

# SEGURIDAD CON EQUIPOS OXIACETILÉNICOS PORTÁTILES

PROTEGER

HIGIENE CONTROLADA





DEPÓSITO LEGAL  
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS  
HECHO EL DEPÓSITO QUE MARCA LA LEY 11.723

EL DERECHO DE PROPIEDAD DE ESTA OBRA COMPRENDE PARA SU AUTOR LA FACULTAD EXCLUSIVA DE DISPONER DE ELLA, PUBLICARLA, TRADUCIRLA, ADAPTARLA O AUTORIZAR SU TRADUCCIÓN Y REPRODUCIRLA EN CUALQUIER FORMA, TOTAL O PARCIAL, POR MEDIOS ELECTRÓNICOS O MECÁNICOS, INCLUYENDO FOTOCOPIA, COPIA XEROGRÁFICA, GRABACIÓN MAGNETOFÓNICA Y CUALQUIER SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN. POR CONSIGUIENTE, NINGUNA PERSONA FÍSICA O JURÍDICA ESTÁ FACULTADA PARA EJERCITAR LOS DERECHOS PRECITADOS SIN PERMISO ESCRITO DE RED PROTEGER.  
LOS INFRACTORES SERÁN REPRIMIDOS CON LAS PENAS DE LOS ARTS. 172 Y CONCORDANTES DEL CÓDIGO PENAL (ARTS. 2º, 9º, 10, 71, 72 DE LA LEY 11.723).

**"Donde hay una empresa  
de éxito, alguien tomó  
alguna vez una decisión  
valiente"**

Peter Drucker

## INDICE

- 1) ASPECTOS LEGALES EN LA ARGENTINA
- 2) INTRODUCCIÓN
  - 2.1) Elementos del Equipo de Soldadura Oxiacetilénica
- 3) PELIGROS ASOCIADOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS
- 4) OXIGENO
  - 4.1) El Oxígeno Aumenta la Velocidad de Combustión
  - 4.2) Deficiencia de Oxígeno
  - 4.3) Enriquecimiento de Oxígeno
  - 4.4) Aceite y grasa
- 5) GASES COMBUSTIBLES
  - 5.1) Propiedades Físicas
  - 5.2) Descomposición de Hidrocarburos
  - 5.3) La Llama de Precalentamiento
  - 5.4) Diferentes Llamas
- 6) ACETILENO
- 7) PELIGROS ASOCIADOS AL USO DE CILINDROS DE GAS
  - 7.1) Almacenamiento
  - 7.2) Emplazamiento
  - 7.3) Transporte
  - 7.4) Uso
  - 7.5) Pautas Generales
- 8) TIPOS DE SOPLETE
- 9) RETROCESOS
  - 9.1) Retroceso Momentáneo
  - 9.2) retroceso sostenido
  - 9.3) Retroceso Total
  - 9.4) Medidas Preventivas
- 10) PELIGROS ASOCIADOS AL PROCESO
  - 10.1) Incendios
  - 10.2) Explosiones
  - 10.3) Normas de Seguridad Generales
  - 10.4) Normas de Seguridad Específicas
  - 10.5) Riesgos Debidos a las Radiaciones UV, Visibles e IR
  - 10.6) Exposición a Humos y Gases
  - 10.7) Equipos de Protección Individual
- 11) PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO

- 11.1) Gas Combustible
- 11.2) Oxígeno
- 11.3) Encendido del Soplete
- 11.4) Apagado del Soplete

12)DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- 12.1) Dispositivo Antirretroceso de Llama
- 12.2) Filtro
- 12.3) Válvula Antirretorno
- 12.4) Válvula de Cierre
- 12.5) Situación de los dispositivos de seguridad
- 12.6) Materiales de Construcción
- 12.7) Marcado

13)MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

ANEXO I: OXÍGENO Y ACETILENO

ANEXO II: EMERGENCIA CON TUBOS DE ACETILENO

## 1) ASPECTOS LEGALES EN LA ARGENTINA

### **Decreto 351/79 - Reglamentario de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo**

(Se incluye únicamente las partes relacionadas al Tema)

#### **Capítulo 16 - Aparatos que puedan desarrollar presión interna**

**Art. 142-** El almacenado de recipientes, tubos, cilindros, tambores y otros que contengan gases licuados a presión, en el interior de los locales, se ajustará a los siguientes requisitos:

- 1- Su número se limitará a las necesidades y previsiones de su consumo, evitándose almacenamiento excesivo.
- 2- Se colocarán en forma conveniente, para asegurarlos contra caídas y choques.
- 3- No existirán en las proximidades sustancias inflamables o fuentes de calor.
- 4- Quedarán protegidos de los rayos del sol y de la humedad intensa y continua.
- 5- Los locales de almacenaje serán de paredes resistentes al fuego y cumplirán las prescripciones dictadas para sustancias inflamables o explosivas.
- 6- Estos locales se marcarán con carteles de "peligro de explosión", claramente visibles.
- 7- Se prohíbe la elevación de recipientes por medio de electroimanes, así como su traslado por medio de otros aparatos elevadores, salvo que se utilicen dispositivos específicos para tal fin.
- 8- Estarán provistos del correspondiente capuchón.
- 9- Se prohíbe el uso de sustancias grasas o aceites en los orificios de salida y en los aditamentos de los cilindros que contengan oxígeno o gases oxidantes.
- 10- Para el traslado, se dispondrá de carretillas con ruedas y trabas o cadena que impida la caída o deslizamientos de los mismos.
- 11- En los cilindros con acetileno se prohíbe el uso de cobre y sus aleaciones en los elementos que puedan entrar en contacto con el mismo; asimismo se mantendrán en posición vertical al menos 12 horas antes de utilizar su contenido.

#### **Capítulo 17 - Trabajos con Riesgos Especiales**

**Art. 153-** En los establecimientos en donde se efectúen trabajos de soldadura autógena - alta presión, se almacenarán los cilindros según lo establecido en el Artículo 142. Los de oxígeno y los de acetileno se almacenarán separadamente de manera tal que en caso de incendio se los pueda evacuar rápidamente. Serán claramente rotulados para identificar el gas que contienen, indicándose en forma visible el nombre del gas y pintando la parte superior con colores para su diferenciación.

Se utilizarán reguladores de presión diseñados sólo y especialmente para el gas en uso. Los sopletes deberán ser limpiados regularmente, efectuándose su mantenimiento en forma adecuada y serán conectados a los reguladores por tubos flexibles, especiales para estas operaciones. Se evitará el contacto de sustancias grasas o aceites con los elementos accesorios de los cilindros de oxígeno.

**Art. 154-** En los establecimientos en donde se efectúen trabajos de soldadura autógena - baja presión, los generadores de acetileno fijos deberán instalarse al aire o en lugares bien ventilados, lejos de los principales lugares de trabajo. La ventilación asegurará que no se

formen mezclas explosivas o tóxicas. La iluminación será adecuada y los interruptores y equipos eléctricos estarán fuera del local o la instalación será a prueba de explosiones.

Los generadores de acetileno portátiles se deberán usar, limpiar o recargar, solamente si se cumplen las condiciones señaladas precedentemente.

Se prohíbe fumar, encender o llevar fósforos, encendedores de cigarrillos, usar llamas o sopletes, soldar y tener materiales inflamables en estos locales.

Se instalarán válvulas hidráulicas de seguridad entre el generador y cada soplete, las cuales serán inspeccionadas regularmente y en especial luego de cada retroceso de llama y el nivel de agua será controlado diariamente. El mantenimiento sólo será realizado por personal adiestrado y capacitado para tal fin.

En caso de desarmar un generador, el carburo de calcio deberá ser removido y la planta llenada con agua. Esta deberá permanecer en la misma al menos durante media hora, para asegurar que todas las partes queden libres de gas. Las partes de carburo de calcio adheridas deberán ser separadas cuidadosamente con herramientas de bronce u otras aleaciones adecuadas que no produzcan chispas.

Las cargas usadas no se utilizarán nuevamente.

El carburo de calcio deberá ser almacenado y mantenido seco en una plataforma elevada sobre el nivel del piso. Este almacenamiento se realizará dentro de envases metálicos a prueba de agua y aire y de suficiente resistencia mecánica. Asimismo se hará bajo techo en locales ventilados adecuadamente y si éstos estuvieran contiguos a otro edificio la pared será a prueba de fuego. Se indicará visiblemente este lugar señalando el producto de que se trata, así como también la prohibición de fumar y de encender fuego dentro del mismo.

Los envases conteniendo carburo de calcio sólo deberán ser abiertos antes de cargar el generador, utilizando para ello herramientas adecuadas y nunca con martillo y cincel.

**Art. 158-** En los establecimientos en los que se realicen trabajos de soldadura y corte de recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, o en los que se hayan podido formar gases inflamables se deberá limpiar perfectamente el recipiente y comprobar por procedimiento apropiado que no queden gases o vapores combustibles en el mismo o reemplazar todo el aire existente en él por un gas inerte o por agua. Si el contenido del recipiente es desconocido se lo tratará siempre como si hubiera contenido una sustancia explosiva o inflamable.

