



Informativo Técnico N°20

Propiedades Químicas y Físicas de los Gases Licuados (1)

DEFINICIONES

- **Gas Licuado:** en términos generales, es la forma líquida de un material que, a temperatura ambiente y presión atmosférica, es un gas.
- **Gas Licuado de Petróleo (LPG):** es una mezcla de hidrocarburos livianos, principalmente Propano (C3) y Butano (C4), obtenido del procesamiento del gas natural y/o de la refinación del petróleo crudo.
- **Gas Natural Licuado (GNL):** es una mezcla de hidrocarburos livianos, compuesto principalmente por Metano (C1) y Etano (C2), que se transportan a muy bajas temperaturas para mantener su estado líquido.
- **Gases Químicos:** son compuestos químicos puros, muchos de ellos derivados de hidrocarburos, que son transportados en estanques presurizados o refrigerados, según el producto, para mantener su estado líquido. Entre los principales se cuentan: Propileno, Butadieno, Óxido de Etileno, Oxido de Propileno, Cloruro de Vinilo Monómero (VCM) y Amoníaco.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

La principal diferencia entre los productos líquidos de petróleo normales y los gases licuados es que estos últimos son almacenados, transportados y medidos y cuantificados en condiciones de dos fases: líquido y vapor.

En función de las condiciones de temperatura y presión bajo las cuales se almacenan y transportan los gases licuados, los buques que los transportan se pueden clasificar en las siguientes categorías principales:

- a) **Buques Totalmente Presurizados (Fully Pressurized):** el producto es transportado a temperatura ambiente y presión entre 0 y 18 bars (0 y 15 kgf/cm²), dependiendo del tipo de producto y de la temperatura ambiente.

- b) **Buques Semi-Refrigerados / Semi-Presurizados:** en este tipo de buques el producto es parcialmente refrigerado (hasta -10°C aproximadamente), a presiones de trabajo entre 3 y 8 bar.

- c) **Buques Totalmente Refrigerados (Fully Refrigerated):** estos buques han sido diseñados generalmente para el transporte de grandes cantidades de LPG y Amoníaco. El producto se transporta aproximadamente a presión atmosférica y a temperaturas de ebullición o más bajas (hasta más o menos -50°C), en función del tipo de producto.

Ejemplos: Amoníaco: -33 °C
Propano: -42 °C
Butano: -5 °C

- d) **Buques Metaneros (GNL):** buques diseñados especialmente para transportar grandes volúmenes de GNL a temperaturas entre -160 y -190 °C y presiones cercanas a la atmosférica.

PROPIEDADES QUÍMICAS

Estructura Molecular

La mayoría de los compuestos químicos poseen diferentes nombres, a pesar de tener la misma estructura química. En general, a medida que los compuestos se tornan más complejos en su estructura, la cantidad de sinónimos aumenta.

La fórmula química simplificada representa el número de átomos de cada elemento en la molécula. Esta fórmula se denomina Fórmula Molecular.

Los Hidrocarburos son sustancias cuyas moléculas contienen solamente átomos de carbono e hidrógeno en diferentes cantidades, proporciones y tipos de estructuras y pueden ser gases, líquidos o sólidos a temperatura y presión normales, dependiendo del número de átomos de carbono presentes en la estructura molecular.



Informativo Técnico N°20

Aquellos hidrocarburos que contienen hasta cuatro (4) átomos de carbono son gaseosos a las condiciones ambientales y en este grupo se encuentran los gases licuados de petróleo. Los hidrocarburos que contienen desde cinco (5) hasta cerca de veinte (20) átomos de carbono son líquidos a condiciones ambientales y aquellos con mayor número de átomos son sólidos.

El átomo de carbono posee cuatro enlaces mediante los cuales se puede unir con uno o más átomos de carbono o con átomos de otros elementos, para formar distintas moléculas. Un átomo de hidrógeno, sin embargo, tiene sólo un enlace, por lo que puede unirse solamente con un átomo diferente.

Aquellas moléculas de hidrocarburos cuyo número relativo de átomos de carbono e hidrógeno permite a los átomos de carbono usar sus enlaces en forma individual (simple) con otros átomos de carbono, se dice que está "saturada". Es decir, un hidrocarburo saturado es aquel que en su estructura molecular solo existen enlaces simples.

Cuando en una molécula el número de átomos de hidrógeno es menor al requerido para ocupar todos los enlaces disponibles de los átomos de carbono, dos o más de éstos últimos se enlazarán entre sí mediante enlaces dobles o triples. Por esta razón estos hidrocarburos son llamados "insaturados". Este tipo de enlaces entre átomos de carbono no son tan estables como los enlaces simples y, por lo tanto, los compuestos insaturados son químicamente más reactivos que los compuestos saturados.

El tercer grupo de gases licuados consiste en los gases químicos caracterizados por la presencia en la molécula de átomos diferentes del carbono y del hidrógeno.

Hidrocarburos Gaseosos Saturados

Los hidrocarburos gaseosos saturados, metano, etano, propano y butano son líquidos incoloros e inodoros bajo condiciones normales de transporte.

Todos ellos son gases inflamables y se quemarán en presencia de aire u oxígeno para producir dióxido de carbono y vapores de agua. Como son químicamente no-reactivos por lo general no presentan problemas de compatibilidad con los materiales normalmente usados en el manejo. En

presencia de humedad, sin embargo, los hidrocarburos saturados pueden formar hidratos.

Compuestos azufrados, tales como mercaptanos, son generalmente adicionados como odorizantes, antes de la distribución comercial, para ayudar a la detección de estos vapores.

El **metano** y, en menor proporción, el **etano**, conforman el tipo de gas licuado denominado Gas Natural Licuado (GNL), en tanto que el **propano** y el **butano** conforman el Gas Licuado de Petróleo o LPG.

