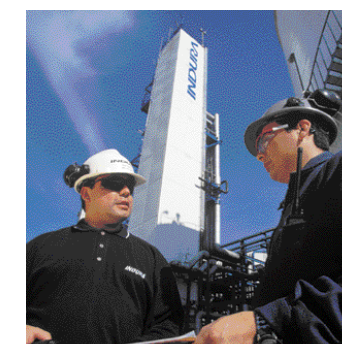


# Manual de Gases



INDURA<sup>®</sup>

Manual de Gases

## Indura Chile

**Santiago**  
Casa Matriz  
Camino a Melipilla 7060, Cerrillos  
Tel. : (2) 530 3000  
Fax : (2) 557 3471  
Casilla 13850 - Correo 21, Santiago  
e-mail : info@indura.net

Sucursales en todo el país

**Centro de Servicio al Cliente**  
(56-2)-600 600 3030

## Filiales:

### Indura Argentina S.A.

**Buenos Aires**  
Ruta Panamericana Norte Km. 37,5  
Parque Industrial Garín - C.P. 1619  
Tel. : (54) (011) 5129 5100  
Fax : (54) (011) 5129 5124  
e-mail : indubaires@indura.net

Sucursal en Córdoba y Rosario

**Centro de Servicio al Cliente**  
0 (810) 810 60 03

### Indura Perú S.A.

**Lima**  
Avda. El Pacífico 401 - 423, Independencia  
Tels. : (51) (1) 522 3627  
(51) (1) 522 3628  
Fax : (51) (1) 485 1510  
e-mail : indura@indura.com.pe

**Centro de Servicio al Cliente**  
(511) 522 36 27

### Indura Ecuador S.A.

**Guayaquil**  
Kilómetro 14 1/2 Vía Daule  
Tels. : (5934) 2893 750  
(5934) 2893 751  
Fax : (5934) 2893 752  
e-mail : indura@interactive.net.ec

Sucursal en Quito

**Centro de Servicio al Cliente**  
(5934) 289 3750

[www.indura.net](http://www.indura.net)

O<sub>2</sub>**OXIGENO**

En 1.777, como parte del más famoso experimento en la historia de la química, Lavoisier calentó Mercurio en una cantidad conocida de aire por 12 días y sus noches, separando sus dos principales componentes que son el Nitrógeno y el Oxígeno.

Este gas representa alrededor del 21% del volumen del aire y un 23% de su peso, siendo inodoro y sin sabor.

N<sub>2</sub>**NITROGENO**

Es el más abundante de los gases del aire, representa alrededor del 78% del volumen del aire y un 76% de su peso. Es un gas incoloro, inodoro, sin sabor y casi totalmente inerte.

Ar

**ARGON**

Aislado por Lord Rayleigh y Ramsay en 1.894, su nombre proviene del griego y significa «inactivo» debido a su falta de afinidad química, lo que lo hace extremadamente inerte. Es el más abundante de los gases raros en el aire, en el cual está presente en aproximadamente un 1%. Es incoloro, inodoro y sin sabor, y un 30% más pesado que el aire.

H<sub>2</sub>**HIDROGENO**

El hidrógeno era conocido por los alquimistas de la Edad Media como «aire inflamable», fue bautizado por Lavoisier como «hidrógeno» dado que significa «el que engendra agua».

Es un gas incoloro, inodoro e insípido, altamente inflamable y el más liviano de todos los gases.

He

**HELIO**

Fue descubierto en 1.868, como elemento del espectro solar (Sol es helios en Griego). Se creía que no existía sobre la tierra, hasta que en 1.908 el químico inglés Ramsay descubrió helio terrestre, producido a partir del uranio.

El helio es el gas más liviano después del hidrógeno, siendo incoloro, inodoro y sin sabor, no es inflamable y es el menos soluble en líquidos.

CO<sub>2</sub>**DIOXIDO DE CARBONO**

Es un gas formado por la combinación de carbono y oxígeno. Es incoloro e inodoro, con sabor ligeramente picante no siendo inflamable ni tóxico. Existe en bajas concentraciones en la atmósfera, es aproximadamente un 53% más pesado que el aire y no sostiene la vida.

Kr

**KRYPTON**

El Kriptón es un gas raro presente en trazas en el aire. Fue descubierto por Ramsay y Travers en 1.898 y su nombre significa «escondido» en griego.

Ne

**NEON**

El Neón es otro gas raro que fue descubierto junto con el Kriptón. Este gas es particularmente luminoso y su nombre significa «nuevo».

Xe

**XENON**

El Xenón es otro gas raro también descubierto en 1898. Su nombre significa «extraño».

**INDURA, una trayectoria al servicio de la industria**

Desde 1948, INDURA trabaja respondiendo a las necesidades de las industrias, creciendo con un solo objetivo: ofrecer un servicio integral y oportuno, con productos de calidad.

INDURA satisface las necesidades de diversos sectores industriales en materia de gases, soldadura, equipos y productos complementarios.

INDURA ha mantenido desde sus inicios una clara orientación de servicio hacia el cliente. Esta filosofía le ha permitido estar en estrecho contacto con ellos, conociendo sus reales necesidades, adelantándose a ellas y brindándoles soluciones adecuadas.

Como una forma de responder a las reales necesidades de información de carácter técnico en materia de gases, INDURA ha preparado el presente «Manual de Gases», para dar a sus clientes y usuarios en general una base de información conceptual sólida.

Este «Manual de Gases» ha sido concebido para uso de todos quienes tengan relación con el manejo o aplicación de los gases, en la industria (en todas sus ramas), medicina (hospitales, clínicas, centros educativos, etc.), transporte o capacitación industrial, sin incluir información técnica demasiado especializada, la que puede ser consultada en textos complementarios o directamente a [www.indura.net](http://www.indura.net).

El «Manual de Gases» entrega información acerca de los usos más importantes de cada gas, de sus procedimientos de manejo, almacenamiento y transporte, las normas de seguridad pertinentes, los equipos utilizados para su manejo y las aplicaciones en el campo industrial y medicinal.

Queremos con este esfuerzo responder a las expectativas de nuestros clientes.

**INDICE**

INTRODUCCION	3
GASES	10
EQUIPOS	36
SEGURIDAD	55
MEDICINA	67
UNIDADES / EQUIVALENCIAS	71

## Manual de Gases INDURA

© INDURA S.A., Industria y Comercio  
Inscripción en el Registro de Propiedad Intelectual N° 67.127

Reservados todos los derechos.  
Prohibida la reproducción de la presente obra,  
en su totalidad o parcialmente, sin autorización escrita de INDURA S.A.

Otras obras editadas por INDURA:

"Sistemas y Materiales de Soldadura"  
"Soldadura de Mantenimiento"

INDURA S.A. Camino a Melipilla 7060, Cerrillos, Santiago - Chile

INDURA ARGENTINA S.A. Ruta Panamericana Norte - Km 37,5, Garín, Buenos Aires - Argentina

INDURA PERU S.A. Avda El Pacífico 401 - 423, Independencia, Lima - Perú

INDURA ECUADOR S.A. Kilómetro 14 1/2 Vía Daule, Guayaquil - Ecuador

www.indura.net

Es integrante de las siguientes asociaciones internacionales:

C.G.A. : Compressed Gas Association  
I.O.M.A. : Internacional Oxygen Manufacturers Association  
A.W.S. : American Welding Society

En Chile, miembro integrante de:

SOFOFA : Sociedad de Fomento Fabril  
ASIMET : Asociación de Industriales Metalúrgicos  
ACHS : Asociación Chilena de Seguridad  
ICARE : Instituto Chileno de Administración Racional de Empresas  
PROGIM AG : Asociación Productores de Gases Industriales y Medicinales de Chile

**NOTA:** INDURA está permanentemente investigando e innovando sus productos de acuerdo a las últimas tecnologías las que se van desarrollando a nivel mundial. Por lo tanto los productos aquí descritos pueden variar durante la vigencia del presente Manual.

Fecha de impresión: Enero 2004

## ¿Qué son los Gases?

En relación a las condiciones de temperatura y presión relativamente estables existentes en la superficie de nuestro planeta, se designa como «gas», a todo elemento o compuesto que exista habitualmente en este estado (estado gaseoso), diferente a los estados sólido y líquido, en las cercanías de las condiciones normales de temperatura y presión (15°C, 1 atm.). Se usa el concepto de «vapor» para la fase gaseosa de cualquier elemento o compuesto que, en las mismas condiciones, es normalmente líquido o sólido.

Once elementos tienen esta condición de gases, así como un número aparentemente ilimitado de compuestos y mezclas, como el aire. Estos once elementos son: Oxígeno, Nitrógeno, Hidrógeno, Cloro, Flúor, Helio, Neón, Argón, kriptón, Xenón y Radón.

### Gases comprimidos, licuados y criogénicos

En general, todas las sustancias pueden estar en cualquiera de los tres estados de la materia (sólido, líquido o gas), dependiendo de las condiciones de temperatura y presión a que estén sometidas. El caso más familiar es el del agua, que a presión atmosférica está en estado sólido bajo 0°C, líquido entre 0 y 100°C y gas (vapor) sobre 100°C.

Hemos definido como gases a aquellos elementos y compuestos que a presión y temperatura ambiente permanecen en estado gaseoso. La baja densidad característica de los gases hace que una pequeña cantidad de gas ocupe un gran volumen (1 Kg. de O<sub>2</sub> ocupa un volumen de 0,739 m<sup>3</sup> o sea 739 litros, medidos a 15°C y 1 atm.) por lo cual se hace indispensable someterlos a altas presiones y/o bajas temperaturas, para reducir su volumen para efectos de transporte y almacenamiento.

Para conseguir altas presiones se utilizan cilindros de acero que trabajan con hasta 220 bar (3191 psi) de presión.

Dentro de los gases que se almacenan en cilindros de media y alta presión podemos hacer la siguiente división;

### Gases comprimidos

Son aquellos que tienen puntos de ebullición muy bajos, menor que - 100°C, por lo que permanecen en estado gaseoso sin licuarse, aún a altas presiones, a menos que se sometan a muy bajas temperaturas.

A este grupo pertenecen: el Oxígeno (O<sub>2</sub>), Nitrógeno (N<sub>2</sub>), Argón (Ar), Helio (He), Hidrógeno (H<sub>2</sub>) entre otros.

### Gases comprimidos-licuados

Son aquellos que tienen puntos de ebullición relativamente cerca de la temperatura ambiente y que al someterlos a presión en un recipiente cerrado se licúan.

### Gases criogénicos

La alternativa de la alta presión para reducir el volumen que ocupa un gas es la licuación. Aquellos gases que no se licúan aplicando altas presiones, pueden ser licuados utilizando temperaturas criogénicas.

Los casos más comunes en que se utiliza esta alternativa son: el Oxígeno Líquido (LOX), el Nitrógeno Líquido (LIN), y el Argón Líquido (LAR).

Ya hemos mencionado que nuestra planta de gases es criogénica, creemos conveniente explicar brevemente el significado de esta palabra, para facilitar la comprensión de este tema.

Criogenia es la ciencia que estudia los procesos que ocurren a temperaturas inferiores a los - 100°C. Esta definición incluye a todos los gases con punto de ebullición bajo la temperatura anteriormente indicada, tales como: el Oxígeno, Nitrógeno y Argón, con puntos de ebullición de - 183°C, - 196°C, -186°C respectivamente, los cuales son los fluidos criogénicos de mayor volumen e importancia. También se puede mencionar el Hidrógeno, y el Helio, que poseen puntos de ebullición muy cercanos al cero absoluto, lo cual los hace gases líquidos muy especiales.

**Cuadro comparativo de temperaturas**

	KELVIN °K	CELSIUS °C	FARENHEIT °F
Ebullición Agua	373°	100°	212°
Cuerpo Humano	310°	37°	98.6°
Solidificación Agua	273°	0°	32°
0° Farenheit	252.2°	-17.8°	0°
Sublimación CO <sub>2</sub>	194.5°	-78.5°	-109.2°
Límite Zona Criogénica	173°	-100°	-148°
Ebullición Oxígeno	90°	-183°	-297.4°
Ebullición Argón	87°	-186°	-302.8°
Ebullición Nitrógeno	77°	-196°	-320.8°
Cero Absoluto	0°	-273°	-459.4°

**Gases producidos por INDURA**

INDURA utiliza en la producción de gases los procedimientos más adecuados para cada gas, los que aseguran un nivel de pureza garantizado y un abastecimiento expedito y económico.

**Oxígeno, Nitrógeno, Argón**

El proceso utilizado en nuestras plantas criogénicas de: Lirquén, Graneros, Santiago en Chile y Garín en Argentina; para producir Oxígeno, Nitrógeno y Argón en estado líquido, se denomina destilación fraccionada del aire.

Este proceso consiste en purificar el aire y luego enfriarlo, por compresión-descompresión, hasta -193°C, temperatura a la cual se licúa. El estado líquido permite separar cada uno de sus componentes por destilación. Este método asegura una eficiente obtención de gases de alta pureza.

**Oxido Nitroso**

Producido en nuestra moderna planta ubicada en Santiago, se obtiene por descomposición química del Nitrato de Amonio, el que se somete a temperaturas de aproximadamente 250°C en un reactor controlado. Posteriormente el gas pasa por varias etapas de filtrado que eliminan completamente las impurezas propias del proceso. La calidad de los equipos, más un control de calidad sistemático sobre las materias primas y el producto, aseguran un gas de alta calidad y pureza.

**Aire**

El aire producido por INDURA se obtiene por compresión de aire atmosférico en compresores

especiales para aire medicinal, libre de aceites y de impurezas. Este producto cumple las especificaciones correspondientes a las normas CGA Grado G.

También se puede producir aire artificialmente, a pedido, por mezcla de Oxígeno y Nitrógeno de alta pureza. Se puede preparar asimismo aire con diferentes porcentajes de CO<sub>2</sub> para uso médico.

**Acetileno**

El proceso utilizado por INDURA para la producción de este gas consistente en combinar Carburo de Calcio y agua, en un generador continuo especialmente diseñado para obtener el máximo de seguridad. De la reacción se desprende Acetileno a una presión inferior a 0.6 bar (8.7 psi).

**Hidrógeno**

El proceso utilizado en nuestras Plantas de Lirquén, Graneros y Garín, para producir Hidrógeno gaseoso consiste en separar el agua (H<sub>2</sub>O) en sus dos elementos constituyentes (Oxígeno e Hidrógeno) por medio de electrólisis, obteniéndose hidrógeno puro.

**Dióxido de Carbono (Anhídrido Carbónico) CO<sub>2</sub>**

El proceso utilizado en nuestra Planta en Santiago para producir Dióxido de Carbono, es a través de la combustión de gas natural. El gas obtenido es licuado y purificado por diferentes procesos hasta una pureza mínima de 99,9%.

**Otros Gases comercializados**

Además de los gases que produce, INDURA comercializa otros gases, como:

**Helio**

Es un gas importado por INDURA. Siendo un componente muy escaso del aire, su extracción desde la atmósfera no resulta comercial. Normalmente se obtiene de algunos yacimientos petrolíferos que lo contienen en altas concentraciones. El Helio comercializado por INDURA es de alta pureza (99,995% mínimo) y suministrado como gas comprimido en cilindros.

**Fluorocarbonos**

Importados por INDURA, son gases clorofluorados o mezclas de ellos, para uso principalmente en refrigeración, que se obtienen generalmente por la reacción de ácido fluorhídrico con clorocarbonos.

**Gas Esterilizante**

Es una mezcla especial de Oxido de Etileno con gases clorofluorocarbonados o Anhídrido Carbónico, para esterilización de equipos e instrumental médico o de la industria alimenticia.

**Azetil.**

Mezcla de Etileno Y Nitrógeno, usado para maduración de frutas, donde el Etileno es el agente activo, y el Nitrógeno el gas portador. El Etileno es un hidrocarburo.

**Comercialización**

Los gases se suministran generalmente como gases comprimidos y también como líquidos criogénicos (Oxígeno, Nitrógeno, Argón). En forma gaseosa, se usan regularmente cilindros de acero y en forma líquida, termos criogénicos o, en caso de alto consu-

**INDURMIG**

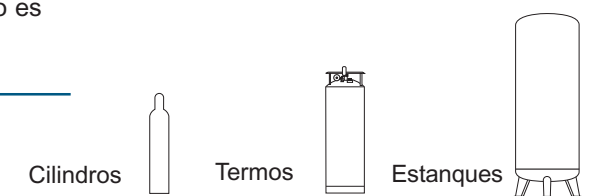
Mezclas especiales de gases para ser usadas como atmósfera protectora en soldadura MIG, TIG y Corte por Plasma con la cual se obtienen resultados de gran calidad. Este tipo de mezclas se prepara con distintas proporciones de Anhídrido Carbónico, Argón y Oxígeno, según el proceso de soldadura de que se trate.

**Gases de Alta Pureza**

Indura produce e importa Gases Especiales de alta pureza para aplicaciones de laboratorio e industriales. Solicite Manual de Gases Especiales.

**Mezcla de Gases**

INDURA cuenta con los equipos y la tecnología necesaria para producir mezclas de alta pureza y precisión. La pureza y concentración de los gases componentes puede ser Certificada mediante análisis cromatográfico. Estas mezclas se utilizan como patrones para calibración de instrumentos y equipos en áreas como minería, hospitales, petroquímica, celulosa, alimentos, medioambiente. Solicite Manual de Gases Especiales.



mo, estanques criogénicos estacionarios. La elección de alguno de estos sistemas de envasado y distribución depende del producto requerido y del volumen de consumo diario. Los valores que se indican a continuación sirven como referencia:

Sistema	Rango de Consumo Diario m <sup>3</sup>	Número Cilindros Equiv. (Oxígeno)
Cilindros	Hasta 36	1 - 4
Termos	45 a 90	5 - 10
Estanques	100 a 136	11 -

**Distribución y Abastecimiento**

Desde sus Plantas productoras de: Lirquén, Graneros, Santiago en Chile y Garín en Argentina, INDURA abastece sus Plantas de llenado para todas las empresas de la corporación, o directamente a estanques en los recintos hospitalarios e industriales. Para ello cuenta con un flota de camiones equipados con estanques criogénicos, que posibilitan el transporte de gases en estado líquido, en forma segura y económica. Una empresa u hospital de alto consumo de gas, puede, a partir de un estanque estacionario, tener un sistema interno de distribución de gases, cuyas ventajas se verán más adelante.

**Llenado de cilindros**

Los cilindros de acero de alta presión son la forma más frecuente de uso en el caso de consumos medianos o pequeños. Un cilindro de 50 litros de agua de capacidad volumétrica puede contener unos 10 m<sup>3</sup> de oxígeno, comprimido a una presión cercana a 200 bar (2901 psi). El contenido de los cilindros cargados con gas a alta presión, se controla cuidadosamente por temperatura y presión. En el caso del acetileno y de los gases comprimidos - licuados, la carga de los cilindros se controla por peso.

**Equipos para manejo, transporte y utilización de los gases**

Complementando su función productiva, INDURA proporciona todo tipo de equipos necesarios para el manejo, transporte, y aplicación de los gases.

Entre ellos se puede mencionar:

- Cilindros y múltiples (baterías de 2 ó más cilindros).
- Termos criogénicos, estanques estacionarios.
- Reguladores, manómetros, válvulas, conexiones, flujómetros.
- Redes centralizadas.
- Equipos médicos para utilización de gases.
- Equipos industriales para utilización de gases.
- Bombas de vacío, compresores, vaporizadores.

Sobre todos estos equipos se entrega mayor información en este Manual en las secciones pertinentes.

**CERTIFICACIONES DE CALIDAD**

Indura ha implementado un sistema de gestión integral SHEQ (Seguridad, Salud, Medioambiente y Calidad), mediante el cual incorpora las mejores prácticas y estándares internacionales a sus procesos, con el fin de asegurar su permanencia en el tiempo.

**Sistema de Calidad ISO 9001-2000**

Sistema de calidad para producción y distribución a granel de líquidos criogénicos (oxígeno, nitrógeno y argón) y CO<sub>2</sub> líquido grado alimenticio e industrial. Producción de CO<sub>2</sub> y nitrógeno gaseoso grado alimenticio en planta Cerrillos, Rancagua y Talca.

Producción de mezcla gaseosa de hidrógeno en nitrógeno y nitrógeno gaseoso para cliente Vidrios Lirquén S.A..

Fabricación de Oxido Nitroso - Llenado de gases especiales - Servicio de post venta.

**ISO 9001 Argentina:** Sistema de calidad para producción y distribución a granel de oxígeno, nitrógeno, argón en estado de líquidos criogénicos. Servicio de post venta.

**Sistema HACCP**

Análisis de riesgos y control de puntos críticos. Es un sistema de seguridad para la totalidad de la cadena productiva de la industria alimentaria. Examina cada paso de una operación en alimentos; identifica riesgos específicos, lleva a cabo medidas efectivas de control y procedimientos de supervisión, basado en las Buenas Prácticas de la Manufactura (GMP).

Es una herramienta de administración que se utiliza para proteger la cadena de abastecimiento alimenticio y el proceso de producción contra riesgos de contaminación química, física y microbiología, asegurando la inocuidad de los productos.

INDURA certificó la producción y distribución de CO<sub>2</sub> a granel grado alimenticio y la producción de cilindros de N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> grado alimenticio en Cerrillos, Rancagua y Talca.



**Identificación de colores y válvulas en Cilindros**

**Oxígeno Industrial (O<sub>2</sub>)**

Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Válvula: INDURA 14-5141	Válvula: G 21,8	Válvula: CGA 540	Válvula: CGA 540

**Oxígeno Medicinal (O<sub>2</sub>)**

Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Válvula: INDURA 14-5141	Válvula: G 21,8	Válvula: CGA 540	Válvula: CGA 540

**Nitrógeno (N<sub>2</sub>)**

Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Válvula: CGA 555	Válvula: G 5/8"	Válvula: CGA 555	Válvula: CGA 580

**Argón (Ar)**

Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Válvula: CGA 580	Válvula: G 5/8"	Válvula: CGA 580	Válvula: CGA 580

**Acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)**

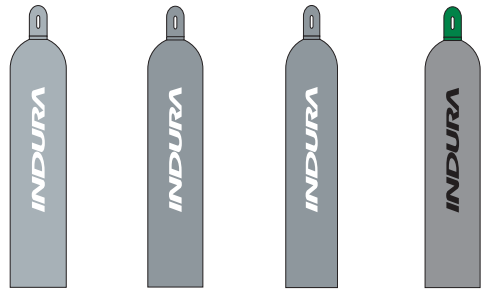
Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Válvula: INDURA 14-81-S	Válvula: G 3/4"	Válvula: CGA 510	Válvula: CGA 510

**Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)**

Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Válvula: CGA 326	Válvula: G 3/8"	Válvula: CGA 326	Válvula: CGA 326

**Dióxido de Carbono / Gas Carbónico**

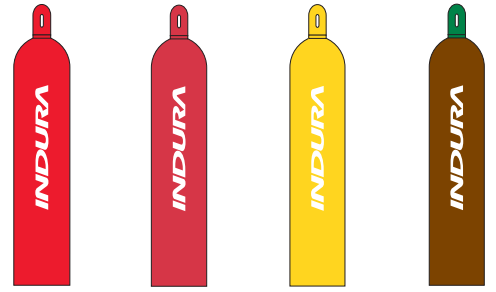
Chile Argentina Perú Ecuador



Válvula: CGA 320 Válvula: G 21,8 Válvula: CGA 350 Válvula: CGA 320

**Hidrógeno (H<sub>2</sub>)**

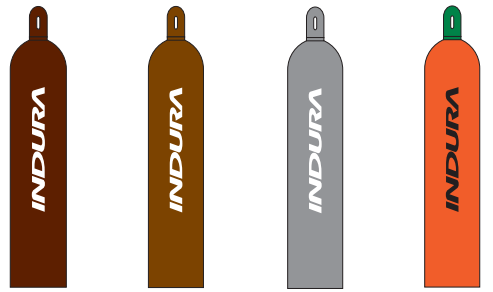
Chile Argentina Perú Ecuador



Válvula: CGA 350 Válvula: G 5/8" Válvula: CGA 350 Válvula: CGA 350

**Helio (He)**

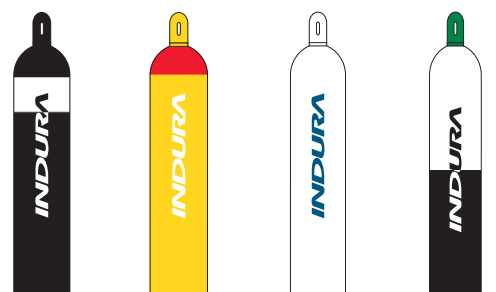
Chile Argentina Perú Ecuador



Válvula: CGA 580 Válvula: G 3/8" Válvula: CGA 580 Válvula: CGA 580

**Aire Comprimido y Aire Sintético**

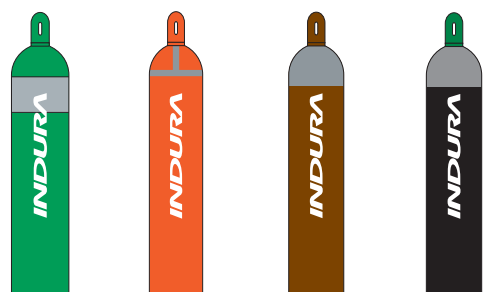
Chile Argentina Perú Ecuador



Válvula: CGA 590 Válvula: G 3/4"-G 5/8" Válvula: CGA 580 Válvula: CGA 540

**Indurmig 20**

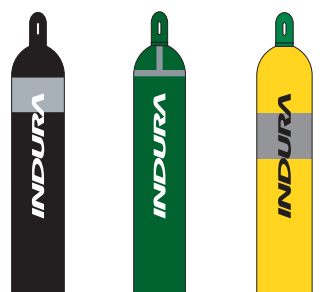
Chile Argentina Perú Ecuador



Válvula: CGA 580 Válvula: G 5/8" Válvula: CGA 580 Válvula: CGA 580

**Indural**

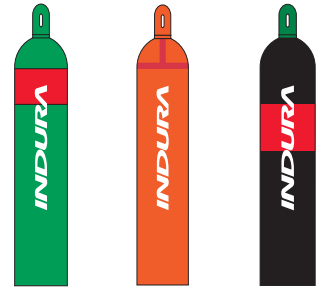
Chile Perú Ecuador



Válvula: CGA 555 Válvula: Rosca Variable Válvula: CGA 580

**Indurtig**

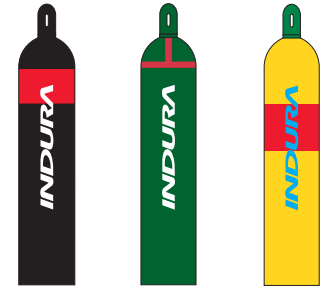
Chile Argentina Ecuador



Válvula: CGA 350/580 Válvula: G 5/8" Válvula: CGA 580

**Formingas**

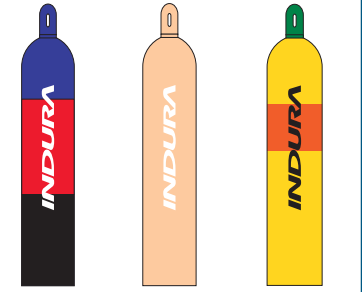
Chile Argentina Ecuador



Válvula: CGA 350 Válvula: G 5/8" Válvula: CGA 555

**Monóxido de Carbono**

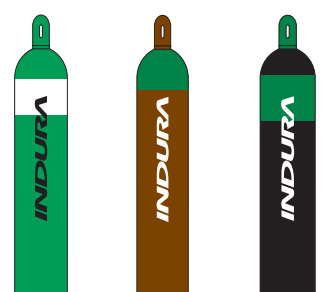
Chile Argentina Ecuador



Válvula: CGA 350 Válvula: G 5/8" Válvula: CGA 350

**Indurmig 0-2**

Chile Perú Ecuador



Válvula: CGA 580 Válvula: CGA 580 Válvula: CGA 580

**Etileno**

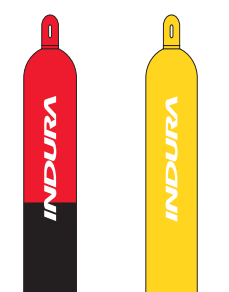
Chile Argentina



Válvula: CGA 450 Válvula: G 5/8"