## **2) INTRODUCCIÓN**

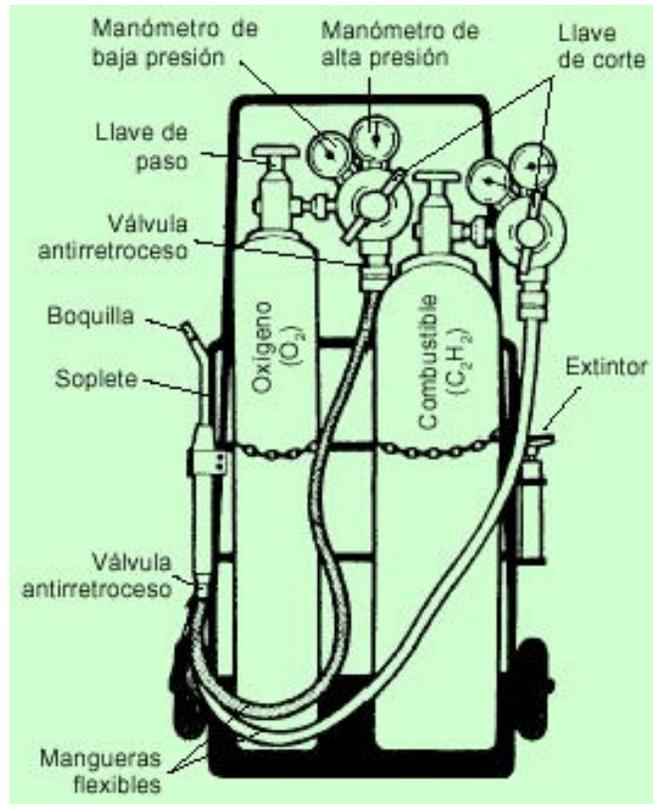
Los gases en estado comprimido son en la actualidad prácticamente indispensables para llevar a cabo la mayoría de los procesos de soldadura. Por su gran capacidad inflamable, el gas más utilizado es el acetileno que, combinado con el oxígeno, es la base de la soldadura oxiacetilénica y oxicorte, el tipo de soldadura por gas más utilizado.

Por otro lado y a pesar de que los recipientes que contienen gases comprimidos se construyen de forma suficientemente segura, todavía se producen muchos accidentes por no seguir las normas de seguridad relacionadas con las operaciones complementarias de manutención, transporte, almacenamiento y las distintas formas de utilización.

En este material desarrollaremos los equipos de soldadura oxiacetilénica por alta presión portátil donde tanto el oxígeno como el gas combustible (acetileno, hidrógeno, etc.) que alimentan el soplete proceden de las botellas que los contienen a alta presión. Es conveniente resaltar que la llama de un soplete de acetileno/oxígeno puede llegar a alcanzar una temperatura por encima de los 3.100°C aumentando de esta forma la peligrosidad de este tipo de soldadura.

## 2.1) Elementos del Equipo de Soldadura Oxiacetilénica

Además de las dos botellas móviles que contienen el combustible y el comburente, los elementos principales que intervienen en el proceso de soldadura oxiacetilénica son los manorreductores, el soplete, las válvulas de seguridad y las mangueras.



**Manorreductores:** La función que desarrollan es la transformación de la presión de la botella de gas (150 atm) a la presión de trabajo (de 0,1 a 10 atm) de una forma constante. Están situados a la salida de las botellas.

**Soplete:** Es el elemento de la instalación que efectúa la mezcla de gases. Pueden ser de alta presión en el que la presión de ambos gases es la misma, o de baja presión en el que el oxígeno (comburente) tiene una presión mayor que el acetileno (combustible). Las partes principales del soplete son las dos conexiones con las mangueras, dos llaves de regulación, el inyector, la cámara de mezcla y la boquilla.

**Válvulas de seguridad:** Son dispositivos instalados en las conducciones y cumplen dos funciones importantes, una es la de sólo permitir el paso de gas en un sentido impidiendo, por tanto, que el gas pueda retroceder; y la segunda es la de bloquear el retroceso de la llama hacia el interior de los tubos.

**Conducciones:** Las conducciones sirven para conducir los gases desde las botellas hasta el soplete. Son mangueras del tipo flexibles y específica para cada gas a transportar.

### 3) PELIGROS ASOCIADOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Los peligros asociados y sus respectivas medidas preventivas y de protección de este tipo de equipamiento lo podemos dividir en dos grandes grupos a saber:

- Los propios generados por los cilindros de oxígeno y combustible
- Los propios del proceso y los que el proceso genera dentro de los ambientes de trabajo.

