en volumen son letales en cuestión de segundos. Si prescindimos del riesgo de incendio, un enriquecimiento de oxígeno en el aire en más de un 23% en volumen no es peligroso para el organismo. Más información a este respecto se encuentra en los “consejos de seguridad” **Falta de oxígeno y Enriquecimiento de oxígeno**.

La permanencia en una atmósfera con baja temperatura debido a los gases criogénicos puede dar lugar a un **enfriamiento** del cuerpo, pero también es posible que se produzca una alteración de la actividad pulmonar al inhalar el aire subenfriado por el gas frío.



Cuando se mezclan gases criogénicos con el aire, se pueden formar nieblas, dado que la **humedad atmosférica** se condensa a causa del enfriamiento. En caso de una fuga importante de gases licuados, la formación de niebla puede ser tan extensa que la **falta de visibilidad** puede dificultar la orientación. Hay que tener en cuenta que también fuera de la nube, hay que prever una alteración considerable de la composición de la atmósfera.



Todos los gases indicados en la tabla son bastante más pesados que el aire, a la temperatura de ebullición indicada. Donde exista la posibilidad de fuga de grandes cantidades de gases licuados criogénicos, no deben existir bocas de desagüe sin cierre de líquido, ventanas abiertas hacia los sótanos ni otros accesos abiertos hacia **locales situados**

a un nivel inferior, canales, etc., ya que los gases pesados podrían acumularse allí, produciendo por lo tanto peligro de asfixia y/o de incendio. Durante la manipulación de gases inertes (por ejemplo nitrógeno, argón, helio, CO₂), no existe riesgo de incendio, estos gases incluso se pueden usar para apagarlos. Un peligro de incendio o de explosión se puede producir en caso de fuga de gases **inflamables** licuados (por ejemplo hidrógeno líquido) dado que estos se evaporan y entonces forman con el aire una mezcla inflamable. Es por ello imprescindible que siempre exista una ventilación eficaz natural o artificial.



El **oxígeno**, que como tal no es combustible, sí ayuda a la combustión. Los materiales, que bajo condiciones atmosféricas normales se consideran como incombustibles o difícilmente inflamables, pueden ser combustibles



en una atmósfera enriquecida de oxígeno y aún más en oxígeno puro, y una vez estén inflamados arden con notable violencia y producen una temperatura elevada. Los materiales que en atmósfera normal son combustibles (por ejemplo aceite, asfalto, plásticos,...) reaccionan en presencia de aire enriquecido en oxígeno y en oxígeno puro de forma viva y por lo tanto debe evitarse su contacto. Ver también los “consejos de seguridad” **Enriquecimiento de oxígeno.**

Durante las manipulación con todos los gases criogénicos, con temperatura de ebullición más baja que la del oxígeno (ver la línea 2 de la tabla), existe la posibilidad de que se condense el oxígeno del aire produciéndose un enriquecimiento de éste. Ver los “consejos de seguridad”

Enriquecimiento del oxígeno.

Los materiales, que pueden entrar en contacto con gases licuados a muy bajas temperaturas, deben ser adecuados para las mismas, es decir que no deben **resquebrajarse** por el frío. Son aptos por ejemplo el cobre, los aceros austeníticos, algunas aleaciones de aluminio. entre las materias plásticas, bajo determinadas condiciones es apropiado el PTFE. Los materiales aptos para cada caso, deberán consultarse a nuestros técnicos.

Cuando puedan quedar atrapados gases licuados entre dos válvulas, es necesario disponer de unos **dispositivos de descarga de presión** adecuados. Incluso con el mejor aislamiento, estos líquidos se evaporarán. El gas que se produce, se debe poder evacuar a través de los dispositivos de descarga de presión, a fin de evitar que la tubería, etc., pueda reventar.

Antes de introducir gases licuados a muy bajas temperaturas en aparatos, recipientes, tuberías, accesorios, etc., estos deben secarse escrupulosamente, de lo contrario, los gases criogénicos congelarían la **humedad**, con lo que podría producirse un funcionamiento inadecuado, por ejemplo de válvulas de seguridad, manómetros, etc.

Hay que tener en cuenta que cada material se contrae al ser expuesto a bajas temperaturas. La magnitud de la



contracción depende del material y del descenso de la temperatura. Las diferentes contracciones de los materiales pueden dar lugar a fugas o también a roturas, por ejemplo en bridas, acoplamientos roscados, conexiones, etc...

4. Protección del medio ambiente

Los gases indicados en la tabla (salvo el hidrógeno), se encuentran presentes en la atmósfera en concentraciones variables. Al evaporarse en la atmósfera los gases licuados criogénicos, no se causa una contaminación o alteración permanente. Cuando accidentalmente se derraman gases licuados, no se contamina la tierra, dado que éstos se evaporan rápidamente y por lo tanto no penetran en el suelo. La congelación transitoria y local no produce daños permanentes en la tierra.



5. Conclusión

Una manipulación segura de los gases licuados a muy bajas temperaturas, es posible tan solo cuando se conocen y aprovechan racionalmente las características específicas de los mismos. La aplicación poco ortodoxa

de gases criogénicos puede ocasionar por ejemplo congelaciones, mientras que el aprovechamiento racional del mismo efecto puede ser sumamente beneficioso en la criocirugía por ejemplo. En otras palabras: Las características de los gases licuados

a muy bajas temperaturas no son ni buenas ni malas, lo único importante es aprovecharlas correctamente. Nuestros técnicos le dirán como puede hacerlo.

Estas recomendaciones de ABELLO LINDE no implican garantía por parte de la empresa, en el sentido de que su responsabilidad no puede substituir a la del usuario de este documento.

Abelló Linde | 



www.abello-linde-sa.es

Región Nordeste:
Bailén, 105 - 08009 BARCELONA
Tel. Call Center: 902 426 462 - Fax: 902 181 078
e-mail: ccenternordeste@es.linde-gas.com

Región Centro:
Ctra. Alcalá - Daganzo, km. 3,8 - Pol. Ind. Bañuelos, c/. Haití, 1
28806 ALCALÁ DE HENARES (Madrid)
Tel. Call Center: 902 426 464 - Fax: 918 776 110
e-mail: ccentercentro@es.linde-gas.com

Región Levante:
Camino de Liria s/n, Apdo. de Correos, nº 25
46530 PUÇOL (Valencia)
Tel. Call Center: 902 426 463 - Fax: 961 424 143
e-mail: ccenterlevante@es.linde-gas.com

Región Sur:
Gibraltar, s/n - 11011 CÁDIZ
Tel. Call Center: 902 426 465 - Fax: 956 284 051
e-mail: ccentersur@es.linde-gas.com