**Metano**

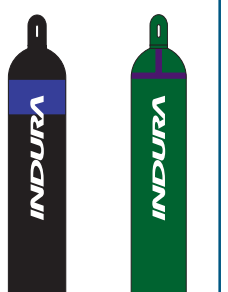
Chile Argentina



Válvula: CGA 350 Válvula: G 5/8"

**Azetil**

Chile Argentina



Válvula: CGA 555 Válvula: G 5/8"

**Gas Esterilizante**

Chile



Válvula: CGA 510

**Fluorocarbonos**

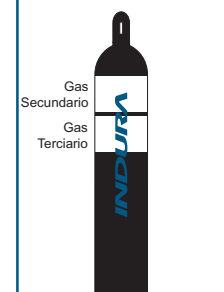
Chile



Válvula: CGA 555

**Mezclas Especiales**

Chile - Argentina - Ecuador

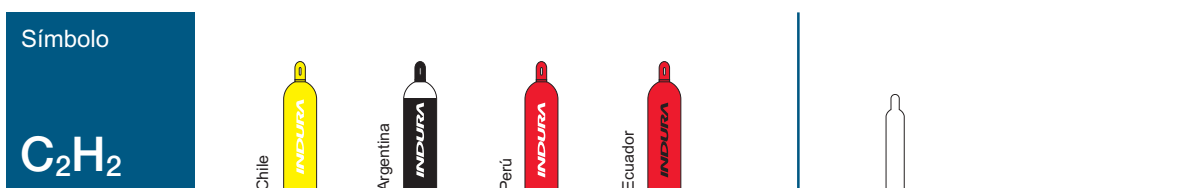


Gas Predominante

## Acetileno

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



### Descripción

El Acetileno es un gas compuesto por Carbono e Hidrógeno (12/1 aprox. en peso). En condiciones normales (15°C, 1 atm.) es un gas un poco más liviano que el aire, incoloro. El Acetileno 100% puro es inodoro, pero el gas de uso comercial tiene un olor característico, semejante al del ajo. No es un gas tóxico ni corrosivo. Es muy inflamable. Arde en el aire con llama luminosa, humeante y de alta temperatura. Los límites inferior y superior de inflamabilidad son 2,8 y 93% en volumen de Acetileno en Aire respectivamente. (Ver página 62).

El Acetileno puro sometido a presión es inestable, se descompone con inflamación dentro de un amplio rango de presión y temperatura. Por esto, en el cilindro se entrega diluido en un solvente, que generalmente es acetona, impregnado en un material poroso contenido en el cilindro, que almacena el Acetileno en miles de pequeñas cavidades independientes. En esta forma, el Acetileno no es explosivo.

### Uso industrial

Como agente calorífico es un combustible de alto rendimiento, utilizado profusamente en las aplicaciones oxigás. Las temperaturas alcanzadas varían según relación Acetileno-Oxígeno, pudiendo llegar a más de 3.000°C, con Oxígeno puro.

En la industria química, por su gran reactividad, es utilizado en síntesis de muchos productos orgánicos.

### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Por su amplio rango de inflamabilidad, el Acetileno es un gas que debe ser tratado con especial cuidado. Por esta razón, en las etapas de producción, transporte y manipulación, debe evitarse que el gas se encuentre en forma libre, a una presión manométrica superior a 1 bar (14,5 psi). La presión de trabajo máxima recomendada por la norma CGA es 1 bar (14,5 psi).
- Los cilindros de Acetileno deben siempre ser transportados en posición vertical, con su tapagorro y almacenados en la misma forma para evitar que al abrirse la válvula pueda derramarse acetona.
- Utilizar el cilindro, sólo hasta que la presión interna indique 2 bar (29 psi) para así evitar la contaminación del cilindro.
- Operar las válvulas con suavidad para evitar calentamientos localizados.
- Los lugares en que se trabaja con Acetileno deben ser ventilados adecuadamente.
- Los cilindros deben almacenarse a prudente distancia de los de Oxígeno (5 m). Es altamente recomendable un muro cortafuego entre los lugares de almacenamiento de ambos gases.
- Si un cilindro se calienta internamente (detectable por descascaramiento de la pintura), habrá que evacuar el área y mojar con agua hasta que se enfríe (el agua deja de vaporizarse), esperar dos horas y volver a mojar.

### Materiales

El Acetileno no es corrosivo, de manera que es compatible con los metales de uso común, **excepto Cobre, Plata y Mercurio**, los que forman acetiluros que son susceptibles de descomponerse en forma violenta. Se debe **evitar el uso de Bronces que contengan más de 66% de Cobre**, las soldaduras que contengan Cobre o Plata, y los manómetros de Mercurio.

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular (0°C, 1 atm.)	26,038	g/mol	Pto. de sublimación (1 atm.)	-83,8	°C
Densidad del sólido (1 atm.)	729	kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	62,5	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,11	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-36,0	°C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,1747	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad específica	28,0134	g/mol

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Especificación DOT	Contenido nominal* kg.	Tara nominal* kg.	Volumen físico l	Carga de Acetona kg.	Presión nominal a 15°C barr	psig
<b>CHILE:</b>						
8/8AL	11	78,5	61	20,6	16,9	245
8/8AL	9,7	62,0	54	17,9	16,9	245
8/8AL	7,5	47,5	41,5	13,8	16,9	245
8/8AL	4,3	32,3	24	7,9	16,9	245
<b>ARGENTINA:</b>						
8/8AL	11	78,5	61	20,6	16,9	245
8/8AL	9,7	62,0	54	17,9	16,9	245
8/8AL	7,5	47,5	41,5	13,8	16,9	245
8/8AL	4,3	32,3	24	7,9	16,9	245
<b>PERU:</b>						
8/8AL	11	78,5	61	20,6	16,9	245
8/8AL	9,7	62,0	54	17,9	16,9	245
8/8AL	7,5	47,5	41,5	13,8	16,9	245
8/8AL	4,3	32,3	24	7,9	16,9	245
<b>ECUADOR:</b>						
8/8AL	11	78,5	61	20,6	16,9	245
8/8AL	9,7	62,0	54	17,9	16,9	245
8/8AL	7,5	47,5	41,5	13,8	16,9	245
8/8AL	4,3	32,3	24	7,9	16,9	245

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

\* **NOTA:** La tara real del cilindro está estampada en su hombro y esta incluye al solvente que estabiliza al gas en su interior (acetona). Una vez cargado el cilindro con el gas, éste se pesa para determinar el contenido exacto de Acetileno, según el cual se factura al cliente.

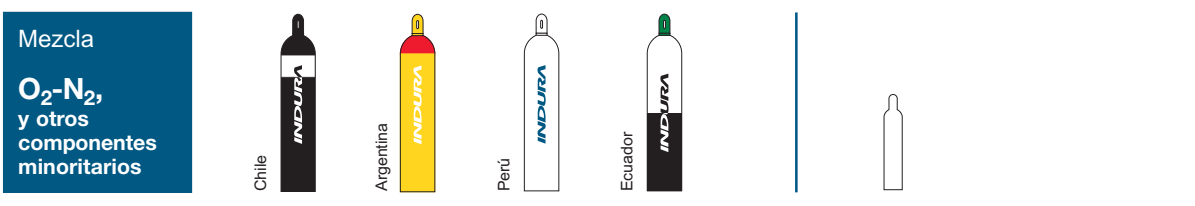
### Factores de Conversión

C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Peso		Volumen gas	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,9009	32,421
1 lb.	0,4536	1	0,4086	14,7
1 m <sup>3</sup>	1,11	2,4471	1	36,04
1 scf	0,0308	0,068	0,02775	1

## Aire Comprimido

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



Mezcla

O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>,  
y otros  
componentes  
minoritarios

### Descripción

El aire que conforma la atmósfera terrestre, es una mezcla de gases transparentes que no tienen olor ni sabor. La composición de la mezcla es relativamente constante. El aire no es inflamable ni corrosivo. El aire líquido es transparente con un leve matiz azulado y con un tinte lechoso cuando contiene CO<sub>2</sub>.

Un análisis típico de aire seco, a nivel del mar, entrega los siguientes valores:

Componente	% en vol.
Nitrógeno	78,09
Oxígeno	20,94
Argón	0,93
Dióxido de Carbono	0,033
Neón	0,001818
Helio	0,0005239
Kriptón	0,0001139
Hidrógeno	0,00005
Xenón	0,0000086
Radón	6 x 10 <sup>-18</sup>

En general las propiedades químicas del aire (oxidantes, comburentes) corresponden a las del Oxígeno, su componente más activo (Ver página 26).

### Uso médico

El aire comprimido se utiliza en conjunto con tratamientos de alta humedad que usan atomizadores, en tratamientos pediátricos, y en general en todo tipo de terapias respiratorias en que esté contra-indicado el aumento en el contenido de Oxígeno atmosférico.

### Uso industrial

En este campo, el aire comprimido es utilizado fundamentalmente como:

- Fuente de presión para equipos neumáticos.
- Reserva respiratoria para bomberos y personal industrial.
- Con especificaciones especiales de pureza, en los campos de energía atómica, aero-espacial y exploración submarina.

### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca utilizar aire a alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores y otros equipos relacionados. (Ver tema Equipos).
- El aire es comburente, luego las mezclas con gases combustibles son inflamables o explosivos.

### Materiales

El aire seco no es corrosivo y puede ser empleado con todos los metales comúnmente usados. Si hay humedad presente, ésta hidrata los óxidos metálicos, aumentando su volumen y haciéndoles perder su capacidad protectora (ej.: óxido de hierro).

La condensación de trazas de humedad en las paredes frías crea condiciones de conductividad en la superficie del metal, favoreciendo el inicio de corrosión galvánico. Los metales oxidables deben protegerse entonces con una película de algún material protector si se trabaja con aire húmedo.

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular	28,959	g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	-194,35	°C
Densidad del líquido (1 atm.)	876,2	kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	37,7	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,226	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-140,7	°C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,2928	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad esp. (0°C, 1 atm.)	1,0	

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido		Presión de llenado a 15°C	
		Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	barr	psig
<b>CHILE:</b>					
200/50	200/300	9,0	11,0	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	8,5	10,4	171,0	2.480
139/44	3AA 2015	6,5	8,0	147,5	2.140
124/44	3AA 1800	6,0	6,7	124,5	1.805
<b>ARGENTINA:</b>					
200/50	200/300	9,0	11,0	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	8,5	10,4	171,0	2.480
139/44	3AA 2015	6,5	8,0	147,5	2.140
124/44	3AA 1800	6,0	6,7	124,5	1.805
<b>PERU:</b>					
200/50	200/300	9,0	11,0	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	8,5	10,4	171,0	2.480
139/44	3AA 2015	6,5	8,0	147,5	2.140
124/44	3AA 1800	6,0	6,7	124,5	1.805
<b>ECUADOR:</b>					
200/50	200/300	9,0	11,0	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	8,5	10,4	171,0	2.480
139/44	3AA 2015	6,5	8,0	147,5	2.140
124/44	3AA 1800	6,0	6,7	124,5	1.805

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

### Factores de Conversión

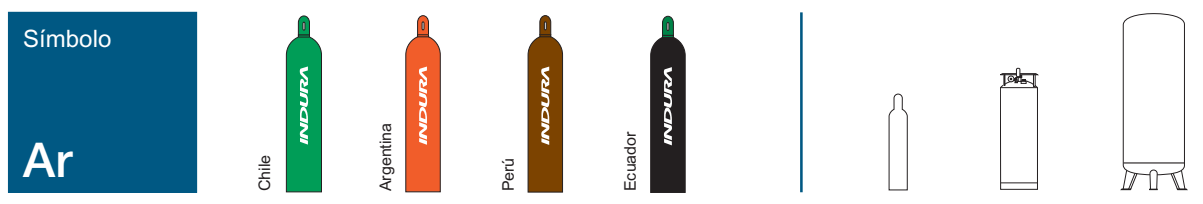
Aire	Peso		Volumen	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,8157	29,42
1 lb.	0,4536	1	0,3700	13,3458
1 m <sup>3</sup>	1,226	2,7029	1	36,07
1 scf	0,0340	0,07493	0,02772	1



# Argón

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



## Descripción

El Argón es el más abundante de los gases raros del aire (0,9% en vol.). Es incoloro, inodoro y sin sabor. Es un gas no tóxico, no inflamable, un 30% más pesado que el aire. Es extremadamente inerte, caracterizado por una perfecta estabilidad física y química, a cualquier temperatura y presión. Excelente conductor de electricidad. A presión atmosférica y temperatura inferior a -186°C es un líquido incoloro, más pesado que el agua.

## Uso industrial

Siendo su inercia, aún a elevadas temperaturas, su característica más apreciada, el Argón se utiliza principalmente en:

- Soldadura en atmósfera de gas neutro (procesos MIG, TIG, plasma).
- Metalurgia y siderurgia, para tratamientos térmicos en atmósfera protectora, desgasificación y desulfuración, etc.
- En electricidad y electrónica, para relleno de ampolletas, tubos fluorescentes, tubos de radio, etc., en los que previene la oxidación de los filamentos incandescentes.

## Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca utilizar Argón bajo alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc. (Ver tema Equipos).
- Con Argón líquido, observar las precauciones habituales para fluidos criogénicos, debido a sus bajas temperaturas.

## Materiales

El Argón no es corrosivo y puede ser utilizado con todos los metales de uso común a temperaturas normales.

Con Argón líquido (LAR), se pueden utilizar los siguientes metales:

- Aceros al Níquel (9% Ni)
- Aceros inoxidables
- Cobre
- Latón
- Bronce al Silicio

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular	39,948	g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	- 185,86	°C
Densidad del líquido (1 atm.)	1,3928	kg/l	Presión crítica	48,98	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,691	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-122,3	°C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,7836	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad Específica (0°C 1 atm.)*	1,38	kg/m <sup>3</sup>

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	Presión de llenado a 15°C	
				barr	psig
<b>CHILE:</b>					
207/52,5	E9001/E9370	11,0	18,6	198,0	2.870
200/50	200/300	10,0	16,9	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	9,0	15,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,5	11,0	140,0	2.030
124/44	3AA 1800	6,0	10,1	129,0	1.870
<b>ARGENTINA:</b>					
207/52,5	E9001/E9370	11,0	18,6	198,0	2.870
200/50	200/300	10,0	16,9	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	9,0	15,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,5	11,0	140,0	2.030
124/44	3AA 1800	6,0	10,1	129,0	1.870
<b>PERU:</b>					
207/52,5	E9001/E9370	11,0	18,6	198,0	2.870
200/50	200/300	10,0	16,9	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	9,0	15,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,5	11,0	140,0	2.030
124/44	3AA 1800	6,0	10,1	129,0	1.870
<b>ECUADOR:</b>					
207/52,5	E9001/E9370	11,0	18,6	198,0	2.870
200/50	200/300	10,0	16,9	200,0	2.900 ± 50
166/50	3AA 2400	9,0	15,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,5	11,0	140,0	2.030
124/44	3AA 1800	6,0	10,1	129,0	1.870

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

### TERMOS PORTATILES Especificación DOT 4-L200

Tamaño	m <sup>3</sup>	Contenido kg.	I	Peso vacío aprox.	Dimens. aprox. alto	Dimens. aprox. diámetro	Evaporación diaria	Rendimiento flujo cont.
196	126	213,1	161,5	116 kg.	1,61 m	0,51 m	1,3%	10 m <sup>3</sup> /hr

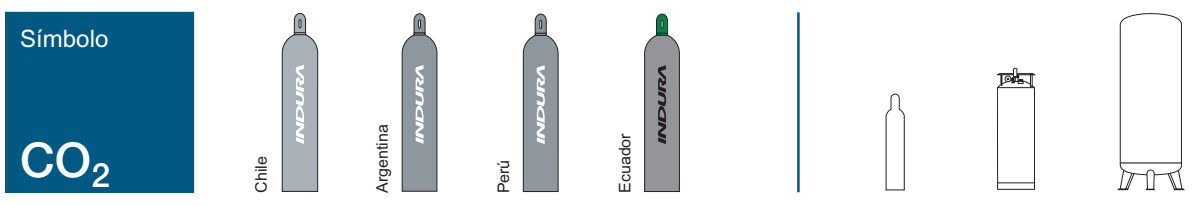
### Factores de Conversión

Ar	Peso		Gas		Líquido	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)	I (1 atm.)	gas (1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,5914	21,321	0,718	0,1897
1 lb.	0,4536	1	0,2682	9,6712	0,3257	0,08603
1 m <sup>3</sup>	1,691	3,728	1	36,06	1,2141	0,3207
1 scf	0,0469	0,1034	0,02773	1	0,03367	0,008896
1 l	1.3928	3,0706	0,8237	29,696	1	0,2642
1 gal	5,2723	11,623	3,1179	112,41	3,7854	1

## Dióxido de Carbono

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



### Descripción

El Dióxido de Carbono, en condiciones normales, es un gas incoloro e inodoro, con sabor ligeramente picante, existente en la atmósfera en baja concentración, entre 0,03 y 0,06% en volumen.

Su punto triple (donde coexisten los estados sólido, líquido y gas) se produce a  $-56,57^{\circ}\text{C}$  y 5,185 bara (75,2 psia). Bajo esa presión el  $\text{CO}_2$  sublima, es decir pasa directamente de sólido a gas sin pasar por la fase líquida, que es lo que sucede a presión normal (1 atm.) y a  $-78,5^{\circ}\text{C}$ . El Dióxido de Carbono sólido es comúnmente conocido como «hielo seco».

A presiones mayores de 5,185 bara (4,172 barr) y temperaturas menores de  $31,06^{\circ}\text{C}$  (punto crítico), el Dióxido de Carbono se presenta en forma líquida y gaseosa simultáneamente, fases que coexisten en equilibrio en un contenedor cerrado.

### Uso industrial

El  $\text{CO}_2$  se utiliza profusamente en la creación de atmósferas protectoras para Soldaduras al arco y MIG. En las fundiciones se utiliza como agente endurecedor de moldes de arena.

En la industria de alimentos tiene importantes aplicaciones:

- Carbonatación de bebidas, aguas minerales, etc.
- Protección de vinos, cervezas y jugos de frutas contra la oxidación por contacto con aire.
- Anestésico antes de la matanza de animales.
- En congelación.

También se usa  $\text{CO}_2$  en extinguidores de incendio.

**Uso médico** (Ver página 68)

### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca manejar Dióxido de Carbono a alta presión sin saber manipular correctamente los cilindros, válvulas, reguladores, etc. (Ver tema Equipos).
- No debe permitirse que los cilindros de  $\text{CO}_2$  alcancen una temperatura mayor de  $55^{\circ}\text{C}$  en el lugar de almacenamiento. No dejar al sol.

- Debe usarse un regulador especial que puede ser del tipo calefaccionado eléctricamente, para evitar la solidificación del  $\text{CO}_2$  al expandirse el gas cuando el consumo es alto.
- El  $\text{CO}_2$  es más pesado que el aire, (53%) por lo que puede acumularse en áreas bajas o cerradas. Deben observarse precauciones de ventilación adecuada en lugares en que se use o almacene, puesto que desplaza el Aire y actúa sobre los centros respiratorios.
- En los cilindros equipados con sifón el  $\text{CO}_2$  sale líquido. Con excepción de los extintores de incendio, estos cilindros deben identificarse con la palabra "SIFON", y con ellos no se debe usar regulador de presión.

### Materiales

El Dióxido de Carbono forma Acido Carbónico en presencia de humedad. Por este motivo las instalaciones que van a usarse con  $\text{CO}_2$  deben someterse al siguiente procedimiento de secado:

- Calentamiento a  $120^{\circ}\text{C}$  por a lo menos 30 minutos.
- Aplicación de vacío ( $P < 10^{-2}$  mm Hg.). El vacío es preferible al barrido con gas seco.

El  $\text{CO}_2$  seco es compatible con todos los metales y aleaciones de uso común. El  $\text{CO}_2$  húmedo es corrosivo y debe usarse con Acero Inoxidable tipo 316, 309 o 310, Hastelloy® A, B o C, o Monel®.

### Grado Alimento.

Gas certificado bajo la norma ISO 9002 y Sistema HACCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos).

Producto fabricado de acuerdo a las necesidades y a las exigencias, cada vez mayores, del Mercado Alimenticio.

### Ventajas:

- Gas libre de contaminación física, química y microbiológica.
- Gas de alta pureza
- Producto con estándares de calidad internacional.

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular	44,01	g/mol	Pto. de sublimación (1 atm.)	-78,5	$^{\circ}\text{C}$
Densidad del sólido (1 atm.)	1562	kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	73,825	bar
Densidad del gas ( $15^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.)	1,87	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	31,06	$^{\circ}\text{C}$
Densidad del gas ( $0^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.)	1,977	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad esp. ( $0^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.)	1,529	

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido Volumen m <sup>3</sup> ( $15^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.)	Peso kg.	Presión de llenado a $15^{\circ}\text{C}$	
				barr	psig
<b>CHILE:</b>					
166/50	3AA 2400	18,7	35	49,9	724
147/47	3AA 2133	17,1	32	49,9	724
139/44	3AA 2015	15,5	29	49,9	724
139/44	3AA 1800	15,5	29	49,9	724
<b>ARGENTINA:</b>					
166/50	3AA 2400	18,7	35	49,9	724
147/47	3AA 2133	17,1	32	49,9	724
139/44	3AA 2015	15,5	29	49,9	724
139/44	3AA 1800	15,5	29	49,9	724
<b>PERU:</b>					
166/50	3AA 2400	18,7	35	49,9	724
147/47	3AA 2133	17,1	32	49,9	724
139/44	3AA 2015	15,5	29	49,9	724
139/44	3AA 1800	15,5	29	49,9	724
<b>ECUADOR:</b>					
166/50	3AA 2400	18,7	35	49,9	724
147/47	3AA 2133	17,1	32	49,9	724
139/44	3AA 2015	15,5	29	49,9	724
139/44	3AA 1800	15,5	29	49,9	724

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

### TERMOS PORTATILES Especificación DOT 4-L200

Tamaño	m <sup>3</sup>	Contenido kg.	Peso vacío aprox.	Dimens. aprox. alto	diámetro	Evaporación diaria
196	94	178	113 kg.	1,52 m	0,51 m	1,5%

### Factores de Conversión

$\text{CO}_2$	Peso		Volumen gas	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> ( $15^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.)	scf ( $70^{\circ}\text{F}$ , 1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,5348	19,27
1 lb.	0,4536	1	0,2426	8,741
1 m <sup>3</sup>	1,87	4,123	1	36,04
1 scf	0,0519	0,1144	0,0277	1

## Helio

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro

Símbolo	Color de Identificación Cilindro				Forma de suministro	
He	Chile	Argentina	Perú	Ecuador		

### Descripción

El Helio en condiciones normales es un gas sin color, olor ni sabor. Está presente en la atmósfera en muy baja concentración (5 ppm.). Es un gas aproximadamente 7 veces más liviano que el aire. Es químicamente inerte, no inflamable y es el menos soluble en líquidos de todos los gases.

El Helio se licúa a temperaturas extremadamente bajas (-268,9°C) y para solidificarlo debe ser enfriado a una temperatura cercana al cero absoluto (-271,4°C), punto en que además le debe ser aplicada una presión de 30 bar, siendo la única sustancia que permanece fluida a tan bajas temperaturas, por lo que es de gran importancia en investigación científica.