Hidrocarburos Gaseosos Insaturados

Este tipo de gases comprende: **etileno**, **butileno**, **butadieno** e **isopreno**. En estado líquido son incoloros con un olor algo dulce característico. Son inflamables en presencia de aire u oxígeno, produciendo CO₂ y vapor de agua. Son químicamente más reactivos que los hidrocarburos saturados y pueden reaccionar en forma peligrosa con el cloro. El etileno, propileno y butileno no presentan problemas de compatibilidad con los materiales de construcción, en tanto que el butadieno y el isopreno, cada uno con dos dobles enlaces en sus moléculas, son lejos los de mayor reactividad química dentro de este grupo de compuestos. Ellos pueden reaccionar con aire para formar peróxidos, los cuales son inestables y tienden a inducir el proceso de polimerización. El butadieno es incompatible químicamente con el cobre, plata, mercurio, magnesio y aluminio.

Este tipo de compuestos es clasificado, en muchas publicaciones, dentro del grupo de gases químicos, atendiendo a los procesos de producción desde los cuales se obtienen.

Gases Químicos

Los principales gases químicos transportados en forma líquida son: Amoníaco (NH₃), Cloruro de Vinilo Monómero (VCM), Óxido de Etileno, Óxido de Propileno y Cloro. Ya que estos gases no corresponden a una familia particular, sus propiedades químicas varían ampliamente.

El **Amoníaco Líquido** es un líquido alcalino incoloro con un olor picante. Los vapores del amoníaco son inflamables y arden con una llama amarilla

formando vapor de agua y nitrógeno. Sin embargo, se requiere una alta concentración de vapores en el aire (16-25 %) para ser inflamable, tiene un alto requerimiento de energía de ignición (600 veces la del propano) y su energía de combustión es baja.

El amoniaco es también tóxico y altamente reactivo. Puede formar compuestos explosivos con mercurio, cloro, yodo, bromo, calcio, óxido de plata e hipoclorito de plata. El vapor de amoniaco es muy soluble en agua y será absorbido rápida y exotérmicamente para producir una solución alcalina fuerte de hidróxido de amonio. Un volumen de agua absorberá aproximadamente 200 volúmenes de vapor de amoniaco. Por esta razón es extremadamente indeseable introducir agua dentro de un estanque que contiene vapor de amoniaco ya que se podría desarrollar rápidamente una condición de vacío dentro del estanque.

Siendo el amoniaco un compuesto alcalino, las mezclas de sus vapores con el aire pueden causar corrosión. Debido a su naturaleza altamente reactiva, las aleaciones de cobre y aluminio, las superficies galvanizadas, las resinas fenólicas, el cloruro de polivinilo (PVC) y las juntas o mangueras de poliéster y viton son inapropiadas para el manejo de amoniaco. El acero dulce (mild steel), el acero inoxidable, las gomas de neoprene y el polieteno son apropiadas.

El **Cloruro de Vinilo Monómero (VCM)** es un líquido incoloro con un olor dulce característico. Es altamente reactivo, aunque no con agua, y puede polimerizar en presencia de oxígeno, calor y luz. Sus vapores son tóxicos e inflamables. Las aleaciones de aluminio, el cobre, plata, mercurio y magnesio no son adecuadas para el manejo del VCM. Los diferentes tipos de acero son, sin embargo, químicamente compatibles.

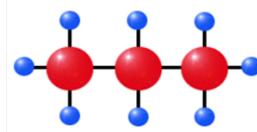
El **Óxido de Etileno y el Óxido de Propileno** son líquidos incoloros con olor a éter. Son inflamables, tóxicos y altamente reactivos. Ambos polimerizan, el óxido de etileno más rápidamente que el de propileno, particularmente en presencia de aire o impurezas. Ambos gases en forma peligrosa con amoniaco. El hierro fundido, mercurio, aleaciones de aluminio, cobre y aleaciones de cobre, plata y sus aleaciones, el magnesio y algunos aceros inoxidables son inadecuados para el manejo de

óxido de etileno. El acero dulce y ciertos aceros inoxidables son apropiados como materiales de construcción para ambos tipos de gases.

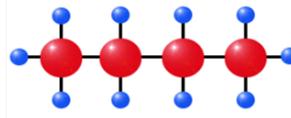
Formación de Hidratos

Los componentes del LPG, tales como propano y butano, pueden formar hidratos, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, en presencia de agua libre. Esta agua puede estar presente en el LPG como impureza o puede ser extraída desde las paredes del tanque cuando la herrumbre (partículas de hierro oxidadas) está depositada en ellas. Estas partículas que han sido deshidratadas por el LPG pierden su poder de adhesión a las paredes del tanque, y pueden sedimentar en el fondo del tanque en forma de polvo. Los hidratos de LPG son sólidos cristalinos que, cuando están presentes, pueden bloquear filtros y válvulas del sistema de transporte del flujo de LPG y pueden dañar las bombas de carga.

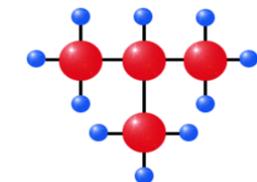
Compuestos tales como el metanol y el etanol son agentes inhibidores de la hidratación y pueden ser agregados en puntos apropiados del sistema, con el consentimiento de las partes involucradas en la transacción. Los gases químicos licuados pueden ser afectados en sus especificaciones por la adición de estos inhibidores. Se debe tener mucho cuidado si se agrega un inhibidor de la hidratación a productos polimerizables, ya que el mecanismo que inhibe la formación de polímeros puede ser interferido por aquellos.



Propano



n-Butano



i-Butano