### Uso médico

- Se usa Helio, asociado con Oxígeno o aire, para crear atmósferas respirables en inmersión submarina, y en ciertas enfermedades de vías respiratorias.

### Uso industrial

- Se utiliza como atmósfera inerte de protección en soldadura (MIG, TIG, Plasma), tratamientos térmicos y en producción de metales (Titanio, Zirconio). Por su baja densidad y no inflamabilidad, es usado para inflar globos publicitarios, de meteorología, de diversión y otros.
- Por su capacidad de mantenerse fluido a bajas temperaturas, y su elevada conductividad térmica, es utilizado en criogenia, en aplicaciones especiales de refrigeración y en enfriamiento de equipos industriales.
- Se utiliza también en detección de fugas.

### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca utilizar Helio a alta presión sin conocer el uso correcto de cilindros, válvulas, reguladores, etc. (Ver tema Equipos).
- El Helio no es tóxico, por lo que sólo representa peligro por desplazamiento del Aire.

### Materiales

Por su inercia química, cualquier material puede ser usado con Helio, si satisface las condiciones de presión y temperatura requeridas.

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular	4,0026	g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	-268,926	°C
Densidad del líquido (1 atm.)	0,12496	kg/l	Presión crítica	2,275	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	0,169	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-267,95	°C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	0,1785	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad esp. (0°C, 1 atm.)	0,138	

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido		Presión de llenado a 15°C	
		Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	barr	psig
<b>CHILE:</b>					
207/52,5	E 9001	9,6	1,62	202,5	2935
166/50	3AA 2400	8,0	1,35	178,0	2585
139/44	3AA 2015	6,0	1,01	149,5	2170
<b>ARGENTINA:</b>					
207/52,5	E 9001	9,6	1,62	202,5	2935
166/50	3AA 2400	8,0	1,35	178,0	2585
139/44	3AA 2015	6,0	1,01	149,5	2170
<b>PERU:</b>					
207/52,5	E 9001	9,6	1,62	202,5	2935
166/50	3AA 2400	8,0	1,35	178,0	2585
139/44	3AA 2015	6,0	1,01	149,5	2170
<b>ECUADOR:</b>					
207/52,5	E 9001	9,6	1,62	202,5	2935
166/50	3AA 2400	8,0	1,35	178,0	2585
139/44	3AA 2015	6,0	1,01	149,5	2170

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

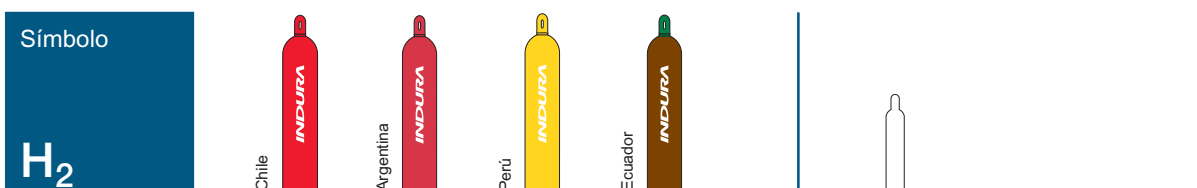
### Factores de Conversión

He	Peso		Gas		Líquido	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)	l (1 atm.)	gas (1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	5,9172	213,213	8,0026	2,114
1 lb.	0,4536	1	2,684	96,712	3,6299	0,9589
1 m <sup>3</sup>	0,169	0,3726	1	36,033	1,3524	0,3573
1 scf	0,0047	0,0103	0,0278	1	0,0375	0,0099
1 l	0,1250	0,2755	0,7394	26,64	1	0,2642
1 gal	0,473	1,0428	2,799	100,86	3,7854	1

## Hidrógeno

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



### Descripción

El Hidrógeno es el gas más liviano conocido (14 veces más liviano que el aire). A presión y temperatura normales, es un gas incoloro, inodoro e insípido. Está presente en el aire atmosférico en trazas (0,005% en vol.). Es un gas muy inflamable, arde en el aire con una llama casi invisible de matiz azul pálido. Cuando es enfriado a su punto de ebullición de  $-252,8^{\circ}\text{C}$ , el Hidrógeno se vuelve un líquido transparente 14 veces más liviano que el agua.

Por sus propiedades químicas, el Hidrógeno es un agente reductor muy potente, que tiene gran afinidad para el Oxígeno y todos los oxidantes.

### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- El Hidrógeno es un gas inflamable. Nunca usar Hidrógeno bajo presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc. (Ver tema equipos).
- El Hidrógeno debe ser tratado con el mismo cuidado que todos los gases inflamables, evitando el calentamiento de los cilindros o la cercanía a fuentes de ignición.
- Las válvulas de los cilindros **deben abrirse lentamente**. Lo mismo debe hacerse al manipular el regulador. **No abrir la válvula sin regulador**.
- No almacenar Hidrógeno al sol directo. No almacenar cilindros de Hidrógeno junto a cilindros de Oxígeno, ya que la mezcla de ambos gases es explosiva.

**NOTA:** los cilindros que han sido cargados con Hidrógeno no deben ser utilizados con otro gas, y de ninguna manera con Oxígeno, Oxido Nitroso o Aire.

### Uso industrial

- El Hidrógeno es utilizado, por sus propiedades reductoras, en combustión, y como componente de atmósferas reductoras en la industria metalúrgica, industrial química y en la industria alimenticia.

### Materiales

El Hidrógeno no es corrosivo y puede ser usado por lo tanto con todos los metales comunes no reactivos, a temperatura ambiente y a bajas presiones. Sin embargo a altas presiones y temperaturas (sobre  $230^{\circ}\text{C}$ ) el Hidrógeno convierte en frágiles algunos aceros que normalmente son dúctiles, por lo que en estos casos se recomienda:

- Escoger aceros con elevada resistencia al impacto.
- Trabajar con tensiones a un 80% del límite elástico.
- Evitar diseños que impliquen zonas de concentración de tensiones.
- Desechar contenedores que muestren grietas o indentaciones en la superficie interior.
- El aluminio y sus aleaciones funcionan bien con el  $\text{H}_2$ . También el cobre y sus aleaciones son apropiados a temperaturas menores de  $400^{\circ}\text{C}$ .

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular	2,016	g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	-252,766	$^{\circ}\text{C}$
Densidad del líquido (1 atm.)	70,973	kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	12,98	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	0,0853	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-239,91	$^{\circ}\text{C}$
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	0,0899	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad esp. (0°C, 1 atm.)	0,0695	

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido		Presión de llenado a 15°C	
		Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	barr	psig
<b>CHILE:</b>					
165/50	3AA 2400	7,0	0,60	154,5	2.240
139/44	3AA 2015	5,5	0,47	136,0	1.975
124/44	3AA 1800	5,0	0,43	122,5	1.775
<b>ARGENTINA:</b>					
165/50	3AA 2400	7,0	0,60	154,5	2.240
139/44	3AA 2015	5,5	0,47	136,0	1.975
124/44	3AA 1800	5,0	0,43	122,5	1.775
<b>PERU:</b>					
165/50	3AA 2400	7,0	0,60	154,5	2.240
139/44	3AA 2015	5,5	0,47	136,0	1.975
124/44	3AA 1800	5,0	0,43	122,5	1.775
<b>ECUADOR:</b>					
165/50	3AA 2400	7,0	0,60	154,5	2.240
139/44	3AA 2015	5,5	0,47	136,0	1.975
124/44	3AA 1800	5,0	0,43	122,5	1.775

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

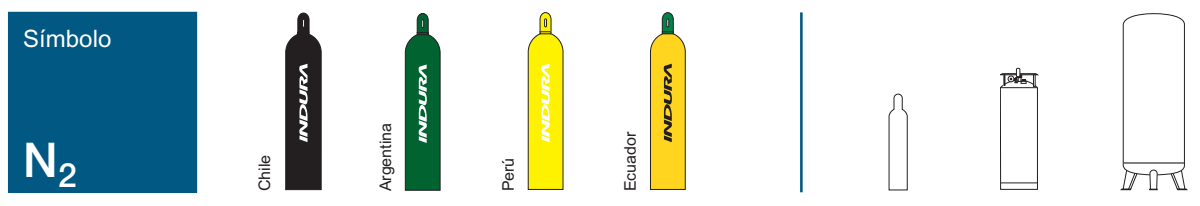
### Factores de Conversión

$\text{H}_2$	Peso		Volumen	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)
1 kg.	1	0,4536	11,718	423,23
1 lb.	2,2046	1	5,315	191,98
1 m <sup>3</sup>	0,08534	0,1881	1	36,12
1 scf	0,002363	0,005209	0,02769	1

## Nitrógeno

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



## Descripción

El Nitrógeno es el mayor componente de nuestra atmósfera (78,03% en volumen, 75,5% en peso). Es un gas incoloro, inodoro y sin sabor, no tóxico y casi totalmente inerte. A presión atmosférica y temperatura inferior a  $-196^{\circ}\text{C}$ , es un líquido incoloro, un poco más liviano que el agua.

Es un gas no inflamable y sin propiedades comburentes. Se combina sólo con algunos de los metales más activos, como Litio y Magnesio, formando nitruros, y a temperaturas muy altas puede combinarse con Hidrógeno, Oxígeno y otros elementos. Por su escasa actividad química, es usado como protección inerte contra contaminación atmosférica en muchas aplicaciones en que no se presentan altas temperaturas.

## Uso industrial

Por su gran inercia química con respecto a la mayoría de los elementos, y la simpleza y seguridad de operación que lo caracterizan, el Nitrógeno tiene valiosas aplicaciones en diversos campos industriales.

- Como atmósfera inerte protectora o aislante.
- Como gas inerte para remoción de gases disueltos en líquidos (desgasificación) y para agitación de líquidos.
- Como agente de limpieza y secado, en química y petroquímica.
- En forma líquida, es utilizado para enfriamiento y congelación criogénica.

## Uso médico

El Nitrógeno es usado en medicina principalmente en estado líquido, en donde se aprovecha su baja temperatura e inercia química para congelación, preservación y control de cultivos, tejidos, etc. Es empleado también en cirugía (equipos de criocirugía).

## Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca utilizar Nitrógeno bajo presión sin saber manejar correctamente cilindros o reguladores. (Ver tema Equipos).
- El principal peligro del Nitrógeno es el de causar asfixia por desplazamiento del Oxígeno del aire en espacios confinados.
- En el caso de Nitrógeno Líquido, LIN, deben observarse todas las precauciones referentes a fluidos criogénicos.

## Materiales

El Nitrógeno no es corrosivo y puede ser usado satisfactoriamente con todos los metales comunes a temperaturas normales. A temperaturas criogénicas se pueden utilizar los siguiente materiales:

- Acero al Níquel (9% Ni).
- Aceros Inoxidables.
- Cobre.
- Latón.
- Bronce al Silicio.

## Grado Alimento.

Gas certificado bajo la norma ISO 9002 y Sistema HACCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos).

Producto fabricado de acuerdo a las necesidades y a las exigencias, cada vez mayores, del Mercado Alimenticio.

## Ventajas:

- Gas libre de contaminación física, química y microbiológica.
- Gas de alta pureza
- Producto con estándares de calidad internacional.

## FICHA TECNICA

## Propiedades Físicas

Gravedad Específica (0°C, 1 atm.)	0,967	Punto de ebullición (1 atm.)	-195,803	°C	
Densidad del líquido (1 atm.)	0,8086	kg/	Presión crítica	33,999	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,185	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-146,95	°C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,25053	kg/m <sup>3</sup>	Peso molecular	28,0134	g/mol
Calor latente de vaporización	47,459	kcal/kg.			

## Pureza Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

## Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	Presión de llenado a 15°C	
				barr	psig
<b>CHILE:</b>					
200/50	200/300	9,0	10,7	200,0	2.900 ± 50
165/50	3AA 2400	8,5	10,1	177,5	2.575
139/44	3AA 2015	6,0	7,1	139,5	2.025
124/44	3AA 1800	5,5	6,5	127,0	1.840
<b>ARGENTINA:</b>					
200/50	200/300	9,0	10,7	200,0	2.900 ± 50
165/50	3AA 2400	8,5	10,1	177,5	2.575
139/44	3AA 2015	6,0	7,1	139,5	2.025
124/44	3AA 1800	5,5	6,5	127,0	1.840
<b>PERU:</b>					
200/50	200/300	9,0	10,7	200,0	2.900 ± 50
165/50	3AA 2400	8,5	10,1	177,5	2.575
139/44	3AA 2015	6,0	7,1	139,5	2.025
124/44	3AA 1800	5,5	6,5	127,0	1.840
<b>ECUADOR:</b>					
200/50	200/300	9,0	10,7	200,0	2.900 ± 50
165/50	3AA 2400	8,5	10,1	177,5	2.575
139/44	3AA 2015	6,0	7,1	139,5	2.025
124/44	3AA 1800	5,5	6,5	127,0	1.840

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

## TERMOS PORTATILES Especificación DOT 4-L200

Tamaño-uso	Contenido	Dimens. aprox.	Peso vacío	Evaporación	Rendimiento
m <sup>3</sup>	kg.	alto	aprox.	diaria	flujo cont.
176-gas	103	148,0	113 kg.	2,2%	9 m <sup>3</sup> /hr
-liq.	114	165,6	-	-	-
196-gas	112	165,6	113 kg.	1,9%	10 m <sup>3</sup> /hr
-liq.	124	180,3	-	-	-

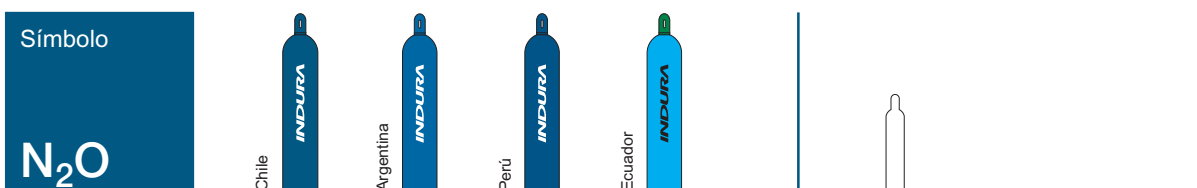
## Factores de Conversión

N <sub>2</sub>	Peso		Gas		Líquido	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)	l (1 atm.)	gas (1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,8439	30,43	1,2367	0,3267
1 lb.	0,4536	1	0,3828	13,803	0,561	0,1482
1 m <sup>3</sup>	1,185	2,6125	1	36,06	1,4655	0,3871
1 scf	0,03286	0,07245	0,02773	1	0,04064	0,01074
1 l	0,808607	1,7827	0,6824	24,61	1	0,2642
1 gal	3,0609	6,7482	2,583	93,14	3,7854	1

## Oxido Nitroso

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



### Descripción

En condiciones normales de presión y temperatura, es un gas incoloro prácticamente inodoro y sin sabor. No es tóxico ni inflamable y es aproximadamente 1,5 veces más pesado que el aire.

Bajo condiciones normales es estable y generalmente inerte, pero mantiene la combustión de manera semejante al Oxígeno, aunque es un comburente más suave.

Es relativamente soluble en agua, alcohol, aceites y en varios otros productos alimenticios. Tiene la particularidad de que al disolverse en el agua no le cambia la acidez, como ocurre con el CO<sub>2</sub>.

### Uso médico

El uso principal del Oxido Nitroso, mezclado con Oxígeno, es como analgésico inhalable en medicina y odontología.

### Uso industrial

- Por su inercia química y naturaleza no tóxica, es usado en el envasado a presión de productos alimenticios, y como propelente en aerosoles.
- Se usa también como agente de detección de fugas en recintos bajo vacío o presurizados, en laboratorio (espectrometría), como agente de reacción en la fabricación de varios compuestos orgánicos e inorgánicos y como refrigerante en forma gaseosa o líquida, para congelación por inmersión de productos alimenticios.

### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca utilizar Oxido Nitroso a alta presión sin saber manejar correctamente cilindros, válvulas, reguladores, etc. (Ver tema Equipos).
- Recordar que el N<sub>2</sub>O es más pesado que el aire, por lo que eventuales escapes pueden producir acumulación de gas en espacios cerrados o depresiones, subterráneos, etc., con peligro potencial de asfixia por desplazamiento de aire.
- Por sus características oxidantes (comburentes), no permitir que aceite, grasa u otras sustancias inflamables entren en contacto con cilindros u otros equipos que contengan N<sub>2</sub>O cuando la presión es superior a 15 bar (218 psi), o la temperatura es elevada.
- Almacenar el N<sub>2</sub>O en un lugar resguardado, nunca junto con cilindros que contengan gases inflamables.
- No almacenar cilindros de N<sub>2</sub>O para uso médico dentro del pabellón de operaciones.

### Materiales

El Oxido Nitroso no es corrosivo. A temperatura ambiente es perfectamente compatible con todos los metales de uso común. Conviene recordar que la temperatura de oxidación del Cobre es de 150°C y la del Acero es 170°C.

Hasta 22°C se pueden usar el PVC (Cloruro de Polivinilo), el ABS (Acrilonitrilo Butadieno-Estireno), el Polipropileno con precaución. A 60°C el PVC y el ABS son todavía buenos. También el Teflón® es utilizable.

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Peso molecular	44,013	g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	- 88,47	°C
Densidad del líquido (1 atm.)	1222,8	kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	72,45	bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,872	kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	36,41	°C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,977	kg/m <sup>3</sup>	Gravedad esp. (0°C, 1 atm.)	1,524	

**Pureza** Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido		Presión de llenado a 15°C	
		Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	barr	psig
<b>CHILE:</b>					
147/47	3AA 2133	17,1	32	44,1	640
139/44	3AA 2015	16,0	30	44,1	640
124/44	3AA 1800	16,0	30	44,1	640
139/4,7(E)	3AA 2015	1,6	3	44,1	640
<b>ARGENTINA:</b>					
147/47	3AA 2133	17,1	32	44,1	640
139/44	3AA 2015	16,0	30	44,1	640
124/44	3AA 1800	16,0	30	44,1	640
139/4,7(E)	3AA 2015	1,6	3	44,1	640
<b>PERU:</b>					
147/47	3AA 2133	17,1	32	44,1	640
139/44	3AA 2015	16,0	30	44,1	640
124/44	3AA 1800	16,0	30	44,1	640
139/4,7(E)	3AA 2015	1,6	3	44,1	640
<b>ECUADOR:</b>					
147/47	3AA 2133	17,1	32	44,1	640
139/44	3AA 2015	16,0	30	44,1	640
124/44	3AA 1800	16,0	30	44,1	640
139/4,7(E)	3AA 2015	1,6	3	44,1	640

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

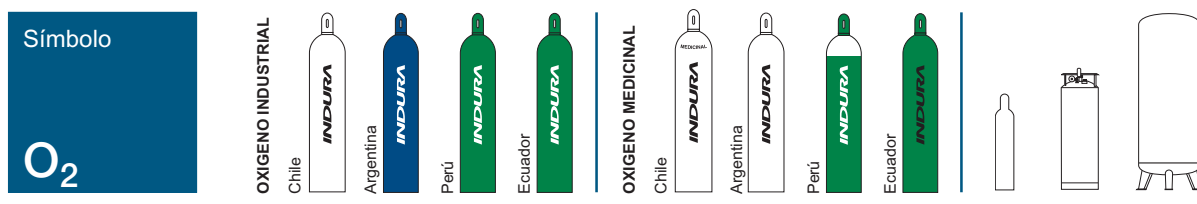
### Factores de Conversión

N <sub>2</sub> O	Peso		Volumen gas	
	kg.	lb.	m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,5342	19,24
1 lb.	0,4536	1	0,2423	8,726
1 m <sup>3</sup>	1,872	4,127	1	36,013
1 scf	0,05198	0,1146	0,02777	1

# Oxígeno

Color de Identificación Cilindro

Forma de suministro



## Descripción

El Oxígeno, gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso). Este gas es inodoro, incoloro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a -183°C, es un líquido ligeramente azulado, un poco más pesado que el agua. Todos los elementos (salvo gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura.

## Uso médico

- El Oxígeno es utilizado ampliamente en medicina, en diversos casos de deficiencia respiratoria, resucitación, en anestesia, en creación de atmósferas artificiales, terapia hiperbárica, tratamiento de quemaduras respiratorias, etc.

## Uso industrial

- El Oxígeno gaseoso, por sus propiedades comburentes, es corrientemente usado en procesos de combustión para obtener mayores temperaturas.
- En mezclas con Acetileno u otros gases combustibles, es utilizado en soldadura y corte oxigas.
- Por sus propiedades oxidantes, es utilizado en diversas aplicaciones en siderurgia, industria papelera, electrónica y química.
- El Oxígeno Líquido, LOX, es utilizado principalmente para explosivos y como comburente en propulsión espacial.

## Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Nunca utilizar Oxígeno a presión sin saber manipular correctamente cilindros, reguladores, etc. (Ver tema Equipos).
- Evitar toda combustión cercana a depósitos o vías de flujo de Oxígeno.
- Evitar la presencia de combustibles, especialmente aceites o grasas, en las cercanías de Oxígeno (incluso en el suelo o en ropas).
- El contacto de la piel con Oxígeno Líquido (o depósitos no aislados) puede causar graves heridas por quemadura, debido a su baja temperatura. Debe usarse protección adecuada para manejo de líquidos criogénicos.

## Materiales

A temperatura y presión normal el Oxígeno no es corrosivo y puede ser usado satisfactoriamente con todos los metales comunes, sin embargo debe evitarse el uso de Aluminio y sus aleaciones, o de aceros al carbono y de baja aleación, por la combustión exotérmica que puede producirse en presencia de Oxígeno puro.

Los Aceros al Carbono no aleados se convierten en un material frágil a las temperaturas criogénicas del Oxígeno Líquido.

La humedad hidrata los óxidos metálicos, con lo cual se expanden y pierden su rol protector, por lo que deben eliminarse de cualquiera instalación que va a usarse con Oxígeno.

## FICHA TECNICA

### Propiedades Físicas

Gravedad Específica (0°C, 1 atm.)	1,1053	Punto de ebullición (1 atm.)	-182,97 °C
Densidad del líquido (1 atm.)	1,141 kg/l	Presión crítica	50,43 bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,354 kg/m³	Temperatura crítica	154,576°K
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,4289 kg/m³	Peso molecular	31,998 g/mol

### Pureza

Ver página 35

Si necesita información de gases especiales, solicite el Manual de Gases Especiales.

### Envases Usuales

CILINDROS Tamaño	Especificación DOT	Contenido Volumen m³ (15°C, 1 atm.)	Peso kg.	Presión de llenado a 15°C	
				barr	psig
<b>CHILE:</b>					
200/50	200/300	10,0	13,5	200,0	2.910 ± 50
165/50	3AA 2400	9,0	12,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,0	8,1	129,0	1.870
124/44	3AA 1800	6,0	8,1	129,0	1.870
139/4,7 (E)	3AA 2015	0,7	0,9	141,0	2.045
139/3 (D)	3AA 2015	0,4	0,5	126,0	1.825
<b>ARGENTINA:</b>					
200/50	200/300	10,0	13,5	200,0	2.910 ± 50
165/50	3AA 2400	9,0	12,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,0	8,1	129,0	1.870
124/44	3AA 1800	6,0	8,1	129,0	1.870
139/4,7 (E)	3AA 2015	0,7	0,9	141,0	2.045
139/3 (D)	3AA 2015	0,4	0,5	126,0	1.825
<b>PERU:</b>					
200/50	200/300	10,0	13,5	200,0	2.910 ± 50
165/50	3AA 2400	9,0	12,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,0	8,1	129,0	1.870
124/44	3AA 1800	6,0	8,1	129,0	1.870
139/4,7 (E)	3AA 2015	0,7	0,9	141,0	2.045
139/3 (D)	3AA 2015	0,4	0,5	126,0	1.825
<b>ECUADOR:</b>					
200/50	200/300	10,0	13,5	200,0	2.910 ± 50
165/50	3AA 2400	9,0	12,2	170,5	2.475
139/44	3AA 2015	6,0	8,1	129,0	1.870
124/44	3AA 1800	6,0	8,1	129,0	1.870
139/4,7 (E)	3AA 2015	0,7	0,9	141,0	2.045
139/3 (D)	3AA 2015	0,4	0,5	126,0	1.825

Conexión de salida de la válvula: Ver página 44

### TERMOS PORTATILES Especificación DOT 4-L200

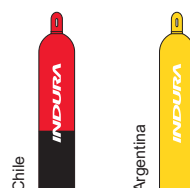
Tamaño	m³	Contenido kg.	I	Peso vacío aprox.	Dimens. aprox. alto diámetro	Evaporación diaria	Rendimiento flujo cont.
176	128	173,3	148,3	113 kg.	1,52 m 0,51 m	1,5%	9 m³/hr
196	139	188,2	165,0	116 kg.	1,61 m 0,51 m	1,3%	10 m³/hr

### Factores de Conversión

O₂	Peso		Gas		Líquido	
	kg.	lb.	m³ (15°C, 1 atm.)	scf (70°F, 1 atm.)	I (1 atm.)	gas (1 atm.)
1 kg.	1	2,2046	0,7386	26,631	0,8764	0,2315
1 lb.	0,4536	1	0,3350	12,079	0,3975	0,105
1 m³	1,354	2,985	1	36,06	1,1867	0,3135
1 scf	0,03755	0,08279	0,02773	1	0,03291	0,008695
1 l	1,141	2,5155	0,8427	30,384	1	0,2642
1 gal	4,319	9,522	3,1899	115,02	3,7854	1

## Metano

Símbolo

CH<sub>4</sub>Color de Identificación  
Cilindro

Peso molecular	16,043 g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	-161,52 °C
Densidad del líquido (1 atm.)	422,62 kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	45,96 bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	0,68 kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	82,62 °C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	0,717 kg/m <sup>3</sup>	Gravedad específica (0°C 1 atm.)	0,5549

## Descripción y usos

El Metano es un gas en condiciones atmosféricas normales (15°C, 1 atm.). Se suministra como gas comprimido, pero puede ser almacenado y transportado en estado líquido (-160°C).

Es inflamable y no tóxico.

El CH<sub>4</sub>, siendo el mayor componente del gas natural, es ampliamente usado como combustible. También se utiliza como materia prima en la industria química para la síntesis de productos tales como: metanol, amonía-

co, acetileno, negro de humo, sulfuro de carbono, ácido cianhídrico, cloruro de metilo, cloruro de metileno, tetracloruro de carbono y cloroformo.

INDURA mantiene en stock Metano de alta pureza, para la producción de **mezclas Argón-Metano utilizadas en cromatografía** como gas portador para detección por captura electrónica. El contenido de 5% a 10% de Metano en Argón estabiliza la ionización del gas. Ver Manual de Gases Especiales.

## Gases Refrigerantes

Símbolo

R-12: (CFC 12)C ClF<sub>2</sub>  
R-22: (HCFC 22)C ClF<sub>2</sub>  
R-134a: (HFC 134a)C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>

Color de Identificación  
Cilindro

## Descripción y usos

Los Gases refrigerantes, que se utilizan fundamentalmente en refrigeración, son compuestos que tienen la estructura de un hidrocarburo pero que incluyen átomos de Fluor, Cloro y/o Bromo. Son relativamente inertes, incoloros, no inflamables, no explosivos, no corrosivos, estables y virtualmente no tóxicos, mucho más pesados que el aire (3 a 4,2 veces). Existe una convención entre los fabricantes de anteponer una letra «R» cuando se utilizan en refrigeración y una letra «P» cuando se utilizan como propelentes, pero químicamente son iguales.

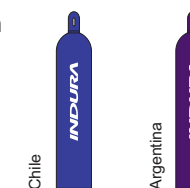
• El R-12 se usa principalmente en unidades de refrigeración y acondicionamiento de aire. Puede ser usado también como propelente en aerosoles, como

polímero intermedio en la industria química, como solvente, líquido limpiador o fluido eléctrico. Su uso se eliminará en los próximos años debido a sus efectos dañinos a la capa de ozono. En USA y Europa ya está prohibido.

- El R-22 se usa en unidades de refrigeración de mayor tamaño, como vitrinas refrigeradas de supermercados. Su uso está autorizado hasta el año 2020.
- El R-134a es el gas refrigerante "Ecológico" que reemplaza al R-12. No produce daños a la capa de ozono. Se usa principalmente en aire acondicionado de vehículos (autos, buses, camiones) y en refrigeradores domésticos.

## Etileno

Símbolo

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Color de Identificación  
Cilindro

Peso molecular	28,054 g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	-103,72 °C
Densidad del líquido (1 atm.)	567,92 kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	50,76 bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,19 kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	9,5 °C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,261 kg/m <sup>3</sup>	Gravedad específica (0°C 1 atm.)	0,975

## Descripción y usos

El Etileno es un gas, en condiciones normales (15°C, 1 atm.). Se obtiene por craqueo térmico del petróleo o gas natural y se suministra como gas comprimido. Puede ser almacenado y transportado en estado líquido (-100°C).

Es un gas inflamable, no tóxico, suavemente anestésico.

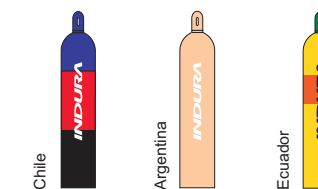
Es la materia prima base para una serie de síntesis industriales: alcohol etílico, ácido acético, óxido de etileno, polietileno, estireno, cloruro de polivinilo, etilenglicol, eter, etc.

INDURA mantiene en stock **Etileno puro**, para la fabricación de **Azetil** mezcla de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> en N<sub>2</sub> ampliamente usada para el crecimiento acelerado de árboles y plantas, y para maduración de frutas.

## Monóxido de Carbono

Símbolo

CO

Color de Identificación  
Cilindro

Peso molecular	28,010 g/mol	Punto de ebullición (1 atm.)	-191,53 °C
Densidad del líquido (1 atm.)	788,6 kg/m <sup>3</sup>	Presión crítica	34,987 bar
Densidad del gas (15°C, 1 atm.)	1,184 kg/m <sup>3</sup>	Temperatura crítica	-140,24 °C
Densidad del gas (0°C, 1 atm.)	1,25 kg/m <sup>3</sup>	Gravedad específica (0°C 1 atm.)	0,967

## Descripción y usos

El Monóxido de Carbono es un gas en condiciones atmosféricas normales (15°C, 1 atm.). Se suministra como gas comprimido, es incoloro, inodoro, inflamable y **altamente tóxico**, aún en bajas concentraciones. Se fija en la hemoglobina de la sangre causando una disminución de la respiración celular que es muy dañina al sistema nervioso central.

Se utiliza en la industria química en la síntesis de varios compuestos: alcohol metílico, ácido acético, aldehidos, ketonas, ésteres, poliuretano, acrílicos, policarbonatos, poliamidas, poliéster, etc.

INDURA mantiene en stock **CO de alta pureza** para la preparación de mezclas para calibración de instrumentos de control de contaminación ambiental. Ver Manual de Gases Especiales.



## Mezclas de Gases

### Características Generales

Normalmente las propiedades de las mezclas de gases están en relación directa con las propiedades de los gases componentes, según las concentraciones relativas de cada uno de ellos. De manera que las posibilidades de una mezcla de ser inerte, inflamable, oxidante, corrosiva, con o sin olor, etc., dependen de como se presentan estas propiedades en los gases integrantes de la mezcla.

La presión que una mezcla tiene dentro de un recipiente cerrado, es también función de las propiedades químicas y físicas de los gases componentes. En los gases ideales, la presión de la mezcla es igual a la suma de las presiones parciales de los constituyentes; la mayoría de los gases comprimidos tienen un comportamiento muy cercano al de los gases ideales, lo que permite determinar las proporciones de una mezcla midiendo la presión. Así, por ejemplo, si se desea preparar una mezcla de Aire en un cilindro en que la presión final es de 100 bar, se deben cargar primero 20 bar de O<sub>2</sub> y luego 80 bar adicionales de N<sub>2</sub>, y el resultado será: 20% de O<sub>2</sub>/80% de N<sub>2</sub> en volumen.

Los gases difunden uno en el otro (ej.: nitrógeno/hidrógeno), de manera que una vez que se logra la mezcla homogénea, ésta permanece así.

Generalmente se trabaja con mezclas gas-gas medidas en volumen y el producto obtenido es bastante homogéneo a través de toda la descarga del cilindro. También se trabaja con mezclas de dos gases licuados medidos en peso, obteniéndose el producto desde el fondo del cilindro a través de un sifón, lográndose una buena homogeneidad del producto. Se debe evitar las mezclas gas-líquido, puesto que en este caso es imposible obtener un producto homogéneo a la salida del cilindro.

### Cuadro de tolerancias para las mezclas de gases

TIPO DE MEZCLA	RANGO DE CONCENTRACION	TOLERANCIA DE PREPARACION	PRECISION ANALITICA
CERTIFICADA	5 a 999 ppmv.	± 20% rel.	± 5% rel.
	0.1 a 4.9%	± 5% rel.	± 3% rel.
	5.0 a 50%	± 3% rel.	± 3% rel.
TIPO INDUSTRIAL	1.0 a 50%	± 10% rel. o ± 1% abs.	± 1% abs. SIN CERTIFICAR

NOTA: La tolerancia y la precisión de una mezcla cualquiera, están referidas siempre al CONSTITUYENTE MENOR.

Solicite su cotización de mezclas, a través de nuestro sitio web: [www.indura.net](http://www.indura.net)

### Precauciones

- Al seleccionar tipo de cilindro, válvula, regulador u otros componentes de red, el material seleccionado debe ser compatible con los componentes de la mezcla.
- En el manejo y transporte de mezclas se deben considerar las precauciones recomendadas para cada uno de los gases integrantes, especialmente si son inflamables o tóxicos.

### Preparación y envasado

El procedimiento más común para fabricar mezclas de gases, es controlando la presión parcial de los componentes, de pureza conocida. Luego se realiza un análisis químico para comprobar la calidad de la mezcla y porcentaje relativo de los componentes, cumpliendo las especificaciones requeridas.

Las mezclas preparadas se envasan en contenedores adecuados a las características físicas y químicas de los componentes.

Ciertas propiedades limitan las mezclas posibles de fabricar, siendo las limitaciones más comunes: presión parcial insuficiente, reacciones químicas en el cilindro, y composiciones inflamables.

### Mezcladores automáticos

En caso de mezclas de consumo habitual, INDURA puede proporcionar mezcladores de gas, que combinan automáticamente dos o más gases y entregan la mezcla con la composición y el flujo requeridos.

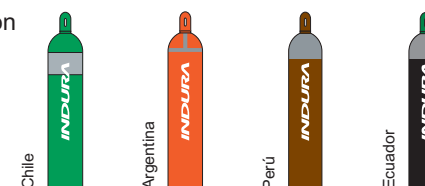
A continuación se describen algunas de las Mezclas de Gases más importantes fabricadas por INDURA.

## Indurmig

### Mezcla

O<sub>2</sub> 0- 8%  
Ar 80-99%  
CO<sub>2</sub> 0-20%

### Color de Identificación Cilindro



### Descripción y usos

Las mezclas INDURMIG, son combinaciones de Argón, Dióxido de Carbono y Oxígeno, utilizadas en soldadura MIG.

Las de uso más frecuente son:

#### Indurmig 20:

Es una mezcla de 20% CO<sub>2</sub> y 80% Argón, que se utiliza para soldar alambres sólidos y tubulares de baja y mediana aleación, y alambres de acero inoxidable de alto silicio.

#### Indurmig 0-2:

Es una mezcla de 2% Oxígeno y 98% Argón, que se emplea en soldar aceros inoxidables.

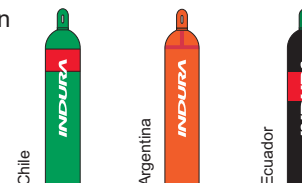
El Ar, que es el componente mayoritario de la mezcla, aporta la protección a la soldadura y al O<sub>2</sub> Mejora la estabilidad del arco.

## Indurtig

### Mezcla

Ar 25-100%  
He 25- 75%  
H<sub>2</sub> 0- 2%

### Color de Identificación Cilindro



### Descripción y usos

Las mezclas INDURTIG, son combinaciones de Argón, Helio e Hidrógeno y Argón puro, usados en soldadura TIG.

Las de uso más frecuente son:

#### Indurtig Universal:

Es Argón puro, que puede ser usado en soldadura TIG de todos los materiales.

#### Indurtig Inox:

Es una mezcla de 2% H<sub>2</sub> y 98% Argón especialmente recomendada para aceros inoxidables grado alimenticio.

#### Indurtig AL 5:

Mezcla de 70% Argón, 30% Helio recomendada para soldadura de aluminio y cobre en espesores hasta 5 mm.

#### Indurtig AL 10:

Mezcla de 50 % Argón 50% Helio recomendada para soldadura de aluminio y cobre en espesores entre 6-10 mm.

#### Indurtig AL 20:

Mezcla de 30% Argón y 70% Helio recomendado para soldadura de aluminio y cobre en espesores superiores a 10 mm.

## Gas Esterilizante INDURA

Mezcla

Oxido de Etileno/R-12  
Oxyfume  
Oxido de Etileno/CO<sub>2</sub>

Color de Identificación  
Cilindro

Chile

### Descripción y usos

INDURA produce 3 mezclas de Gas Esterilizante:

- 12% en peso de Oxido de Etileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) y un 88% en peso de Diclorodifluorometano (R-12).
- Oxyfume: 10% Oxido de Etileno, 27% R-22, 63% R-124.
- 12% en peso de Oxido de Etileno y un 88% de CO<sub>2</sub>.

Las 3 mezclas son altamente irritantes y no inflamables. Bajo adecuadas condiciones de temperatura, humedad y concentración, estas mezclas destruyen bacterias, virus, microorganismos, insectos y sus huevos, a temperatura relativamente bajas, lo cual es especialmente valioso para esterilizar materiales sensibles a las altas temperaturas, que no pueden ser esterilizados con métodos convencionales basados en vapor. El gas tiene la propiedad de penetrar una gran variedad de películas y plásticos para envases, por lo que es posible esterilizar materiales envasados.

Debido a que el gas R-12 es uno de los causantes de la reducción de la capa de ozono, la mezcla Oxido de Etileno/R-12 ha sido prohibida en USA y Europa y ha sido reemplazada por la mezcla Oxyfume.

Los equipos de esterilización que usan mezcla Oxido de Etileno/R-12 pueden ser adaptados fácilmente para usar Oxyfume (consulte al servicio técnico de su equipo de esterilización).

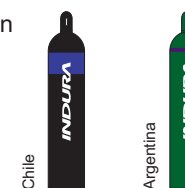
### Principales precauciones en manejo y almacenamiento

- Altas temperaturas pueden provocar la descomposición del R-12, R-22, R-124 produciéndose productos que pueden dejar residuos tóxicos.
- Los envases especiales utilizados para el Gas Esterilizante INDURA deben ser tratados con precaución. Almacenar en lugares frescos y secos, fuera del alcance directo del sol.
- Se recomienda el uso del gas dentro de los 6 meses siguientes a su carga, después de los cuales puede producirse una descomposición gradual que hace variar la composición de la mezcla, tornándola ineficaz.
- La presión de trabajo máxima de los cilindros es: 16 bar (232 psig) para la mezcla Oxido de Etileno/R-12, Oxyfume y 800 psig para la mezcla Oxido de Etileno/CO<sub>2</sub>.

## Azetil

Mezcla

Nitrógeno (N<sub>2</sub>)  
Etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)

Color de Identificación  
Cilindro

Chile

Argentina

### Descripción y usos

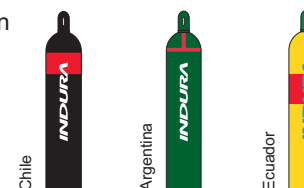
El Azetil es una mezcla de dos gases: Etileno y Nitrógeno. El Etileno, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, es el agente activo y el Nitrógeno es el gas portador. El Azetil es un gas incoloro, sin sabor, de un olor suave y dulzón, no inflamable y no tóxico.

Por su contenido de Etileno hormona natural de maduración de frutas y hortalizas, se utiliza para lograr la maduración controlada de estos productos. Acelera el crecimiento de las células y obtención del color natural de las frutas maduras.

## Formingas

Mezcla

Nitrógeno (N<sub>2</sub>)  
Hidrogeno (H<sub>2</sub>)

Color de Identificación  
Cilindro

Chile

Argentina

Ecuador

### Descripción y usos

Formingas es el nombre dado a mezclas que contienen hasta un 10% de H<sub>2</sub> disuelto en N<sub>2</sub>. Dada la inercia química del N<sub>2</sub> y la capacidad reductora del H<sub>2</sub>, las mezclas Formingas se utilizan en procesos que requieren una atmósfera inerte, seca y reductora.

Las aplicaciones típicas son:

- Tratamientos Térmicos, tales como el recocido brillante de Aceros Inoxidables y Metales no Ferrosos.
- Gas de Respaldo en Soldadura, para evitar la oxidación en la raíz del cordón.
- Calentamiento de placas fotográficas en atmósferas exentas de oxígeno y humedad.

**GASES ESPECIALES**

Con el objeto de poder satisfacer integralmente las nuevas necesidades de Gases Especiales que el desarrollo de los países exigen, INDURA cuenta con los equipos y la tecnología necesaria para producir gases de pureza hasta Grado 5 (99,999%) y mezclas de alta precisión certificadas. Además, mantiene en stock una variedad de gases ultrapuros y mezclas patrones certificadas importadas, que le permiten cubrir la mayoría de los usos que el mercado demanda.

Para el control y certificación de gases y mezclas, INDURA dispone de cromatógrafo de gases de última generación controlado por microprocesador, monitores para gases especiales y gases patrones certificados en USA.

También a solicitud del cliente, podemos importar de nuestra asociada BOC (British Oxygen Company) Mezclas Certificadas de Calibración según Protocolo EPA y NIST.

En especial se ofrece Gases Especiales para las siguientes aplicaciones:

**• Cromatografía de Gases**

Gases portadores (Carrier): Argón - Nitrógeno - Helio; purezas 4.8 (99,998%) hasta 6.0 (99,9999%)

**• Ionización de llama**

Hidrógeno extra puro - Oxido Nitroso - Aire extrapuro.

**• Fluorescencia rayos X**

Metano pureza hasta 4.0 (99,99%) y Mezclas Argón-Metano utilizadas en cromatografía como gas portador para captura electrónica.

**• Contador Nuclear**

Mezclas Metano en Argón P-5 y P-10

**NOTA:** Si requiere información adicional solicite Manual de Gases Especiales.

Solicite sus gases especiales, a través de nuestro sitio web: [www.indura.net](http://www.indura.net)

**• Equipos detectores de gases**

Mezclas de Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, Anhídrido Sulforoso, Acido Sulfídrico, en Nitrógeno o Aire, para calibración de equipos de detección y monitoreo.

**• Atmósferas controladas**

Mezclas para calibración de equipos de control de atmósferas controladas. Dióxido de carbono, nitrógeno en oxígeno, etc.

**• Mezclas medicinales**

Mezclas de Dióxido de Carbono y Monóxido de Carbono en aire y Nitrógeno, para calibración de equipos de análisis de sangre y laparoscopia.

Mezclas Oxígeno - Helio (Heliox).

Mezclas Oxido Nitroso - Oxígeno (Entonox).

Mezclas de CO<sub>2</sub>-CO-He-Ar-Ne para calibración equipos laser.

**• Control de polución**

Mezclas de Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, SOx, NOx, para calibración de equipos de control de emisiones industriales, vehículos y monitoreo continuo.

**• Mezclas de hidrocarburos**

Mezclas de hidrocarburos (metano-etano-acetileno-propano-butano-pentano) para calibración de equipos en la industria petroquímica.

**• Mezclas patrones de gas natural**

**• Mezclas laser**

Mezclas de He - CO<sub>2</sub> - N<sub>2</sub>, para equipos laser.

**Grados de Gases INDURA disponibles**

Composición Química de Gases INDURA			Impurezas máximas (p.p.m.)																
Nombre	Grado (NCh)	Pureza mínima %	PH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	THC (1)	CO	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Solv. Halog.	H <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Microbiológica	Física	
Acetileno	E	Indura	99.6	50	50														
		NCh 2171	99.5	50	50														
Acetileno e.p.	F	Indura	99.7	10	10														
		NCh 2171	99.5	50	50														
Aire	G	Indura	ATM.(3)				5	3	300	0.5	0.5	1							
		NCh 2197					15	5	500	2.5	2.5	10							
Aire Sintetico (6)	G	Indura	19.5-23.5				0	0	100	0.5	0.5	0				3.5			
		NCh 2197	19.5-23.5				15	5	500	2.5	2.5	10							
Argón	C	Indura	99.997		5	20	0		0				0			3.5			
		NCh 2172	99.997		5	20	3		3				1			10.5			
Argón e.p. (6)	D	Indura	99.998		2	10	0		0				0			3.5			
		NCh 2172	99.998		2	10	0.5		0.5				1			3.5			
Argón Líquido	E	Indura	99.999		1	5	0						0			1.5			
		NCh 2172	99.999		1	5	0.5						1			1.5			
CO2 Industrial	F	Indura	99.5		1					5	5			-		60			
		NCh 2179	99.5							-	-			-		120			
CO2 Alimento (2)	F	Indura	99.9	0.3	0.1	30	50	10		2.5	0.1			2.5		20	ND	ND	
Helio	L	Indura	99.995		5											10.5			
		NCh 2188	99.995		5											15			
Helio e.p. (6)	P	Indura	99.999		1	4	0.5	0.5					1			1.5			
		NCh 2188	99.999		1	5	0.5	0.5					1			1.5			
Hidrógeno	A	Indura	99.8				10	10	10							-			
		NCh 2187	99.8				10	10	10							-			
Nitrógeno Comprimido	K	Indura	99.996		10											16			
		NCh 2169	99.995		20											16			
Nitrógeno (Alimento)	L	Indura	99.998		5											4	ND	ND	
		NCh 2169	99.998		10											4	-	-	
Nitrógeno Líquido	M	Indura	99.999		3		0									2			
		NCh 2169	99.999		5		5									2			
Oxígeno Comprimido	E	Indura	99.6(8)				0.2									8			
		NCh 2168	99.6				50									8			
Oxígeno Líquido	D	Indura	99.5(8)				0.2									6.6			
		NCh 2168	99.5				25									6.6			
Oxido Nitroso	tipo A y B	Indura	99.7					5	300					2	0	200			
		NCh 2180	99.0					10	300					25	1	200			
Oxígeno Medicinal Comprimido		Indura	99.5±0.5					10	300										
		NCh 2168	99.0																
Metano (CH <sub>4</sub> )	C.P. (4)	Indura	99.9		5	40		10					10			10			
		CGA (5)	99.0																
Etileno (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	C.P. (4)	Indura	99.5		10	50	0.4	50					50						
		CGA (5)	99.5																

1) Expresado como metano.  
 2) Acetaldehído < 0,2 ppm, NO < 2,5 ppm y benceno < 0,5 ppm  
 3) "atm" aire atmosférico comprimido.  
 4) Grado comercial e industrial.  
 5) CGA significa que aún no existe Norma Chilena (NCh) correspondiente, y los valores corresponden a la clasificación de la CGA.  
 6) Mayor información en Manual de Gases Especiales.  
 7) No detectado (ND).  
 8) Pureza mínima garantizada.

## EQUIPOS PARA GASES COMPRIMIDOS

## Identificación de los Cilindros

Todos los cilindros deben llevar una serie de signos estampados a golpe en el casquete que indican dueño, normas de fabricación y control.

**Dueño:** INDURA

Datos de Clasificación: - Norma de clasificación (DOT).

- Tipo de material del cilindro (3AA).
- Presión de servicio (2400 psi).

Datos de Fabricación: - Número de serie del cilindro (Z45015).

- Identificación del fabricante (PST).
- Mes de fabricación (2), marca oficial de inspección reconocida (Ø), año de fabricación (91).



## Marcas Posteriores de Pruebas Hidrostáticas:

Fecha: (5-91) de la última prueba hidrostática. Símbolo de Identificación de la empresa que realizó dicha prueba: (☆)



## Identificación del gas contenido en un Cilindro

En los países donde está presente Indura, existen organismos y normas oficiales para regular el uso de cilindros cargados a alta presión, ellas son las siguientes:

**Chile:** INN «Instituto Nacional de Normalización»

**Normas:** NCH 1377 «Cilindros de gas para uso industrial» - identificación de contenido, NCH 1025 - «Cilindros de gas para uso médico» - Marcas para identificar contenido.

**Argentina:** IRAM «Instituto Argentino de Racionalización de Materiales»

**Normas:** IRAM 2-641 «Cilindros para gases industriales y alimentarios» - Colores de seguridad para la

identificación de su contenido, IRAM 2-588 «cilindros para gases medicinales» - Colores de seguridad para la identificación de su contenido

**Ecuador:** INEN «Instituto Ecuatoriano de Normalización»

**Normas:** NTE INEN 441 «Identificación de cilindros que contienen gases Industriales, NTE INEN 2 049:95 Cilindros con gases de alta presión.

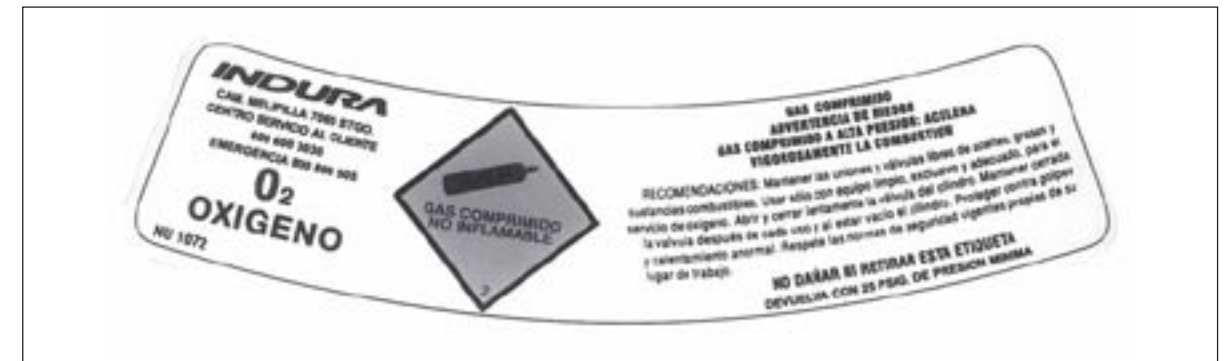
**Perú:** INDECOPI «Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual»

**Normas:** PNTIP ISO 448, para gases industriales, PNTIP 6406 para colores de gases medicinales y PNTIP 32 para pruebas hidrostáticas.

## Marcas:

Cada cilindro debe ser marcado en forma visible y estable, evitando un estampado en el cuerpo del cilindro. Las marcas deben ser fijadas en la ojiva e incluyen el nombre del gas en idioma español, su fórmula química, el nombre usual del producto en caso

de mezclas y la identificación del fabricante del gas. INDURA cumple esta norma pegando en la zona indicada una etiqueta autoadhesiva donde se indica además su clasificación (oxidante, inflamable, no inflamable, tóxico, no tóxico, etc.).



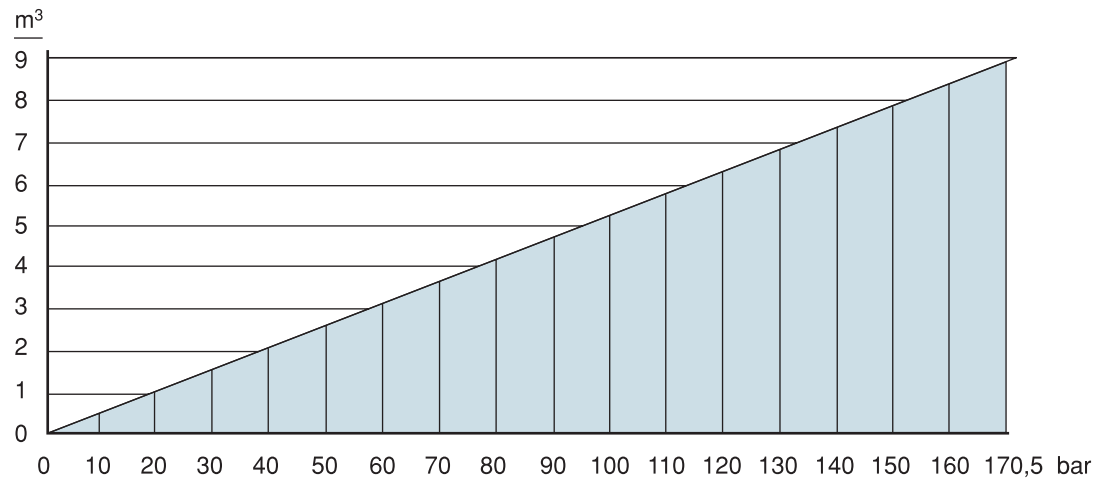
### Contenido de Cilindros de Alta Presión

Como hemos visto, un cilindro de alta presión con un volumen interior de 50 litros contiene 9 m<sup>3</sup> de Oxígeno a una presión de 170,5 bar (2561 psig) y a una temperatura ambiente de 15°C. Al sacar gas del cilindro, la presión baja, y su disminución es proporcional a la cantidad de gas consumido. De manera

que conociendo la carga y presión inicial, podemos calcular la cantidad de gas que queda en el cilindro en función de la presión existente en un momento determinado.

Esto se puede graficar de la siguiente manera:

Contenido/Presión de un cilindro de Oxígeno 165/50



En el ejemplo del O<sub>2</sub>, si sabemos que el cilindro fue llenado con 9 m<sup>3</sup> con una presión de 170,5 bar, cuando el manómetro de alta del cilindro indique 120 bar de presión, el contenido del cilindro será:

$$\text{Contenido (m}^3\text{)} = \frac{\text{Cont. inicial} \times \text{Presión leída}^*}{\text{Presión inicial}}$$

$$\text{Contenido (m}^3\text{)} = \frac{9,0 \times 120}{170,5} = 6,3 \text{ m}^3 \text{ de gas}$$

**\*NOTA:** Para cálculo aproximado usar presiones relativas o manométricas, para cálculo más exacto usar presiones absolutas, recordando que:

$$P \text{ abs.} = P \text{ leída} + P \text{ atm.}$$

Esta fórmula no es válida para gases que se licúan, puesto que la presión se mantiene constante hasta que se termina la fase líquida (Anhídrido Carbónico, Oxido Nitroso, Propano). Tampoco es válida con el Acetileno que está disuelto dentro del cilindro.

### Variaciones de presión debidas a la temperatura del cilindro

Como todos los gases se contraen o expanden al enfriarse o calentarse, la presión del gas encerrado en un cilindro varía con la temperatura, aunque el contenido medido se mantiene sin variación. El efecto de la temperatura se aprecia en el siguiente cuadro correspondiente a un cilindro de Oxígeno de 9 m<sup>3</sup>.

TEMPERATURA	PRESION	
	°C	bar
10	166,0	2407
20	174,7	2534
30	183,2	2657
40	191,6	2779
50	200,1	2902

### Contenidos típicos de los cilindros INDURA

GAS	Tamaño del Cilindro	Especificación DOT	Contenido		Presión de llenado 15°C	
			Volumen m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm)	Peso Kgs.	bar	psig
Aire	165/50	3AA 2400	8,5	10,4	171,0	2480
	139/44	3AA 2015	6,5	8,0	147,5	2140
	124/44	3AA 1800	5,5	6,7	124,5	1805
Argón	207/52,5	E9001/E9370	11,0	18,6	198,0	2870
	200/50	200/300	10,0	16,9	200,0	2900 ± 50
	165/50	3AA 2400	9,0	15,2	170,5	2475
	139/44	3AA 2015	6,5	11,0	140,0	2030
	124/44	3AA 1800	6,0	10,1	129,0	1870
Dióxido de Carbono	147/47	3AA 2133	17,1	32,0	49,9	724
	139/44	3AA 2015	16,0	30,0	49,9	724
	124/44	3AA 1800	16,0	30,0	49,9	724
Helio	207/52,5	E9001/E9370	9,6	1,62	202,5	2935
	165/50	3AA 2400	8,0	1,35	178,0	2580
	139/44	3AA 2015	6,0	1,01	149,5	2170
Hidrógeno	165/50	3AA 2400	7,0	0,60	154,5	2240
	139/44	3AA 2015	5,5	0,47	136,0	1975
	124/44	3AA 1800	5,0	0,43	122,5	1775
Nitrógeno	165/50	3AA 2400	8,5	10,1	177,5	2575
	139/44	3AA 2015	6,0	7,1	139,5	2025
	124/44	3AA 1800	5,5	6,5	127,0	1840
Oxido Nitroso	147/47	3AA 2133	17,1	32,0	44,1	640
	139/44	3AA 2015	16,0	30,0	44,1	640
	124/44	3AA 1800	16,0	30,0	44,1	640
	139/4,7 (E)	3AA 2015	1,6	3,0	44,1	640
Oxígeno	200/50	200/30 0	10,0	13,5	200,0	2900 ± 50
	165/50	3AA 2400	9,0	12,2	170,5	2475
	139/44	3AA 2015	6,0	8,1	129,0	1870
	124/44	3AA 1800	6,0	8,1	129,0	1870
	139/4,7 (E)	3AA 2015	0,7	0,9	141,0	2045
	139/3 (D)	3AA 2015	0,4	0,5	126,0	1825

### Cilindros de Acetileno

Como hemos visto, el caso del Acetileno tiene tratamiento especial, por ser un gas altamente inflamable y sensible a la presión (Ver pág 10). Por ello, los cilindros en que se carga Acetileno son diferentes a los que se han mencionado antes.

El cilindro se encuentra relleno con una pasta seca y porosa, en forma de panal, cuyas miles de pequeñas cavidades están rellenas a su vez con acetona líquida.

Al entrar al cilindro el Acetileno se disuelve en la acetona, repartiéndose en las pequeñas celdillas, con lo cual desaparece el riesgo de explosión y de esa forma es posible almacenar una cantidad mayor de gas a presión en el cilindro.

La ojiva y/o la base del cilindro está equipada con tapones fusibles de seguridad, que son pernos fabricados con un tipo de aleación especial de Plomo que funde a 100°C aproximadamente.

El contenido de gas se determina pesando el cilindro vacío con acetona solamente y luego con gas.



### Inspección y prueba de Cilindros

Los cilindros que deben contener gas comprimido a alta presión, necesitan un control periódico de su estado, para seguridad de los usuarios.

En INDURA cuando un cilindro llega a sus plantas de llenado, es sometido a diversos controles.

### Inspección Visual

Se revisan externa e internamente las paredes del cilindro para apreciar la existencia de algún deterioro como cortes, hendiduras, abolladuras, exceso de corrosión y señales de arco eléctrico. En el caso de verificar algún deterioro, este es analizado para determinar su importancia, pero en algunos casos, como la señal de arco eléctrico, este es rechazado e inutilizado definitivamente. También se revisa el estado de la válvula, especialmente su hilo, y la fecha de la última prueba hidrostática.

### Prueba de Olor

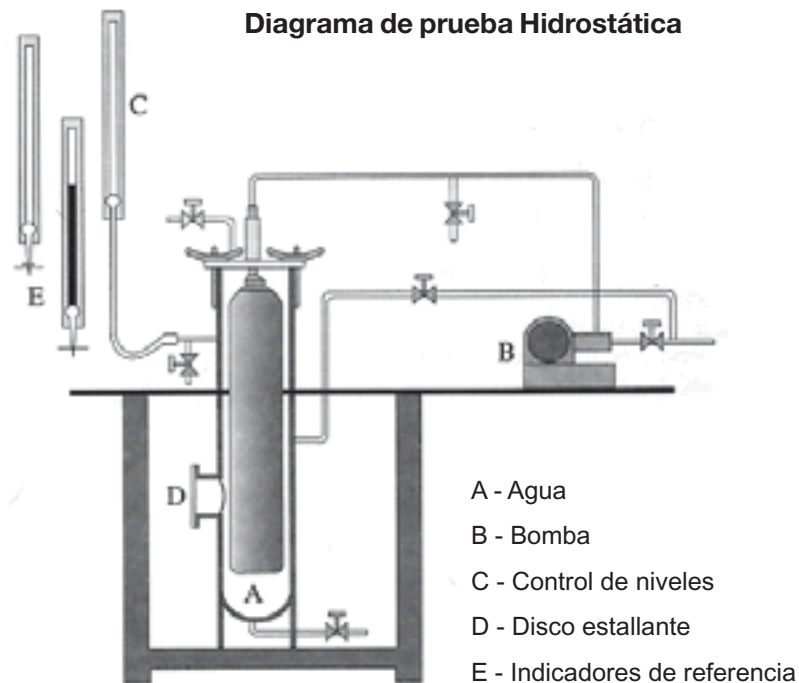
Antes de llenar un cilindro, se comprueba el olor de su contenido anterior para detectar posible contaminación.

### Prueba de Sonido

Sirve para verificar si el cilindro tiene alguna falla (grieta, oxidación interna, líquido, etc.). También indica si está vacío (sonido de campana) o cargado.

### Prueba Hidrostática

La vida útil de un cilindro es de muchos años, dependiendo del trato que haya recibido, por ello es necesario controlar periódicamente la resistencia del material del cilindro. Cada envase debe someterse a una prueba hidrostática periódicamente (según el país y el gas), la cual consiste en probar el cilindro a una presión hidráulica equivalente a 5/3 de su presión de servicio. Las pruebas se realizan estrictamente bajo las normas de la Compressed Gas Association de Estados Unidos.



### Almacenamiento y manejo de cilindros

Siempre debe recordarse que los cilindros están cargados con un gas a alta presión, por lo que deben tratarse con cuidado, evitando daños mecánicos (golpes, caídas) o físicos (calentamiento excesivo, arcos eléctricos).

Un cilindro cuya válvula se rompiera, podría convertirse en un proyectil impulsado por la fuerza

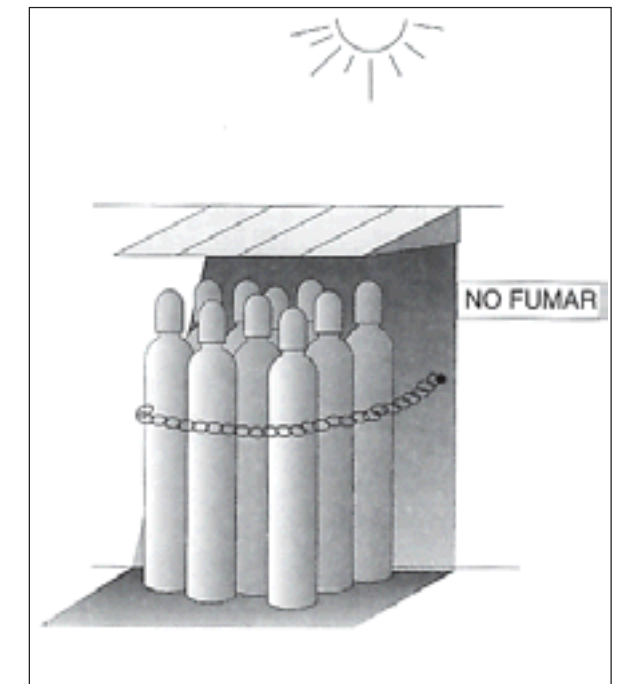
propulsora del gas, que sale a alta presión por un orificio de pequeño diámetro.

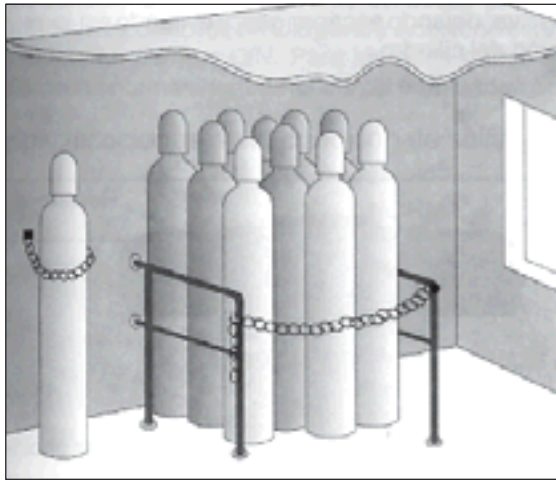
Si el cilindro se calienta en forma excesiva, el aumento de presión puede hacer saltar el dispositivo de seguridad de la válvula dejando escapar el contenido.

### Por tanto:

- Almacenar los cilindros en áreas destinadas sólo para ello.
- Al almacenarse en el interior, deben estar en un lugar seco, bien ventilado, adecuadamente señalado.
- Marcar los cilindros vacíos, manteniéndolos aparte de los llenos, sin mezclar cilindros de distintos gases (ni llenos ni vacíos).
- No colocar cilindros en corredores o áreas de trabajo en que puedan ser golpeados por máquinas en trabajo u objetos que caigan sobre ellos.
- Cuando el cilindro no está en uso, debe tener el gorro puesto, protegiendo la válvula. No debe haber ropas u objetos similares sobre los cilindros, dificultando la visión o manejo de las válvulas.
- No trate de llenar un cilindro o de trasvasijar gases de un cilindro a otro.
- En el caso de cilindros de oxígeno, no permitir el contacto del cilindro con grasas, aceites u otros combustibles orgánicos.
- Nunca usar un cilindro si el gas que contiene no está claramente identificado en él. No depender sólo del color del cilindro para identificar su contenido. Devuelva un cilindro no identificado al distribuidor.

- Si se almacenan en el exterior, es necesario protegerlos del ambiente y del sol.





- Los cilindros siempre deben estar en posición vertical, encadenados a una pared o baranda.
- Nunca hacer arco eléctrico en el cilindro.
- Evite almacenar cilindros cerca de cualquier fuente de ignición o material a alta temperatura. En general un cilindro nunca debe calentarse a más de 50°C.
- **Siempre devuelva sus cilindros usados con una presión mínima de 2 bar (29 psi), y con la válvula cerrada, para evitar la contaminación del envase.**

**Importante:** Cualquier cilindro que posea la marca INDURA estampada en sus superficies, no puede ser vendido, arrendado ni rematado y sólo puede ser llevado a alguna de las plantas INDURA distribuidas a lo largo del país.

- Nunca dejar caer un cilindro, aunque parezca estar vacío, ni golpear cilindros entre sí. Nunca levantar un cilindro tomándolo por la tapa o válvula. Nunca arrastrar un cilindro ni hacerlo rodar. Use el transporte adecuado.

## Válvulas y Reguladores

Cada cilindro tiene una válvula especial, que permite llenarlo, transportarlo sin pérdidas y vaciar su contenido en forma segura. A la válvula debe adaptarse un regulador, el que permite bajar la elevada presión interna del cilindro a la presión de trabajo recomendada.

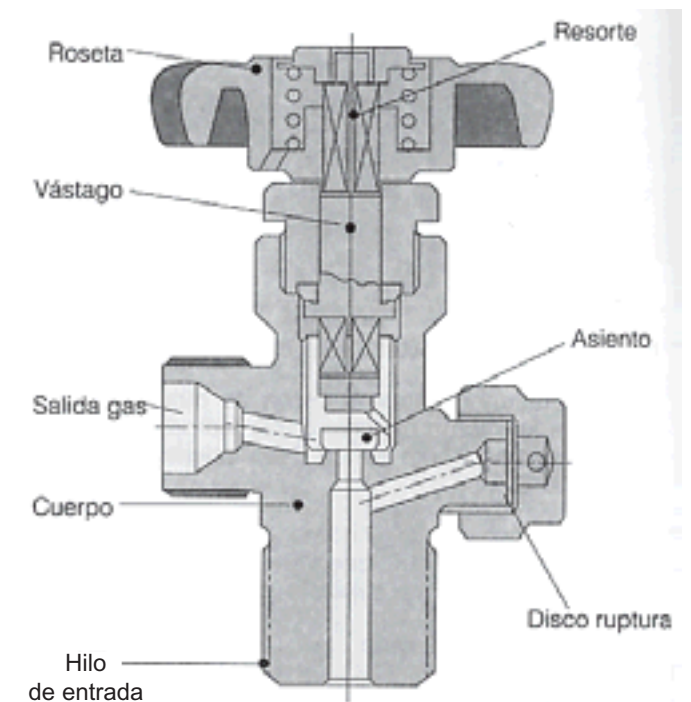
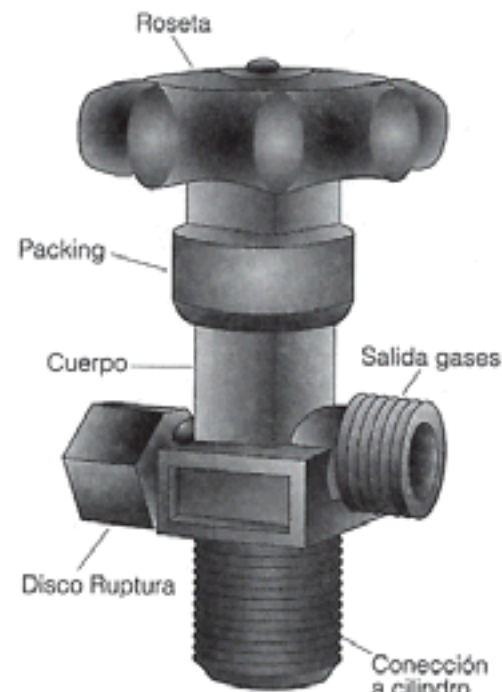


Tanto válvulas como reguladores son de diversos tipos, según el gas a que estén destinados y las características de éste. También varían las conexiones, con lo que se evita el intercambio accidental entre equipos para gases no compatibles entre sí.

## Válvulas

Las válvulas utilizadas en los cilindros están diseñadas para trabajo pesado y alta presión. Son fabricadas en bronce con asientos generalmente de Teflón.

El hilo de conexión se hace diferente para cada gas, para evitar errores. Cada válvula posee un sello de seguridad, que salta a una presión o temperatura excesiva, dejando escapar gas, y evitando así la explosión del cilindro.



### Uso correcto de las válvulas

Las rosetas o manillas de las válvulas están diseñadas para operación manual. Nunca se debe usar llaves de tuercas, martillar, palanquear o acuar una válvula trabada o congelada. Si la válvula no se abre con la mano, devuelva el cilindro a INDURA.

- Nunca abrir la válvula si no está correctamente conectado el regulador.
- No usar la válvula como punto de apoyo para mover el cilindro. Evitar cualquier golpe o presión externa sobre ella.

- Nunca lubricar las válvulas, especialmente en caso de oxígeno, en que es especialmente peligroso.
- Si un cilindro tiene fuga de gas, marcar y alejar inmediatamente de toda fuente de ignición y llamar a INDURA.
- Al abrir la válvula, nadie debe estar frente a la salida de gas.
- Usar siempre las conexiones adecuadas entre válvulas y regulador, según las normas especificadas. No tratar de adaptar conexiones.

### Válvulas utilizadas en gases INDURA

Las conexiones de las válvulas utilizadas por INDURA en los cilindros de Oxígeno y Acetileno están basadas en normas DIN. Para los otros gases se utilizan las normas norteamericanas empleadas por

CGA (Compressed Gas Association).

En los fluorocarbonos se utiliza la norma BCGA (British Compressed Gas Association).

#### Especificaciones de la conexión de salida de la válvula para cada gas

PAIS	GAS	NORMA	NUMERO	HILO:
CHILE	Acetileno	DIN 477	14-81-S	26,41-14 NGO - INT. - DER.
	Aire	CGA	590	24,51-14 NGO - INT. - IZQ.
	Argón	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Dióxido de Carbono	CGA	320	20,95-14 NGO - EXT. - DER.
	Esterilizante INDURA	CGA	510	22,48-14 NGO - INT. - IZQ.
	Fluorocarbonos	BCGA	106	15,88-14 BSP - EXT. - DER.
	Helio	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Hidrógeno	CGA	350	20,95-14 NGO - EXT. - IZQ.
	Indurmig 20	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Nitrógeno	CGA	555	22,93-14 NGO - EXT. - IZQ.
	Oxido Nitroso	CGA	326	20,95-14 NGO - EXT. - DER.
Oxígeno	DIN 477	14-5141	21,76-14 NGO - EXT. - DER.	
ARGENTINA	Acetileno	IRAM	2539	G-3/4X14 DERECHA INT. - RH. INT.
	Aire	IRAM	2539	G-3/4X14 DERECHA EXT. - RH. EXT.
	Argón	IRAM	2539	G-5/8X14 DERECHA INT. - RH. INT.
	Dióxido de Carbono	IRAM	2539	G-5/8X14 DERECHA EXT. - RH. EXT.
	Helio	IRAM	2539	G-5/8X14 DERECHA INT. - RH. INT.
	Hidrógeno	IRAM	2539	G-21,8X14 IZQUIERDA EXT. - LH. EXT.
	Indurmig 20	IRAM	2539	G-5/8X14 DERECHA INT. - RH. INT.
	Nitrógeno	IRAM	2539	G-5/8X14 DERECHA INT. - RH. INT.
	Oxido Nitroso	IRAM	2539	G-3/8X19 DERECHA EXT. - RH. EXT.
	Oxígeno	IRAM	2539	G-21,8X14 DERECHA EXT. - RH. EXT.
PERÚ	Acetileno	CGA	510	26,41-14 NGO - INT. - IZQ.
	Aire	CGA	590	24,51-14 NGO - INT. - IZQ.
	Argón	CGA	580	24,51-14 NGO - EXT. - DER.
	Dióxido de Carbono	CGA	320	20,95-14 NGO - EXT. - DER.
	Helio	CGA	580	24,51-14 NGO - EXT. - DER.
	Hidrógeno	CGA	350	20,95-14 NGO - EXT. - IZQ.
	Indurmig 20	CGA	580	24,51-14 NGO - EXT. - DER.
	Nitrógeno	CGA	555	22,93-14 NGO - EXT. - DER.
	Oxido Nitroso	CGA	326	20,95-14 NGO - EXT. - DER.
	Oxígeno	CGA	540	24,51-14 NGO INT. - DER.
ECUADOR	Acetileno	CGA	510	22,48-14 NGO - INT. - IZQ.
	Aire Sintético	CGA	590	24,51-14 NGO - INT. - IZQ.
	Argón	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Dióxido de Carbono	CGA	320	20,95-14 NGO - EXT. - DER.
	Helio	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Hidrógeno	CGA	350	20,95-14 NGO - EXT. - IZQ.
	Indurmig 20	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Nitrógeno	CGA	580	24,51-14 NGO - INT. - DER.
	Oxido Nitroso	CGA	326	20,95-14 NGO - EXT. - DER.
	Oxígeno	CGA	540	22,93-14 NGO - EXT. - DER.

DER: Derecho  
IZQ : Izquierdo  
INT : Interior  
EXT : Exterior

Para las mezclas de gases se utiliza la válvula correspondiente al gas que participa en mayor proporción en la mezcla. Ej.:

Gas	Componente principal	Conexión
Azetil	Nitrógeno	CGA 555
Indurmig 0-2	Argón	CGA 580
Formingas	Hidrógeno	CGA 350

### Válvulas Pin

Son válvulas utilizadas fundamentalmente con cilindros tipo E, de equipos de oxigenoterapia y aneste-

sia, en que la diferenciación entre los gases se hace con el siguiente sistema de índices:



Oxígeno



Mezclas Oxígeno-Dióxido de Carbono (7% o menos de CO<sub>2</sub>)



Mezclas Helio-Oxígeno (80,5 o menos de He)



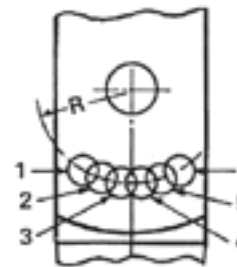
Oxido Nitroso



Mezclas Oxígeno Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O entre 47,5 y 52,5%)



Dióxido de Carbono y Mezclas Oxígeno-Dióxido de Carbono (Sobre 7,5% de CO<sub>2</sub>)





## Reguladores

Un regulador de presión, es un dispositivo mecánico que permite disminuir la elevada presión del gas en el cilindro, hasta la presión de trabajo escogida y mantenerla constante.

Cada regulador está diseñado para un rango de presiones determinado y para un tipo de gas específico. Es importante hacer la selección del equipo adecuado para cada aplicación.

### Estructura de un Regulador

Básicamente, el regulador consta de un diafragma que recibe la presión del gas por un lado y la acción de un resorte ajustable por el otro. El movimiento del diafragma controla la apertura o cierre del orificio que entrega el gas.

La llave de control del diafragma se usa para mantener una presión de entrega escogida constante, a un valor que esté dentro del rango de diseño del regulador.

Una vez regulada la presión, el diafragma actúa automáticamente, abriendo o cerrando el orificio de salida para mantener la presión de servicio constante.

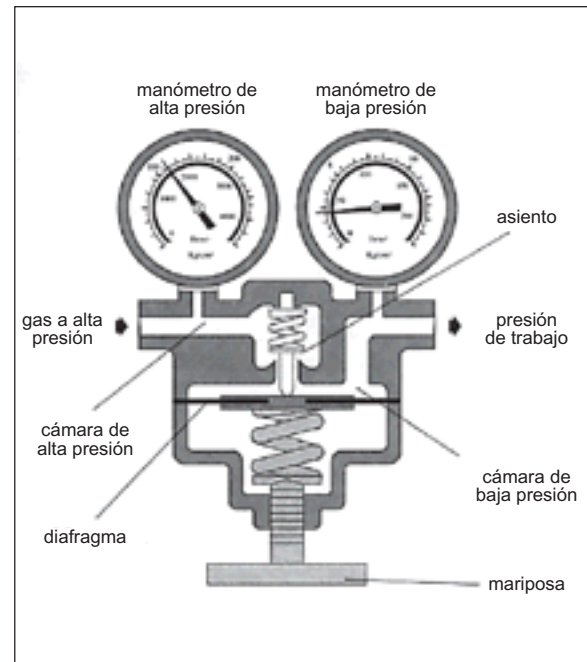
Opcionalmente se puede agregar al regulador un dispositivo de control de flujo (flujómetro), que permite calibrar y leer el flujo de gas requerido.

### Manómetros

Indican presión a través de un sencillo mecanismo de fuelle y relojería. Los reguladores de presión normalmente cuentan con dos manómetros. Uno indica la presión de entrada del gas que viene del cilindro, y el otro, la presión de salida (presión de trabajo), que se puede regular con el tornillo o mariposa del regulador.

Los manómetros tienen diferentes escalas de acuerdo al rango de presión que requieren medir. Normalmente las escalas vienen graduadas en **bar**, que es la unidad adoptada por los países de la Unión Europea, y en **psi** que utilizan todavía los países de habla inglesa, aún cuando su propósito es también cambiar al Sistema Internacional de Unidades SI.

Cabe recordar que los manómetros miden presión manométrica, es decir indican cero cuando la presión absoluta es 1 atmósfera. Esto se expresa como **barr** (relativos) o como **psig** (gage) para distinguir de los **bara** o **psia** (absolutos). **Cuando no se expresa esta última letra aclaratorio se entiende que se está refiriendo a presiones manométricas.**



### Tipos de regulador

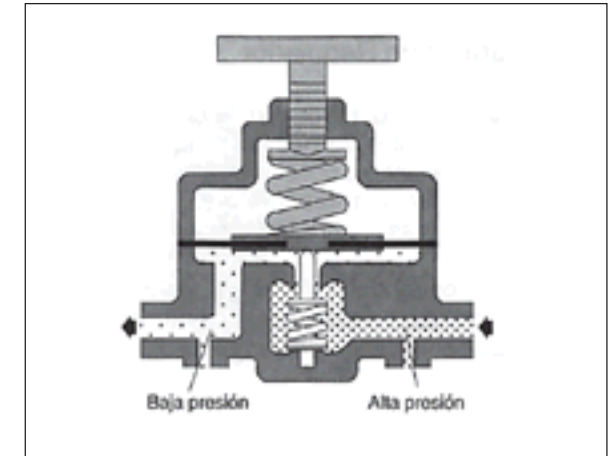
Existen dos tipos fundamentalmente:

#### 1) Regulador de una etapa

Este tipo de regulador reduce la presión del cilindro a la presión de trabajo en un solo paso. Cuando la presión de la fuente varía presenta una pequeña variación en la presión de salida.

#### FUNCIONAMIENTO

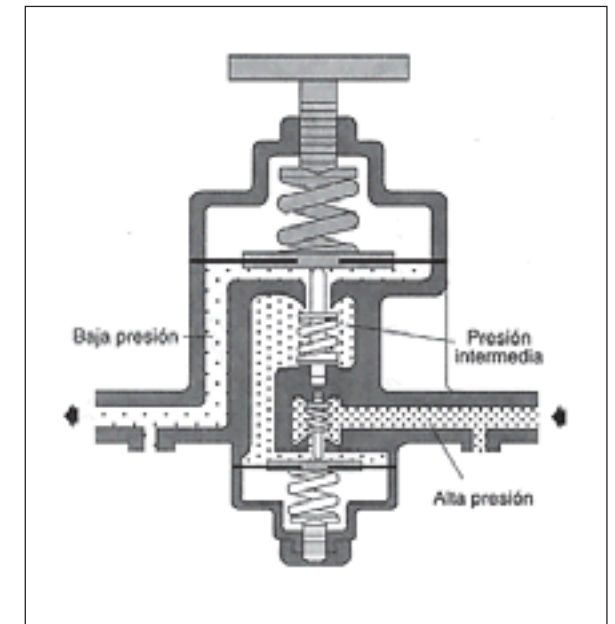
- Cuando la mariposa esté suelta, la válvula de paso de la cámara de alta presión está cerrada por la acción del resorte que actúa sobre la válvula.
- Al apretar la mariposa, el diafragma levanta la válvula, permitiendo el paso de gas. Cuando la presión ejercida por el resorte no es suficiente para empujar el diafragma, se cierra la válvula y el flujo de gas se detiene.
- Al salir gas de la cámara de baja presión, el resorte es capaz nuevamente de desplazar el diafragma abriendo la válvula de paso. Así entonces, el diafragma oscila abriendo y cerrando la válvula de paso, hasta una presión que es igual a la que ejerce el resorte sobre el diafragma y que se regula con el giro de la mariposa.



#### 2) Regulador de dos etapas

Está diseñado para obtener una regulación de la presión de salida constante. La regulación se realiza en dos pasos:

- En el primero se baja desde la presión alta de la fuente (cilindro) hasta una presión intermedia.
- En el segundo se baja desde la presión intermedia hasta la presión de trabajo. Así, la segunda etapa recibe siempre la presión intermedia constante aunque la presión de la fuente esté variando en forma continua. Con esto se obtiene una presión de trabajo precisa y constante a la salida del regulador.



### Manejo de reguladores de presión

Cuando se conecta el regulador a la válvula del cilindro, los hilos deben unirse fácilmente. Si el regulador no conecta bien, de ninguna manera debe ser forzado. La unión dificultosa puede indicar que el hilo y por lo tanto el regulador no es el correcto. Siempre debe comprobarse que el regulador sea el indicado, por el tipo de gas y su capacidad de presión y flujo.

#### Procedimiento

- 1.- Conectar el regulador a la válvula del cilindro.
- 2.- Girar la mariposa del regulador en el sentido contrario de los punteros del reloj hasta que no ejerza presión y gire libremente.
- 3.- Abrir la válvula del cilindro lentamente, hasta que el manómetro de alta registre la presión de entrada.
- 4.- Girar la mariposa del regulador en el sentido de los punteros del reloj hasta alcanzar la presión de trabajo deseada, que será indicada en el segundo manómetro.

#### Dispositivos de Seguridad

Los reguladores contemplan dispositivos de seguridad para casos de presión excesiva.

Los manómetros además, tienen un frente sólido y una caja de seguridad trasera. En caso de presión excesiva, la caja de seguridad (de metal liviano) saltará, dejando escapar gas y reduciendo la presión.

#### Precauciones en el uso de reguladores

- Siempre utilizar el regulador apropiado para el gas utilizado. Revise las especificaciones. Que las conexiones ajusten debidamente.
- Utilizar la presión de servicio específica para cada gas. En el caso de acetileno, la presión de entrega nunca debe ser mayor al bar (14,5 psig).
- El regulador debe estar firmemente ajustado antes de abrir la válvula, lo cual se hará lentamente.
- Nunca se deben lubricar las conexiones de un regulador.
- Al retirar un regulador se debe:
  - 1.- Cerrar bien la válvula.
  - 2.- Liberar el gas que queda en el regulador.
  - 3.- Desconectar el regulador.
- Hacer reparar los equipos defectuosos sólo por un Servicio Técnico calificado.

### Flujómetros

Los flujómetros son dispositivos especiales incorporados a un regulador, generalmente calibrados para trabajar a una presión de 3,5 bar (50 psig) y que indican el caudal de gas entregado. La unidad de flujo más usual es el l/min. y los flujómetros convencionales que INDURA ofrece están en el rango de 0 a 50 l/min.

La medición de flujo se obtiene por una bolita que flota en un tubo de sección variable, de manera que al variar el flujo la bolita se mueve en el tubo para permitir la pasada de más o menos gas.

Otro principio de medición de flujo es a través de un orificio calibrado, el cual entrega más o menos gas según la presión que recibe. En este caso la lectura de flujo se realiza por presión, en un manómetro de flujo.



Regulador con flujómetro

## II. EQUIPOS PARA GASES CRIOGENICOS

### Gases criogénicos

Gases o fluidos criogénicos se denominan a los gases cuyo punto de ebullición está bajo los  $-100^{\circ}\text{C}$ , siendo manejados, almacenados y transportados en forma líquida a esas temperaturas.

#### Gases criogénicos INDURA

En 1969 INDURA introdujo en Chile la producción criogénica de gases, en su planta Graneros, donde se producen, Oxígeno, Nitrógeno y Argón en estado líquido.

Las temperaturas, medidas a 1 atm de presión, a que se obtienen, almacenan y transportan estos gases son:

Oxígeno	$-183^{\circ}\text{C}$
Nitrógeno	$-196^{\circ}\text{C}$
Argón	$-186^{\circ}\text{C}$

La producción y transporte criogénico de estos gases en estado líquido, ha permitido reducir sustancialmente los costos de transporte, manejo y almacenamiento, lo que representa una indudable ventaja para nuestros clientes.

Cuando se utilizan cilindros, en el caso del Oxígeno por ejemplo, se debe mover 5 kg. de envase por Kg. de gas; en el caso de líquidos (en camiones especiales) la relación es 1 Kg. de envases por Kg. de gas líquido.

Otro parámetro que grafica la conveniencia de manejar estos gases en estado líquido es que  $1\text{ m}^3$  de oxígeno líquido, por ejemplo, corresponde a  $843\text{ m}^3$  de oxígeno gaseoso (medidos a  $15^{\circ}\text{C}$ , 1 atm.).

#### Equipamiento para gases criogénicos

La temperatura extremadamente baja de estos gases, hace necesario el uso de equipos de diseño especial tanto para su manejo como para su transporte.

Los gases criogénicos producidos en nuestras plantas, son enviados por medio de nuestra flota de camiones equipados con trailers criogénicos a **estaciones estacionarias**, de capacidad variable ( $1.600$  a  $35.000\text{ m}^3$  de gas), ubicados en nuestras plantas de llenado de cilindros a lo largo del país o en los recintos de los usuarios, industrias y hospitales.

## Estanques Estacionarios

Cuando las necesidades de consumo lo justifican, como en el caso de un hospital o industria, puede instalarse un estanque criogénico estacionario, que puede almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida, ya sea oxígeno, nitrógeno o argón.

### Características

**Construcción:** Consta de un recipiente interior de acero inoxidable para soportar bajas temperaturas, y uno exterior de acero al carbono, aislados entre sí por una combinación de alto vacío y material aislante.

**Regulación de presión:** Los estanques tienen un sistema que vaporiza líquido para aumentar la presión cuando está baja, a medida que se descarga el estanque. En caso de presión excesiva, entrega gas a la línea de consumo, con lo que la presión baja rápidamente. Este sistema está diseñado para que el estanque trabaje a una presión constante, adecuada a las necesidades del usuario. Su presión máxima es de 18 bar (262 psi).

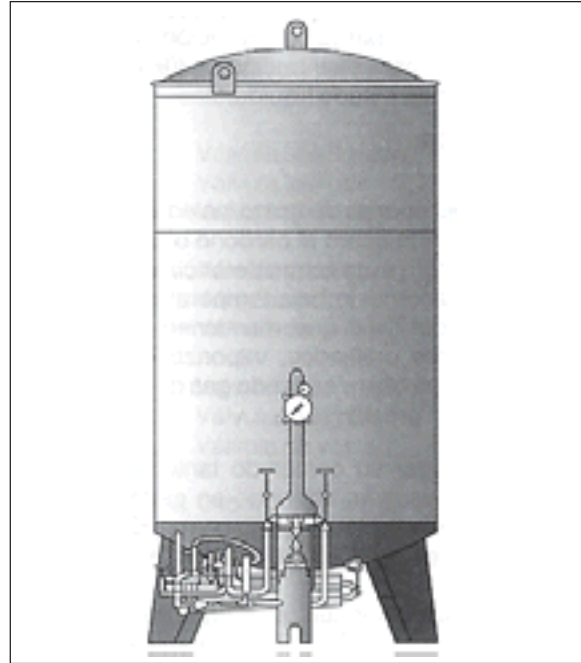
**Elementos de seguridad:** Los estanques están equipados con válvulas de alivio y discos estallantes, para dejar escapar el gas si hay un aumento excesivo de presión a causa de algún imprevisto.

**Capacidad:** INDURA dispone, para el uso de sus clientes, de estanques con las siguientes capacidades:

Galones	litros	Oxígeno m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm)	Nitrógeno m <sup>3</sup> (15°C, 1 atm)
500	1.900	1.600	1.290
900	3.400	2.870	2.330
1500	5.700	4.790	3.880
2000	7.600	6.380	5.170
3000	11.400	9.570	7.750
6000	22.700	19.140	15.500
11000	41.600	35.100	28.400

### Operación de estanques criogénicos

Solamente personal autorizado por INDURA puede manipular estanques criogénicos.



### Ventajas del estanque estacionario

**Carga:** Los estanques son cargados por un trailer criogénico, que lleva el gas en estado líquido directamente desde la planta productora hasta el usuario, evitando el movimiento de cilindros, con los siguientes costos de flete.

**Pureza:** El gas criogénico es de mayor pureza que el de cilindros, debido a su sistema de carga que permanece siempre aislado de cualquier posibilidad de contaminación.

**Retorno:** No hay retorno de gas a la planta de llenado como sucede con los cilindros, con la consiguiente economía para el usuario.

**Mejor distribución interna:** El estanque permite la instalación de una red centralizada de distribución de gases (Ver página 54).

**Seguridad:** Se evita el traslado de cilindros dentro del recinto hospitalario, evitándose riesgos innecesarios y previniendo la introducción de infecciones.

## Termos Criogénicos



Son envases portátiles para líquidos criogénicos, fabricados de doble pared con aislación de alto vacío, que, se usan para distribución de Oxígeno, Nitrógeno y Argón en estado líquido.

### Características

- El recipiente interior es de acero inoxidable y el exterior puede ser de acero al carbono o acero inoxidable. El alto vacío evita la transferencia de calor, lo que permite mantener la baja temperatura requerida. Posee dispositivos que mantienen la presión dentro de límites prefijados, vaporizando líquido cuando la presión baja y sacando gas de la fase gaseosa cuando la presión sube.
- Pueden entregar su contenido tanto en estado líquido como gaseoso, abriendo en cada caso la válvula correspondiente. El rango normal de presiones de trabajo es de 2 a 14 bar (29 a 203 psi).

- Permiten suministrar gas en forma estable con flujo continuo de hasta 9 m<sup>3</sup>/hr. o, durante muy breves períodos, de hasta 28 m<sup>3</sup>/hr. Cuando es necesario un flujo mayor, se usa un vaporizador externo que permite alcanzar flujos estables superiores a 14 m<sup>3</sup>/h.

### • Presión de trabajo:

La presión estándar, con que están regulados los termos INDURA, es 9 bar (130 psi).

### • Sistema de seguridad:

Válvula de alivio para uso gas, a 16 bar (232 psi).  
Válvula de alivio para uso líquido, a 1,5 bar (22 psi).  
Disco estallante del estanque interior a 26 bar (377 psi).

- **Contenido:**  
Modelos de Termos Comercializados por INDURA S.A.

M.V.E.	Presión de trabajo	Kg	M3	Taylor Wharton MODELO XL-50 / XL-50 HP	Presión de trabajo	Kg	M3
Oxígeno líquido	20	211	155.8	Oxígeno líquido	150	188.2	139
	150	188.2	139		300	173.3	128
	300	173.3	128		22	146.9	124
Nitrógeno líquido	20	146.9	124	Nitrógeno líquido	150	132.7	112
	150	132.7	112		300	122.1	103
	300	213.1	126		300	213.1	126
Argón líquido	300	213.1	126	Argón líquido	300	213.1	126
CO <sub>2</sub>	300	178	95.1	CO <sub>2</sub>	300	178	95.2

### Principales ventajas del termo criogénico

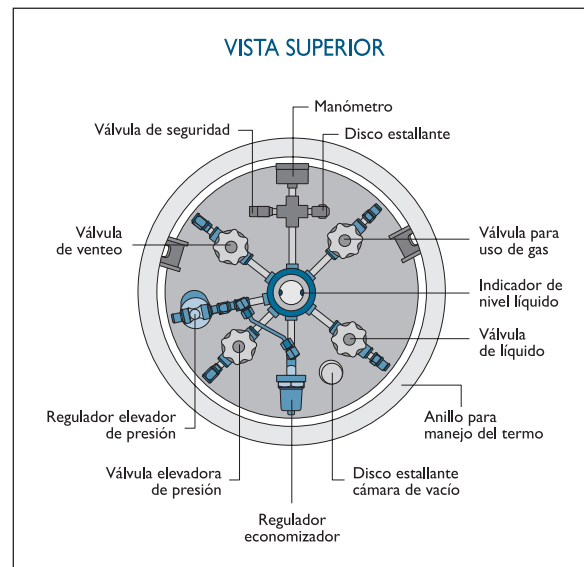
- **Ahorro de tiempo:** se evita el cambio repetido de cilindros.
- **Ahorro de espacio:** un termo de oxígeno ocupa menos espacio que 12 cilindros, que contienen el mismo volumen de gas.
- **Ahorro de gas:** los termos se vacían casi completamente, por lo que queda menos gas residual.

### Operación de termos criogénicos Precauciones

- Siempre la operación y manejo de equipos criogénicos debe estar a cargo de personal especializado, adecuadamente entrenado, que debe conocer las características de los gases con que trabaja. Recordar que la operación de termos criogénicos por características de construcción y las bajas temperaturas involucradas, es muy distinta a la de los cilindros de gas comprimido.
- Al operar equipos para líquidos criogénicos, por su baja temperatura es necesario usar siempre guantes y máscara facial transparente, para evitar quemaduras por frío. Incluso con guantes, se puede soportar el frío sólo por tiempos cortos.
- El termo siempre debe ser tratado y almacenado en forma vertical. Para transportarlo use un carro especial. En distancias muy cortas puede ser inclinado levemente, para hacerlo rodar sobre su base.
- También es posible levantarlo con una grúa o montacarga, utilizando el orificio del soporte del anillo superior.

- Al descargar un líquido criogénico en un termo u otro contenedor, hacerlo lentamente para que éste se enfríe paulatinamente y no en forma brusca.
- El termo debe considerarse vacío y devolverse al distribuidor cuando la presión desciende de 1,5 bar (22 psi) para evitar contaminación.
- Las precauciones indicadas aquí no son instrucciones de operación, las que varían de acuerdo al termo, al gas utilizado, y a la aplicación considerada. Mayores instrucciones serán entregadas por INDURA al personal que operará los termos criogénicos.

### Esquema básico de termo criogénico



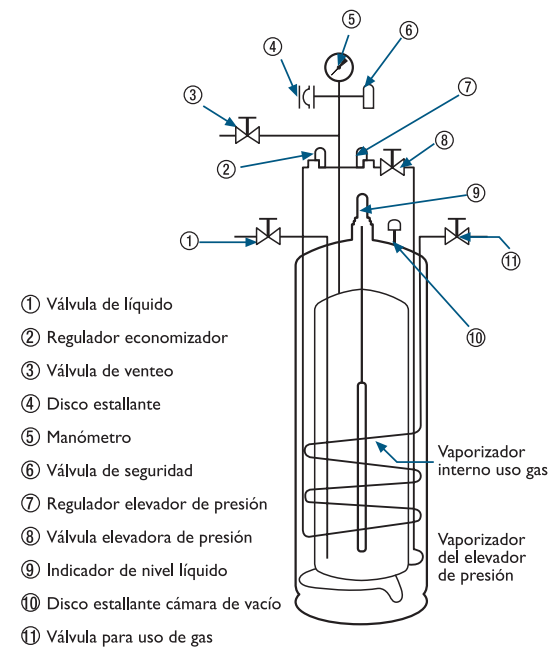
### Válvulas de Termos

Los termos poseen 3 válvulas de salida: uso líquido, uso gas y venteo.

Gas	Tipo de válvula	Chile	Argentina	Perú	Ecuador
Oxígeno	Válvula uso líquido	CGA 440	CGA 440	CGA 440	CGA 440
	Válvula uso gas	DIN 477	G21, 8 x 14	CGA 540	CGA 540
	Válvula de venteo	CGA 440	CGA 440	CGA 440	CGA 295
Nitrógeno	Válvula uso líquido	CGA 295	CGA 295	CGA 295	-
	Válvula uso gas	CGA 555	G5, 8 x 14	CGA 580	-
	Válvula de venteo	CGA 440	CGA 440	CGA 440	-
Argón	Válvula uso líquido	CGA 295	CGA 295	CGA 295	-
	Válvula uso gas	CGA 580	G5, 8 x 14	CGA 580	-
	Válvula de venteo	CGA 440	CGA 440	CGA 440	-
Dióxido de Carbono	Válvula uso líquido	CGA 320	CGA 295	CGA 320	CGA 440
	Válvula uso gas	CGA 320	G 5/8	CGA 320	CGA 320
	Válvula de venteo	CGA 440	CGA 440	CGA 440	CGA 295

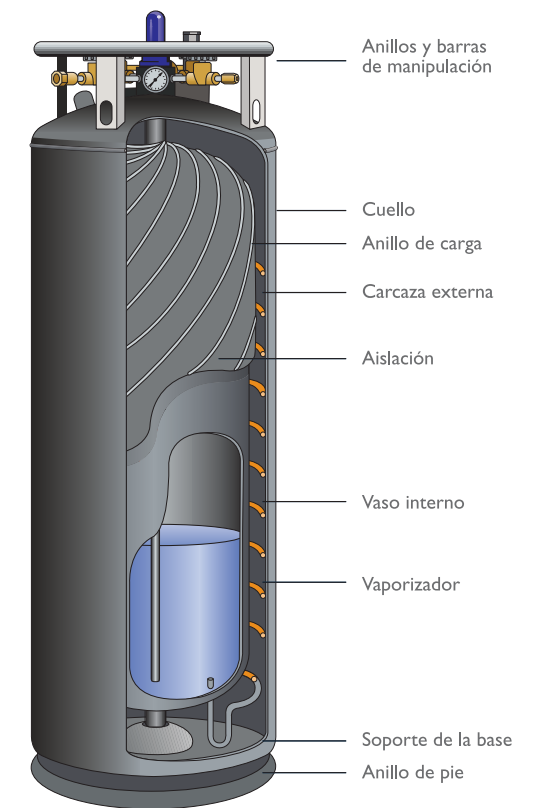
Las válvulas uso líquido se utilizan también para cargar el termo.

### ESQUEMA BÁSICO DE TERMO CRIOGÉNICO



Mayores instrucciones de uso, serán entregadas por INDURA al personal que operará los termos criogénicos.

### VISTA EN CORTEY COMPONENTES DE UN TERMO



Para mayor información solicite ficha TERMOS a Indura.

## Redes Centralizadas

Para usuarios de gas que necesitan un abastecimiento constante en diversos puntos de su recinto, con un volumen apreciable y en buenas condiciones de presión, como ser hospitales o industrias, el mejor método de suministro es una red centralizada.

Este sistema, introducido por INDURA asegura una operación eficiente y económica, entregando un suministro constante e inmediato, a una presión relativamente baja, lo que lo hace más seguro, evitándose las molestias de transporte y almacenamiento de cilindros de alta presión, con menor factor de riesgo.

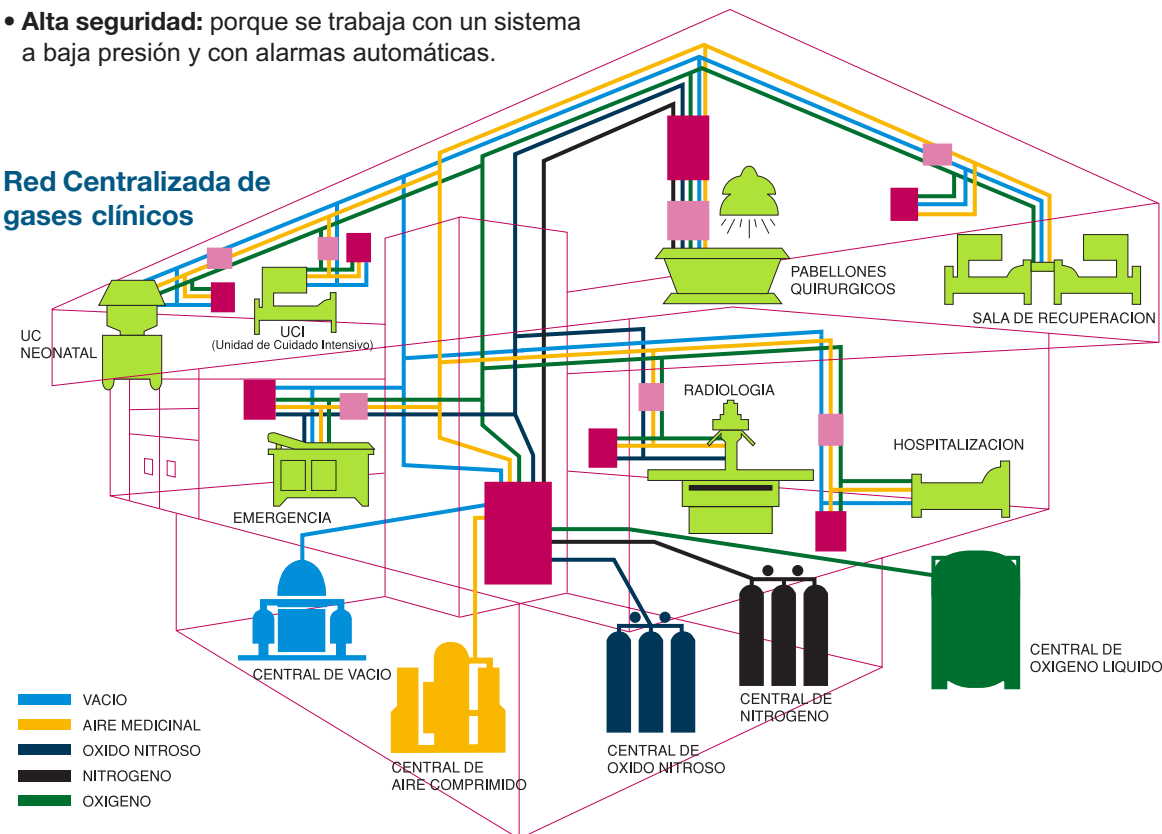
### Redes centralizadas INDURA

INDURA ha diseñado, instalado y abastece numerosas Redes en sus diferentes filiales, para hospitales, clínicas e industrias, para ser usadas con Oxígeno, Nitrógeno, Argón, Aire, etc.

### Ventajas de la red centralizada

- Suministro constante de gas de alta pureza.
- **Alta seguridad:** porque se trabaja con un sistema a baja presión y con alarmas automáticas.

### Red Centralizada de gases clínicos



- **Ahorro:** se evita el costo de fletes constantes de cilindros, y el tiempo perdido en cambio frecuente de cilindros.
- **Economía de espacio:** se aprovecha espacios internos antes destinados a cilindros.
- **Higiene:** se evita la entrada de cilindros a pabellones quirúrgicos, laboratorios u otras zonas donde la asepsia es muy importante.

### ¿Cómo funciona una red centralizada?

Las redes pueden ser alimentadas por un múltiple de cilindros (manifold), un múltiple de termos, o desde un estanque estacionario. El tamaño de una instalación está determinado por las necesidades inmediatas del usuario y sus proyectos a futuro.

La red comienza en un regulador de presión, continuando por cañerías que llevan el gas a las distintas salidas de suministro. Controles automáticos regulan el sistema, denunciando caídas de presión por fugas u otras fallas en el suministro.

## Seguridad en el manejo de Gases

**Cuando los gases son manejados por personas entrenadas e informadas de sus riesgos potenciales, son tan seguros como cualquier producto químico sólido o líquido, en cualquiera de sus procesos de fabricación, envasado, transporte y utilización.**

Muchos años de experiencia mundial en manejo de gases, han originado prácticas de seguridad y equipos especiales, que, si son bien empleados, otorgan completa seguridad.

En la industria de gases, el nivel de accidentes es bajo, y cuando ocurren por lo general se deben a un descuido en el uso de los equipos. Por ello, quien envasa, transporta o utiliza gases, debe informarse bien sobre estas prácticas y prevenir siempre las posibles situaciones de riesgo.

En este capítulo se recuerda los posibles riesgos de los gases y las precauciones que deben observarse, sin embargo estas indicaciones son complementarias. El manipulador, transportista o usuario de gases debe previamente:

- Conocer las características y posibles riesgos del gas (o gases) que maneja (Ver tema Gases).
- Conocer las características y forma correcta de manejo y almacenamiento de envases y equipos para gases comprimidos o criogénicos (Ver tema Equipos).

**La información entregada en este manual sobre equipos para utilización de gases en general, debe ser complementada con información específica sobre el equipo a utilizar, a través de los correspondientes manuales de uso, y en lo posible con instrucción proporcionada por INDURA al operario.**

### Capacitación en seguridad, en Centro Técnico INDURA

Nuestra empresa asociada, CETI, realiza capacitación técnica en diversos temas de soldaduras y gases. En lo referente a este tema, podemos destacar el Seminario «Los Gases, Seguridad y Aplicacio-



nes Industriales», como también el curso «Operador Oxigenista», recomendado para el adiestramiento del personal de mantenimiento en los hospitales, personal para-médico y auxiliar, y en general para toda persona relacionada con las áreas de control y manipulación de gases.

También el Centro Técnico INDURA, ofrece cursos específicos. Comuníquese por teléfono al 600 600 30 30, para que se busque una solución de capacitación de acuerdo a sus necesidades o a las de su personal.

## Factores de riesgo en manejo de gases

### Identificación de los gases

Los distintos gases tienen diferentes propiedades, las que motivan que los envases, equipos, normas de transporte y uso sean también diferentes. El primer factor de seguridad es conocer con qué gas se trabaja, evitando errores de identificación.

- Nunca usar cilindros no identificados adecuadamente (color, marcas, etiquetas), ni equipos que no sean diseñados específicamente para el gas correspondiente (válvulas, cilindros, reguladores, etc.).
- No dejar que los cilindros se contaminen. Para ello se debe mantener un saldo de presión en los cilindros vacíos y la válvula cerrada.
- En caso de mezclar dos gases, debe conocerse su compatibilidad, o, si la mezcla es accidental, recordar que la mezcla de dos gases puede ser peligrosa, controlando de inmediato el escape u otra causa de mezcla.
- Nunca intentar realizar mezclas de gases sin el equipo adecuado o sin saber las propiedades de la mezcla, que pueden ser muy diferentes a las de los gases componentes.
- Si un cilindro pierde su etiqueta, debe ser devuelto al distribuidor, indicando lo sucedido o marcando el cilindro como no identificado.
- Para cada gas, conocer y aplicar precauciones específicas en cuanto a forma de uso, presión de trabajo, temperatura ambiental, almacenamiento y transporte. (Ver tema Gases).
- Nunca debe confundirse cilindros vacíos con otros llenos, conectar un cilindro vacío a un sistema pre-surizado puede causar graves daños.



### Toxicidad

En general, los gases empleados en Chile no son tóxicos, o lo son sólo en muy altas concentraciones. En todo caso debe revisarse para cada gas sus efectos fisiológicos, sobre todo en casos de existir personas que trabajen en ambientes en que la concentración de un gas sea habitualmente alta o en ambientes cerrados y mal ventilados.

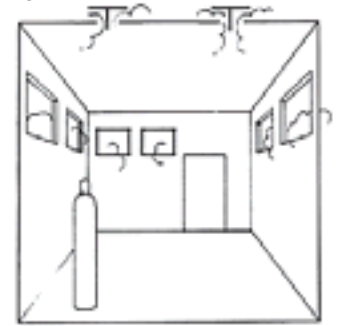
Debe recordarse:

- Todos los gases especialmente si son más pesados que el aire, pueden causar asfixia al desplazar el aire atmosférico, o reducir el porcentaje de oxígeno a un nivel muy bajo. Esto, especialmente en ambientes cerrados o poco ventilados.
- Por ser los gases incoloros, y muchas veces inodoros, los escapes no son apreciables a simple vista, y los síntomas de asfixia pueden ser detectados demasiado tarde. Por ello, deben tomarse todas las precauciones posibles, manejando gases en áreas abiertas o interiores bien ventilados, eliminando todas las posibles causas de escape y controlando regularmente el estado de las válvulas, conexiones, tuberías, etc.
- Al abrir la válvula nunca ponerse frente al flujo de gas, ni interponer las manos, especialmente cuando no se conocen cabalmente las características del gas en uso.

- En el caso de gases de uso médico, es indispensable que quien los administre conozca bien los efectos de cada gas y los porcentajes correctos de mezclas de aire y otros gases.

#### BIEN

Gas almacenado en ambiente ventilado, en que se renueva constantemente el aire, sin peligro de acumulación de gas.



#### MAL

Gas almacenado en ambiente sin ventilación. Cualquier escape permite acumulación de gas, que desplaza el aire, con peligro de asfixia.



### Efectos fisiológicos potenciales de atmósfera gaseosa

#### Atmósferas Deficientes en Oxígeno

Contenido de Oxígeno (% volumen)	Efectos y síntomas (a presión atmosférica)
19,5 %	Nivel de oxígeno mínimo permisible.
15-19%	Disminuye la capacidad de trabajos intensos. Puede inducir síntomas tempranos en personas con problemas en las coronarias, pulmones o circulatorios.
12-14%	Se respira con mayor esfuerzo, aumenta el pulso, deterioro de la coordinación, percepción y juicio.
10-12%	Respiración aumenta en velocidad y profundidad, capacidad de juicio pobre, labios azules.
8-10%	Falla mental, inconsciencia, cara pálida, labios azules, náusea y vómitos.
6- 8%	En 8 minutos; 100% total. En 6 minutos 50% total. En 4 a 5 minutos de exposición recuperable con tratamiento.
4- 6%	Coma en 40 segundos, convulsiones, paro respiratorio, muerte.

Estos valores son aproximados y dependen del individuo, estado de salud y actividad física.

Efectos potenciales de exposiciones a monóxido de carbono

Concentración (ppm)	Efectos y Síntomas	Tiempo
50	Nivel de exposición permisible	8 hrs.
200	Leve dolor de cabeza, incomfortable	3 hrs.
400	Dolor de cabeza, incompatible	2 hrs.
500	Dolor de cabeza, incompatible	1 hrs.
1000-2000	Confusión, dolor de cabeza, Nausea	2 hrs.
1000-2000	Tendencia al desequilibrio	1 1/2 hrs.
1000-2000	Palpitación cardíaca débil	30 min.
2000-2500	Inconsciencia	30 min.
4000	Fatal	menos de 1 hrs.

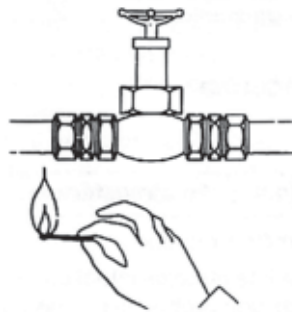
En cambio el CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) a 5000 ppm puede ser expuesto un trabajador por 8 hrs. sin problemas. Por el contrario a 50.000 ppm (5% volumen) es inmediatamente peligroso para la vida y salud.

Detección de fugas

Todo sistema diseñado para uso con gases pre-surizados debe ser verificado en cuanto a su estanqueidad, antes de ser usado. Este control puede ser hecho con Nitrógeno para purgar además del sistema la humedad del aire. Esta verificación permite

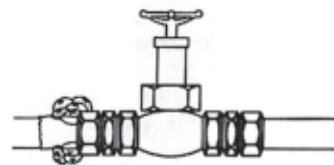
prevenir la posibilidad de escape de gases que pueden ser tóxicos o inflamables.

**NUNCA** debe buscarse escapes con una llama, acercada a las uniones o salidas. El método más sencillo es el de aplicar agua jabonosa o un líquido tensio-activo especial: la formación de burbujas indicará fuga de gases. Se puede utilizar también procedimientos químicos (papeles reactivos muy sensibles), o físicos (detectores de ionización).



**NO**  
Nunca utilizar llama para verificar escape de gas.

**SI**  
Utilizar líquido tensio-activo. Las burbujas indican escape de gas.



Alta presión

La mayoría de los gases de uso industrial o médico están comprimidos a alta presión en cilindros de acero.

Un aumento excesivo de presión o la rotura de la válvula es peligroso, ya que el cilindro puede convertirse en un proyectil al dejar escapar el gas a alta velocidad. También puede existir peligro de asfixia por desplazamiento del aire. Por esto se debe:

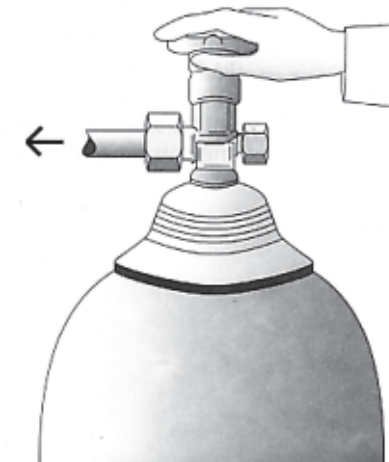
- Tratar siempre los cilindros y su válvula con mucho cuidado, evitando caídas, golpes o choques. Un cilindro que tenga señales de golpe o su válvula trabada, debe ser devuelto al distribuidor señalándose el defecto. Cada cilindro, lleno o vacío, debe siempre tener puesta su tapa protectora, cubriendo la válvula especialmente durante su manipulación o traslado.
- Evitar que el cilindro se caliente (el aumento de temperatura aumenta proporcionalmente la presión). Un cilindro no se debe exponer a temperaturas superiores a 50°C.
- Al utilizar el gas, usar siempre el regulador apropiado para reducir la presión.
- No abrir la válvula con demasiada rapidez: el gas comprimido saldrá a gran velocidad, volviéndose a

comprimir a enorme presión en el regulador, lo que aumenta su temperatura pudiendo llegar a la inflamación en el caso de gases oxidantes.

- Si las conexiones no están bien ajustadas, no son las adecuadas o tienen hilos dañados, puede producirse escape de gas con el consiguiente peligro.
- Los cilindros tienen dispositivos de seguridad para casos en que se produzca una subida excesiva de presión; no se deben modificar ni manipular.
- En el caso de detectarse escape de gas de un cilindro por falla en la válvula, aislarlo al aire libre, lejos de fuentes de ignición.
- Si se desea regular el flujo de gas, debe usarse un flujómetro. Usar el regulador de presión es impreciso y riesgoso. Nunca deberá usarse la válvula del cilindro para este fin.
- A medida que se ocupa el gas de un cilindro, la presión desciende. El cilindro debe considerarse vacío cuando la presión de servicio sea de 2 bar (29 psi), ya que bajo ese valor, puede presentarse succión hacia el interior penetrando aire, humedad u otra forma de contaminación, formándose mezclas que pueden ser explosivas si el gas es inflamable.

Abrir la válvula **solamente con la mano**. Si está trabada, NO usar llave u otro medio de forzarla. Lleve cilindro a INDURA.

Abrir lentamente, con la salida hacia el lado contrario al operador, verificando antes que el regulador esté bien conectado.



**Estado de conservación de los cilindros**

Los cilindros para Gases **no pueden ser soldados, desabollados, enmasillados, y en general reparados**, porque cualquier cambio en la forma y espesor de sus paredes los debilitan y los hacen muy peligrosos.

Los cilindros con fallas deben darse de baja de acuerdo a las normas establecidas.

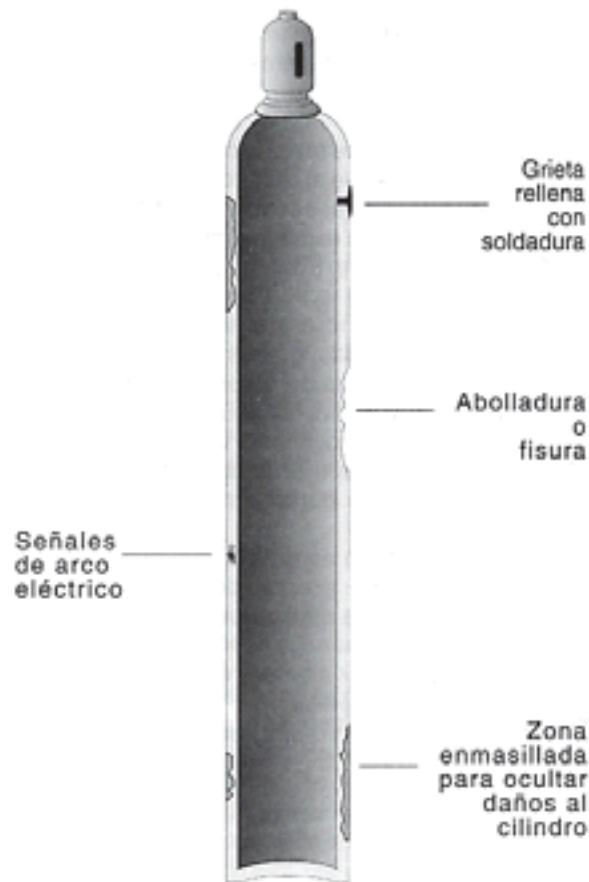
Los cilindros para gas de alta presión deben someterse a inspección y prueba cada 5 años.

La inspección debe ser externa e interna y consta de los siguientes puntos:

- Pesaje
- Medición espesor pared con ultra-sonido
- Control de fisuras o fallas
- Prueba Hidráulica
- Secado

Los cilindros de acetileno deben someterse a inspección y mantención periódica por lo menos cada 10 años.

La inspección debe ser externa e interna de acuerdo a las normas establecidas y debe hacerse cada vez que haya razón para creer que el cilindro o su masa porosa han sufrido cambios que pudieren alterar sus funciones de seguridad.



**Inflamabilidad**

Ciertos gases pueden reaccionar muy activamente o bien violentamente, liberando gran cantidad de calor y produciendo una llama, al contacto con oxígeno (ya sea puro o como parte del aire). Ellos son los **gases combustibles o inflamables**.

El oxígeno es un **gas comburente**, tal como el óxido nitroso, aunque éste en grado mucho menor.

La inflamabilidad de un gas combustible depende en primer lugar de la concentración en que participa en la mezcla con el comburente, y en segundo lugar de la temperatura de autoignición de ésta.

**Límites de inflamabilidad**

Son los valores mínimos y máximos de concentración en volumen de un gas en aire, o en oxígeno, entre los que puede producirse una inflamación en presencia de una llama u otra fuente de ignición. Si el gas considerado tiene una concentración mayor o menor a dichos límites, no se inflamará. Estos límites están medidos a 1 atm. de presión y a 20°C (Ver tabla en pág. 62), y se amplían si aumenta la temperatura o presión, aumentando el riesgo de ignición. Si en el trabajo que se realiza con los gases existe una posibilidad de mezcla inflamable, consulte a INDURA cuáles son los límites de trabajo seguro.

Los límites de inflamabilidad son expresados en porcentaje. Por ejemplo, los límites de inflamabilidad de la mezcla de Hidrógeno en Aire, a 20°C y 1 atm. son 4% y 74,5%. Esto significa que el Hidrógeno puede inflamarse en cualquier concentración entre las citadas, y no a concentraciones menores a un 4% o mayores que un 74,5%. Por ello, debe evitarse que la concentración de Hidrógeno en áreas de trabajo, sobrepase un 4% en la mezcla con aire ambiental.

**Efectos de los gases inertes**

La adición de un gas inerte, que no reacciona con el oxígeno ni con un gas inflamable, modifica los límites de inflamabilidad de éste último.

Este efecto de los gases inertes es de gran importancia en la industria, pues permite el manejo de los gases inflamables en forma segura, manteniéndolos separados del oxígeno del aire.

**Temperatura mínima de auto-inflamación**

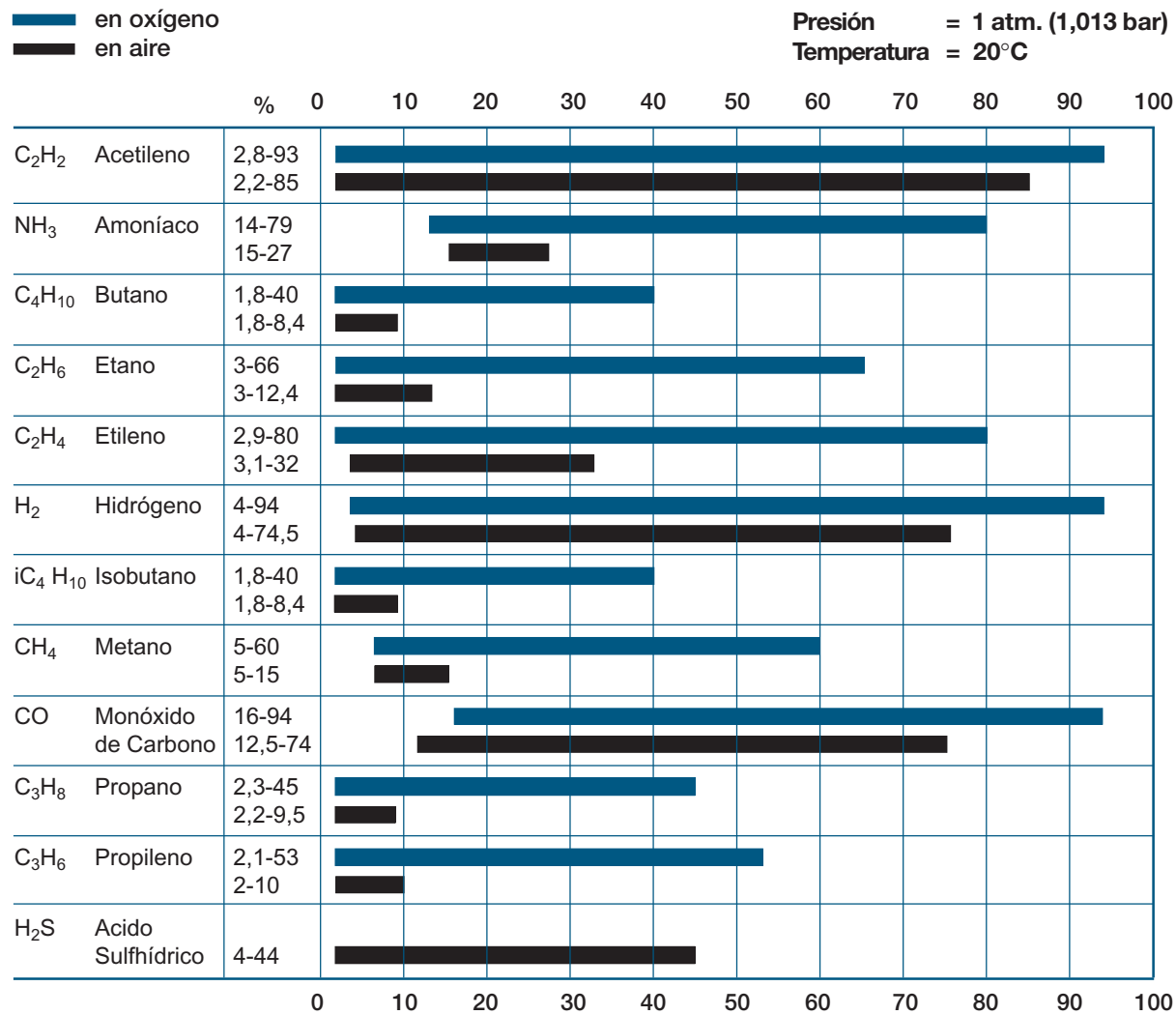
La mezcla de un gas inflamable con aire, al ser calentada gradualmente, llega a una temperatura en que se inicia una reacción química, muy lenta. Al seguir aumentando la temperatura, la rapidez de esta reacción aumenta progresivamente y al llegar a cierto nivel la mezcla entra en combustión violenta, con llama, de todo el volumen gaseoso calentado.

Se dice que la mezcla ha sufrido una auto-inflamación distinguiéndola de la inflamación causada por la presencia de una fuente de ignición, como ser una llama o chispa. Las diferentes mezclas de gas combustible con aire, se auto-inflan a diferentes temperaturas según su concentración.

Cuando se trabaja con tales mezclas debe conocerse la menor temperatura de auto-inflamación propia de esa mezcla, para fijar los límites de seguridad.



Límites inferiores y superiores de inflamabilidad de los gases

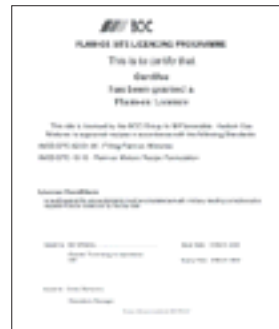


Flam-Ox

«La mezcla accidental de gases inflamables y gases oxidantes puede ocasionar la formación de una mezcla de gases potencialmente explosiva, la cual, si hace ignición, puede explotar y producir la ruptura del recipiente o cilindro que la contiene».

Como el llenado de mezclas inflamables-oxidantes es un proceso altamente muy peligroso, el Grupo de empresas BOC (a quien pertenecemos) exige que todas las plantas que llenen mezclas inflamables-oxidantes cuenten con una licencia, en la cual todos los autores de fórmulas inflamables-oxidantes deben ser entrenados, evaluados y aprobados como competentes. Esta aprobación de fórmulas complejas, sólo puede ser realizada por los miembros del Flam-Ox RDA.

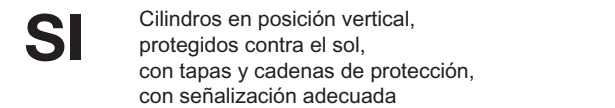
Por lo tanto, Indura Cerrillos cuenta con la acreditación para la producción de estas mezclas, cumpliendo con los más altos estándares de seguridad y tecnología para su realización.



Precauciones en el manejo de gases inflamables

Los cilindros que contienen gases inflamables deben ser tratados con especial cuidado, en cuanto a su almacenamiento, transporte y utilización. Las principales reglas de seguridad comunes a todos estos gases son:

- Almacenar los cilindros con cuidado, siempre en posición vertical, en ambientes frescos y bien ventilados, ojalá en el exterior, fuera del alcance del sol, y lejos de cualquier fuente de ignición o circuito eléctrico. El cilindro nunca debe calentarse a más de 50°C.
- Nunca almacenar gases combustibles junto con gases comburentes, como oxígeno u óxido nitroso.
- Los cilindros de gases combustibles, especialmente hidrógeno, deben ser usados sólo por personal de gran experiencia y debidamente calificado.
- Manejar los cilindros con especial cuidado, evitando que se golpeen, se calienten o reciban electricidad. Recordar que los cilindros «vacíos» aún contienen gas. Siempre deben tener su válvula cerrada, con el gorro puesto.
- Usar para cada gas las válvulas, reguladores y conexiones especiales para ese gas. Nunca usar empaquetaduras de goma, cuero ni de ningún material orgánico. No engrasar o aceitar ningún envase, equipo o accesorio para uso con gases combustibles o comburentes.
- Preocuparse de mantener las salidas y conexiones de válvula y regulador siempre limpias, sin polvo ni partículas extrañas.
- Un cilindro con la válvula abierta y poca presión puede contaminarse, formándose mezclas explosivas. Por ello no usar el cilindro cuando la presión es igual o menor a 25 lbs/pulg<sup>2</sup>. Cuando el cilindro no está en uso, debe permanecer con la válvula cerrada.



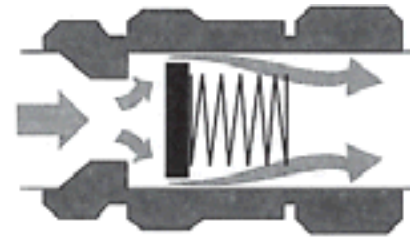
- Las válvulas y reguladores deben ser abiertas con lentitud, para evitar altas presiones de salida, que pueden incluso incendiar el regulador. Si el Hidrógeno sale muy rápido, arderá en contacto con el aire, por lo que en este caso nunca debe abrirse la válvula sin que esté conectado el regulador.
  - Use válvulas anti-retroceso en la salida del regulador y en la conexión de los sopletes, con el objeto de prevenir el flujo inverso de los gases, en el caso de aplicación de mezclas con gases combustibles. Ej.: (Acetileno con Oxígeno).
- Ver precauciones especiales en el manejo del Acetileno (Ver página 10).
- El oxígeno, aunque no es un gas combustible, debe ser tratado como tal por su fuerte acción comburente, especialmente en las cercanías de gases inflamables.
  - Si un cilindro tiene escape, márkelo y aislo, en el exterior, lejos de toda fuente de ignición. Avise al distribuidor. En el caso de hidrógeno tenga especial cuidado, pues arde a alta temperatura sin que se vea su llama.
  - La práctica de entreabrir brevemente la válvula de un cilindro antes de poner el regulador, aconsejable en otros gases, **nunca debe hacerse** en el caso de gases combustibles u oxígeno.
  - En recintos de almacenamiento o uso de gases combustibles, señalar debidamente, con letreros NO FUMAR, y mantener, en buen estado, equipos adecuados para extinción de incendios (preferiblemente de CO<sub>2</sub> o polvo químico).
  - Al retirar el regulador, verificar que no quede gas en su interior.
  - Nunca tapar u obstaculizar la válvula del cilindro cuando se esté utilizando un gas combustible, ya que esto puede impedir su cierre rápido si fuese necesario.

**Flujo inverso de Gas combustible + Oxígeno**  
**+ 1.000°C de calor de Recompresión**

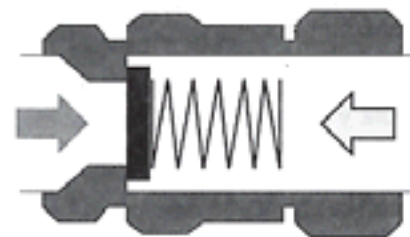


**Válvula anti-retroceso**

Flujo Normal



Flujo Inverso



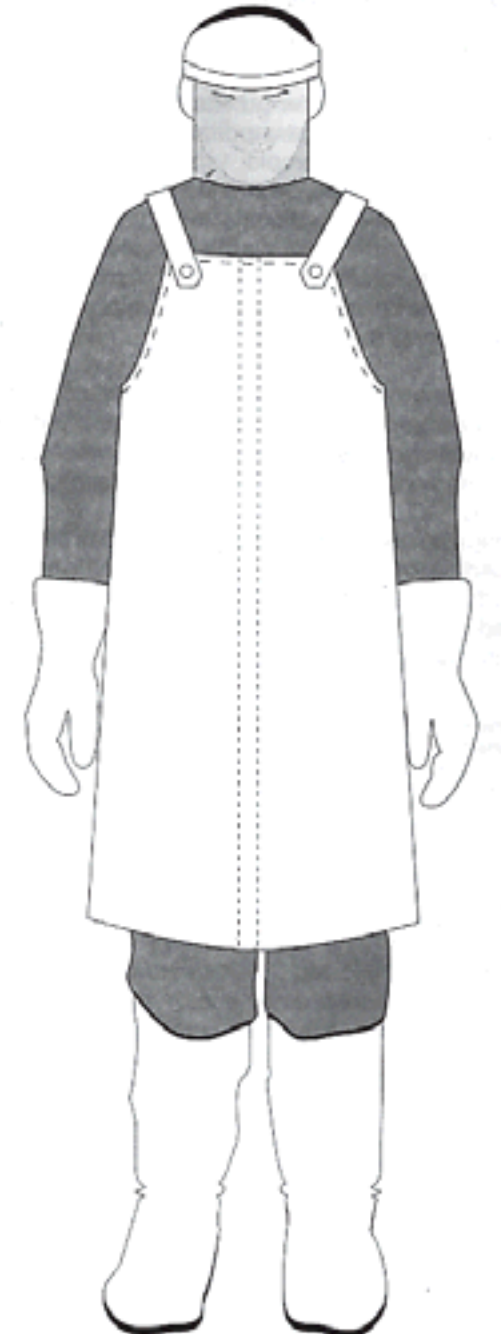
**Factores de riesgo en manejo de Gases Criogénicos**

Las precauciones a usar en el manejo de gases criogénicos son las mismas que para gases comprimidos, salvo dos factores especiales, comunes a todos los gases criogénicos:

- su temperatura extremadamente baja.
- su gran expansibilidad: pequeños volúmenes de líquido se transforman en grandes volúmenes de gas.

**Precauciones ante temperaturas criogénicas**

- Nunca tocar con alguna parte desprotegida del cuerpo un recipiente o cañería que contenga gases criogénicos, especialmente si no están debidamente aislados: el metal frío puede pegarse a la piel, causando heridas profundas al tratar de despegarse.
- Proteger los ojos con pantalla facial o gafas protectoras, especialmente el operario que realice traspaso de fluidos de un recipiente a otro.
- Utilizar siempre guantes de asbesto o cuero bien secos, con un broche suelto que permita sacárselos rápidamente si cae o salpica líquido en ellos. Incluso con los guantes puestos, se puede soportar el frío sólo por tiempos cortos.
- Usar sólo envases diseñados específicamente para contener líquidos criogénicos, construidos para soportar las grandes diferencias de temperatura y presiones normales de operación.



### Alto coeficiente de expansión

Una de las características más ventajosas de los fluidos criogénicos es a la vez uno de sus factores de riesgo: una pequeña cantidad de líquido criogénico puede producir, al vaporizarse, grandes cantidades de gas. Por ejemplo, 1 m<sup>3</sup> de oxígeno en estado líquido a 1 atm., se transforma en 843 m<sup>3</sup> de oxígeno gaseoso, medidos a 15°C y 1 atm.

Por estas razones, debe tomarse siempre las siguientes precauciones, especialmente en el caso de nitrógeno y argón:

- Almacenar y utilizar el líquido criogénico sólo en lugares bien ventilados. En caso contrario la evaporación gaseosa puede reducir el porcentaje de oxígeno en el ambiente a niveles peligrosamente bajos.
- Tenga en cuenta que el aumento del gas en el aire puede ocurrir en la noche, cuando la sala está cerrada. Si usted tiene alguna duda sobre la cantidad de aire existente en una sala, ventílela bien antes de entrar a ella.

Suponiendo que llenásemos una esfera con Helio líquido, su contenido bastaría para llenar 729 globos (del mismo volumen) con Helio en forma de gas.



- Si alguien se desmaya o da signos de debilidad mientras trabaja con gases criogénicos, llévelo de inmediato a un área bien ventilada. Si ha dejado de respirar, aplique respiración artificial. Siempre que una persona pierda el conocimiento pida ayuda médica de inmediato.
- En una instalación nunca deben quedar líquidos criogénicos atrapados entre dos puntos pues su gran capacidad de evaporación generará presiones muy altas. Este riesgo se elimina colocando válvulas de seguridad en los puntos de la red que presenten esta posibilidad.

Consulte a INDURA.

## Los Gases en la Medicina

### Introducción

Habiendo sido los gases utilizados en medicina desde la antigüedad, especialmente en anestesia o como analgésicos, son en nuestra época indispensables en la medicina moderna, ya sea en su antigua función analgésica y narcótica, como medio respiratorio o como agente estimulador de funciones fisiológicas.

El desarrollo de modernos sistemas automáticos de suministro, aplicación y control, ha hecho posible su utilización en forma rápida, segura y económica, donde y cuando se les necesite.

Este capítulo intenta servir como referencia sumaria de los gases utilizados en medicina, los sistemas de suministro y los equipos para su utilización. Sin embargo, no intenta instruir sobre manejo de equipos o formas de administración de gases, materia pertinente al personal médico o paramédico, u operarios calificados, que deben estar informados y entrenados en el uso de gases o equipos, y sus respectivas normas de seguridad.

### INDURA en el área de gases médicos

INDURA produce e importa gases de alta pureza para uso medicinal, envasados siguiendo las más estrictas normas de seguridad, garantizando las condiciones de calidad requeridas para el uso en esta área.

Los gases medicinales al actuar por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos y presentar propiedades de prevenir, diagnosticar, tratar, aliviar o curar enfermedades o sus síntomas e igualmente al ser utilizados en procedimientos, destinados a la práctica médica, son clasificados como medicamentos.

Mundialmente el concepto es que los gases utilizados en aplicaciones medicinales corresponden a productos farmacéuticos, sin embargo su fabricación proviene de un proceso industrial especializado que no se lleva a cabo en los laboratorios farmacéuticos tradicionales.

El estándar de calidad para este producto son establecidos mundialmente con la definición de Buenas Prácticas de Manufactura que aplican los reglamentos sanitarios de cada país. Indura, siguiendo esta premisa, ha establecido sus procedimientos según lo que en éstas se señala.

INDURA a través de su departamento especializado a cargo de ingenieros y técnicos experimentados en el área, planifica, diseña y construye sistemas de abastecimiento y redes centralizadas de distribución interna de gases, para hospitales, centros médicos y clínicas, asegurando el mantenimiento y abastecimiento de dichas redes.

Además, a través de INDURA Médica, importa y distribuye equipos para uso médico.

También se imparte capacitación para los funcionarios que participan en las áreas de los establecimientos de salud, con el propósito de entregar contenidos educativos en el manejo seguro de gases. Indura realiza servicios post venta en reparación, mantenimiento y asesoría profesional, tanto en sus instalaciones o como servicios externalizados.

## Gases INDURA para uso médico

### Oxígeno

El oxígeno considerado hoy como una droga fue preparado por primera vez en 1.727 por Stephen Hale, aunque los méritos son atribuidos mayoritariamente a Joseph Priesley quien lo preparó en 1.777 y sugirió su utilidad en cierto tipo de enfermedades. En el año 1.780, Lavoisier demostró que el oxígeno es esencial para la práctica de la Medicina Moderna.

Sus aplicaciones médicas más comunes se realizan en anestesia, unidad de cuidados intensivos, terapia respiratoria y reanimación, este gas es sin duda el más usado y más importante para todos los hospitales del mundo.

Desde el punto de vista fisiológico, el oxígeno es usado para tratar o prevenir la hipoxia, la que puede deberse a muchas causas (enfermedades pulmonares, shock, anemia, intoxicación por CO<sub>2</sub>, etc.). También su uso se ha ampliado a otros campos con la aparición de nuevas tecnologías, por ejemplo, en la cámara hiperbárica, donde son tratadas con hiperoxia infecciones por anaerobios (gangrenas, etc.), envenenamiento por monóxido de carbono, terapia antitumoral, enfermedad de los buzos (síndrome de descompensación brusca), etc.

### Aire

El aire comprimido tiene amplia aplicación en la medicina moderna. Es fundamental en las unidades de cuidados intensivos, sobre todo en la forma de fuente de poder movilizar respiraciones compulsados por aire comprimido, o como diluyente de O<sub>2</sub> administrado, dado que el O<sub>2</sub> en concentraciones de 100% es tóxico para el organismo.

En las modernas máquinas de anestesia, el aire es un elemento importante, como en las nuevas instalaciones médicas de redes, donde es frecuente ver salidas para aire junto a las salidas para O<sub>2</sub>.

Se utiliza también como elemento de transporte para atomizar agua, administrándose a las vías respiratorias.

El aire es además un medio de succión y un agente propulsor de equipos de cirugía.

### Dióxido de Carbono

Este gas tiene propiedades anestésicas en concentraciones elevadas, pero las alteraciones fisiológicas provocadas (acidosis respiratoria, vasodilatación, etc.) son demasiado riesgosas, motivo por el cual este uso fue abandonado.

En concentraciones de 1-6% es un potente estimulante respiratorio y provoca un marcado aumento de volumen y la frecuencia respiratoria. En los últimos años el llamado «Test de CO<sub>2</sub>», ha adquirido gran importancia, dado que permite diferenciar entre los pacientes con distintas patologías pulmonares un subgrupo especial de ellos, los cuales tienen respuestas anormales al CO<sub>2</sub>, lo que a su vez tiene importantes implicancias terapéuticas.

Este gas también es utilizado para crear una atmósfera artificial con características fisiológicas para la implantación de órganos, o también en la máquina corazón pulmón, usada en cirugía cardíaca, donde permite mantener los niveles de CO<sub>2</sub> sanguíneo en rangos normales.

### Nitrógeno

Es utilizado en hospitales como fuente de potencia de alta presión para trepanos empleados en procedimientos quirúrgicos. También es usado como integrante de aire artificial preparado por mezcla con Oxígeno. La baja temperatura del Nitrógeno líquido (-196°C), es aprovechada en las nuevas técnicas de criocirugía, en congelación y conservación de embriones, sangre, esperma, etc.

### Oxido Nitroso

Probablemente es el agente anestésico inhalatorio más usado en el mundo, al punto de haberse hecho consustancial al concepto de Anestesia General Inhalatoria para muchos anestesiistas.

Es un gas incoloro, no irritante y de un olor suave y agradable.

Su descubrimiento es atribuido a Joseph Priesley en 1.792 o 1.795. Veinte años más tarde Humphrey Davy escribe un libro sobre gas, determinando la mayoría de las características físico-químicas hasta hoy conocidas.

Este gas no sólo es usado en anestesia sino que en muchos campos de la medicina por sus propiedades analgésicas y sedantes, ha mantenido su popularidad por dos razones importantes:

- Primero, por su escasa toxicidad y leves alteraciones fisiológicas que provoca (pulso y presión, ritmo respiratorio lo que hace el anestésico inhalatorio más conocido o existente).
- Segundo, su gran velocidad de ingreso y salida del organismo, lo que permite aplicarlo a pacientes que luego se reintegran a su vida cotidiana, como es el caso del uso en odontología.

Al administrarlo en concentraciones de 20-40%, produce un poderoso efecto sedante y marcado efecto analgésico; en concentraciones de hasta 60%, no logra anestesiarse a un paciente, por lo que se le considera un anestésico débil.

Se usa como analgésico durante el parto (técnica muy difundida en Europa) y como sedante y analgésico en odontología. Técnica recientemente introducida a nuestro país pero muy antigua en Estados Unidos y Europa, y en general, se utiliza en distintos procedimientos menores que se desean realizar en forma ambulatoria.

### Helio

Siendo un gas fisiológicamente inerte y mucho más liviano que el aire, el Helio es usado en medicina como componente de mezclas respiratorias en las que reduce la densidad, permitiendo mayor penetración y disminuyendo cualquier dificultad respiratoria. De este modo, los pacientes que presentan obstrucción respiratoria crónica a nivel laríngeo o bronquial, pueden respirar con un esfuerzo mucho menor si el nitrógeno del aire es reemplazado por helio.

El helio es también utilizado como diluyente del ciclopropano, reduciendo su inflamabilidad en la mezcla con Oxígeno.

### Mezcla de gases para uso médico

INDURA proporciona mezclas gaseosas especiales para uso médico, ya sea para tratamientos respiratorios o equipos de análisis sanguíneo u otros.

Nuestras mezclas se realizan con equipos de precisión y son controladas posteriormente en laboratorios por cromatografía, para asegurar la exactitud de mezcla.

### Entonox - Alivio del dolor por inhalación.

Entonox es un potente analgésico que depende de la auto-administración y de la cooperación del paciente para que su uso sea exitoso. Es de acción rápida debido a la naturaleza insoluble del Óxido Nitroso y tiene además una recuperación rápida una vez que se termina la administración. Es un agente ideal para usarlo por poco tiempo y para dolores de corta duración. Se puede usar solo o como coadyuvante con los opiáceos o analgesia oral.

La gran ventaja del Entonox es que alcanza el alivio del dolor mientras permanece el contacto verbal con el paciente. Aunque algunos pacientes pueden estar somnolientos, les permite un mayor grado de cooperación durante el procedimiento. Entonox no solo controla el dolor; sino que, como también contiene un 50% de Oxígeno, provee una mayor adquisición de Oxígeno.

La pediatría se ha privado del uso de la analgesia efectiva debido al temor de los efectos colaterales. El Entonox puede ofrecer un método eficaz para manejar el procedimiento doloroso de corta duración sin efectos colaterales. También ofrece control personal sobre el dolor y la ansiedad, con ventajas psicológicas y fisiológicas considerables.

### Usos

El Entonox se conoce como una opción adecuada para el control del dolor en los siguientes procedimientos:

- Alivio del dolor en procedimientos dermatológicos y ortopédicos.
- Cambio de vendajes y remoción de drenajes.
- Remoción de suturas en áreas dolorosas y sensibles.
- Cambio de apósitos en quemaduras.
- Procedimientos invasivos. Caracterización.
- Cambio de posición de extremidades, manipulación o ferulación.

- Lesiones traumáticas.
- Cambio de posición en el paciente que tiene dolor.
- Aplicación de tracción.
- Inserción y remoción de pines esqueléticos (elementos de osteosíntesis) para tracción.
- Aplicación de yeso.
- Remoción de aplicadores ginecológicos intrauterinos.
- Movimiento de extremidades durante radiografías.
- Fisioterapia.
- Cólico renal.
- Dolor de parto.
- Biopsia de médula ósea del esternón.
- Constipación.
- Pediatría, en los casos en los que el niño tiene miedo a las inyecciones o a procedimientos desconocidos.
- Trauma agudo
- Alivio temporal del dolor en el trabajo dental.
- Alivio temporal del dolor en procedimientos tales como limpieza de heridas, quemaduras y suturas.
- Trabajo de parto normal.

**Heliox**

En los años 30, Barach demostró que la combinación de helio y oxígeno, mezcla a la que denominó HELIOX, mejoraba el flujo aéreo en pacientes con lesiones obstructivas de laringe, tráquea y vías aéreas inferiores.

Existen múltiples situaciones clínicas en las que podría ser beneficiosa la utilización de una mezcla gaseosa de muy baja densidad, sobre todo los cuadros obstructivos de diferentes etiologías. El HELIOX, aunque carece de efectos terapéuticos intrínsecos, puede servir como un «puente terapéutico» o medida temporizadora, hasta que se produzca el efecto de otras terapias específicas administradas concomitantemente o bien la resolución espontánea del cuadro, manteniendo mientras tanto al paciente

en mejores condiciones, y postergando e incluso evitando la necesidad de medidas terapéuticas más agresivas.

**1.- Bases Físicas de su Aplicabilidad Terapéutica**

El helio es un gas noble, inerte, no inflamable, inodoro, e incoloro, que posee el menor peso específico de todos los gases con la excepción del hidrógeno, altamente inflamable. Su bajo peso específico le confiere una densidad también muy baja. Si se sustituye el nitrógeno del aire inspirado (78% del mismo) por helio, que es siete veces menos denso, se obtiene una mezcla gaseosa denominada HELIOX (78/22), cuya densidad es tres veces menor que la del aire: esta propiedad física es la que condiciona su principal potencial terapéutico.

El flujo de aire en las vías aéreas es una combinación de flujos laminares y turbulentos. Que el flujo de un gas sea laminar o turbulento, estará determinado por el número de Reynolds, valor que depende de la velocidad del flujo, el diámetro de la vía aérea y el cociente entre la densidad del gas y su viscosidad. Cuando el flujo de un gas es turbulento, la resistencia a dicho flujo está aumentada y el gradiente de presión necesario para mantenerlo es directamente proporcional a la densidad del gas; sin embargo, si el flujo es laminar, la resistencia ofrecida por la vía aérea es menor y el gradiente de presión ya no depende de la densidad del gas, sino que es simplemente proporcional al flujo. Traducido en términos de trabajo respiratorio, en situación de flujo laminar, la diferencia de presión necesaria para mantener dicho flujo, será mucho menor que en condiciones turbulentas, donde esta presión es proporcional al cuadrado del flujo y a la densidad.

**Abastecimiento de gases INDURA a establecimientos de salud**

INDURA abastece regularmente a sus clientes en el área médica, en forma constante y oportuna, por medio de su flota de camiones semi trailers criogénicos, en el caso de Oxígeno o Nitrógeno Líquido, o con cilindros de alta presión para gas comprimido en el caso de otros gases o mezclas.

**Tablas de equivalencias**

A continuación se entregan tablas de equivalencias de las unidades más usuales en el área de los gases y algunas unidades de uso frecuente, considerando especialmente las unidades SI y las unidades inglesas.

para convertir	multiplicar por	para obtener	para convertir	multiplicar por	para obtener
<b>Longitud</b>					
milla náutica	1,852	km		0,53996	mi naut.
milla [mi]	1,6093	km		0,62139	mi
yarda [yd]	0,9144	m		1,09361	yd
pie [ft]	0,3048	m		3,28084	ft
pulgada [in]	2,54	cm		0,39370	in
pulgada	25,4	mm		0,03937	in
mil	25,4	u.m		0,03937	mil
<b>Area</b>					
mi <sup>2</sup>	2,59	km		0,3861	mi <sup>2</sup>
acre	0,40469	há		2,471	acre
há	10000	m <sup>2</sup>		0,0001	há
yd <sup>2</sup>	0,83613	m <sup>2</sup>		1,196	yd <sup>2</sup>
ft <sup>2</sup>	0,092903	m <sup>2</sup>		10,764	ft <sup>2</sup>
in <sup>2</sup>	645,16	m <sup>2</sup>		0,00155	in <sup>2</sup>
<b>Volumen</b>					
yd <sup>3</sup>	0,76455	m <sup>3</sup>		1,30796	yd <sup>3</sup>
ft <sup>3</sup>	0,028317	m <sup>3</sup>		35,314	ft <sup>3</sup>
galón US	3,7854	dm <sup>3</sup> [l]		0,26417	galón US
quart US	0,94635	dm <sup>3</sup> [l]		1,05669	quart US
onza fl US	29,574	cm <sup>3</sup>		0,03381	onza fl US
in <sup>3</sup>	16,387	cm <sup>3</sup>		0,06102	in <sup>3</sup>
<b>Masa</b>					
tonelada US	0,90718	Mg [t]		1,10232	ton US
libra [lb]	0,45359	kg		2,20463	lb
oz (av)	28,35	g		0,03527	oz (av)

para convertir	multiplicar por	para obtener	para convertir	multiplicar por	para obtener
<b>Presión</b>					
bar	14,504	psi	0,06895	bar	
bar	100000	Pa [N/m <sup>2</sup> ]	0,00001	bar	
bar	100	kPa	0,01	bar	
bar	0,9869	atm.	1,01325	bar	
bar	1,0197	kg/cm <sup>2</sup>	0,98064	bar	
bar	750,06	mm Hg	0,0013332	bar	
bar	10,197	m H <sub>2</sub> O	0,098064	bar	
mbar	1,0197	cm H <sub>2</sub> O	0,98064	mbar	
mbar	1	HPa	1	mbar	
atm.	14,696	psi	0,06805	atm.	
atm.	101,325	kPa	0,00987	atm.	
atm.	1,0332	kg/cm <sup>2</sup>	0,96787	atm.	
atm.	760	mm Hg	0,00132	atm.	
atm.	10,3323	m H <sub>2</sub> O	0,096787	atm.	

**Vacío**

mm Hg (0°C) (torr)	0,13332	kPa	7,5007	mm Hg	
cm H <sub>2</sub> O (4°C)	0,098064	kPa	10,197	cm H <sub>2</sub> O	
cm H <sub>2</sub> O (4°C)	0,98064	mbar	1,0197	cm H <sub>2</sub> O	
plg H <sub>2</sub> O (4°C)	2,49083	mbar	0,40147	plg H <sub>2</sub> O	

**Temperatura**

para convertir	utilizar	para obtener
°F (fahrenheit)	5/9 (°F - 32)	°C
°C (Celsius)	9/5°C + 32	°F
°C	°C + 273,15	K (Kelvin)
°F	°F + 459,67	°R (Rankine)
K	9/5 K	°R
°R	5/9°R	K

para convertir	multiplicar por	para obtener	para convertir	multiplicar por	para obtener
<b>Densidad</b>					
lb/ft <sup>3</sup>	16,0185	kg/m <sup>3</sup>	0,06243	lb/ft <sup>3</sup>	
lb/ft <sup>3</sup>	0,016018	g/cm <sup>3</sup>	62,429	lb/ft <sup>3</sup>	
g/cm <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>	0,001	g/cm <sup>3</sup>	
<b>Flujo</b>					
m <sup>3</sup> /h	16,667	l/min	0,06	m <sup>3</sup> /h	
ft <sup>3</sup> /h	0,028317	m <sup>3</sup> /h	35,314	ft <sup>3</sup> /h	
ft <sup>3</sup> /h	0,47195	l/min	2,1188	ft <sup>3</sup> /h	
<b>Trabajo, energía</b>					
kcal	4,184	kJ	0,23901	kcal	
kWh	3600	kJ	0,00028	kWh	
Btu	1,05506	kJ	0,94781	Btu	
Termia	105506	kJ	0,00001	termia	
hp h	2684,5	kJ	0,00372	hp h	

**Potencia**

Btu/s	1,05506	kW	0,94781	Btu/s	
hp (eléctrico)	0,746	kW	1,3404	hp	
CV	0,7355	kW	1,3596	CV	
kcal/h	1,1622	W	0,86044	kcal/h	