## 4) OXIGENO

### 4.1) El Oxígeno Aumenta la Velocidad de Combustión

El aire que nos rodea suele contener el 21% de oxígeno. Si se aumenta el contenido de oxígeno al 24 %, se duplicará la velocidad de combustión. Con un 40% de oxígeno en el aire, la velocidad de combustión será diez veces más alta de lo normal. Si se produce un incendio en esas condiciones, se extenderá con tanta rapidez que será imposible apagarlo mientras quede sustancia combustible. Debe considerarse también que cuanto más alto el nivel de oxígeno, tanto menor será la energía necesaria para la ignición.

Por ello, no se debe emplear nunca oxígeno para otros usos a los cuales no está destinado. Por ejemplo:

- Nunca limpiar la ropa de trabajo soplando con oxígeno.
- Nunca use oxígeno para herramientas neumáticas o en equipos de pintura a pistola.
- Nunca usar oxígeno para limpiar sistemas de tuberías.
- Nunca use oxígeno para ventilación o refrigeración.

### 4.2) Deficiencia de Oxígeno

Una llama de calentamiento tiene dos zonas de combustión. En la zona exterior -la llama secundaria- aproximadamente el 60 % del oxígeno consumido viene del aire atmosférico. Esto significa que cuando se trabaja en espacios estrechos puede producirse la deficiencia de oxígeno. Cuando el contenido de oxígeno cae por debajo del 16 %, los tejidos del cuerpo comienzan a presentar síntomas de deficiencia.

Desdichadamente, las señales de alarma del cuerpo cuando falta oxígeno no es satisfactorias y a veces causan confusión. Por ello, cuando se trabaje en espacios cerrados, se ha de tener siempre un suministro de aire puro o utilizar una escafandra.

Fuera del área de trabajo, deberá haber una persona que vigile. Siempre debe tenerse equipo de seguridad a la mano, tal como equipo de respiración, cuerda de seguridad que en lo posible incluya un dispositivo de izado, extintor de incendios y un dispositivo de corte del gas. Además, hay que apagar el soplete cuando no se esté usando.

### 4.3) Enriquecimiento de Oxígeno

Tanto en el corte como en el ranurado con llama, se aportan grandes cantidades de oxígeno. Parte de este oxígeno se consume por la combustión del material. Otra parte se usa

para quitar los productos de reacción en el corte. La eliminación del material no consume oxígeno. Por ello, el ranurado y el corte con llama en espacios reducidos pueden aumentar el contenido de oxígeno por encima del nivel normal. El aumento de la velocidad de combustión puede ser peligroso. Se puede evitar esto asegurándose de que haya buena ventilación.

#### 4.4) Aceite y grasa

El aceite o la grasa en contacto con el oxígeno, especialmente a alta presión, puede incendiarse de forma explosiva. Por ello, asegurarse siempre de que los reguladores y las conexiones estén absolutamente libres de aceite y grasa

### 5) GASES COMBUSTIBLES

Con dos excepciones (hidrógeno y monóxido de carbono) los gases combustibles son hidrocarburos o mezclas de hidrocarburos que arden en aire u oxígeno.

Los gases combustibles que se usan habitualmente son:

- Acetileno
- Mezclas de metilacetileno - propadieno
- Etileno
- Propileno
- Hidrógeno
- Propano
- Gas natural (metano)

De todos los gases arriba mencionados, el acetileno produce la llama de mayor temperatura y el gas natural la llama más fría.

El metilacetileno y el propadieno se tienen con gases estabilizadores, tales como el propileno o el propano. Además de los hidrocarburos, se puede emplear el hidrógeno (H<sub>2</sub>) como gas combustible.

#### 5.1) Propiedades Físicas

En la tabla 1 se muestran algunas propiedades físicas importantes de los gases combustibles. La razón de la importancia de estas propiedades se explica a continuación.

**Tabla 1.** Propiedades físicas de los gases combustibles

Nombre/ Fórmula	Punto de ebullición (°C) a 1 bar	Temp. Crítica (°C)	Presión de vapor (bar) a 20°C	Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) a 15°C y 1 bar	Densidad relativa (aire=1) a 15°C y 1 bar
<b>Acetileno</b> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	-84	35	43,2	1,09	0,91
<b>Metilacetileno</b> C <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	-23	129	5,0	1,75	1,46
<b>Etileno</b> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	-104	10		1,18	0,98
<b>Propileno</b> C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	-48	92	10,2	1,78	1,48
<b>Hidrógeno</b> H <sub>2</sub>	-253	-240		0,08	0,07
<b>Propano</b> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-42	97	8,3	1,88	1,55
<b>Metano</b> CH <sub>4</sub>	-162	-82		0,67	0,56

**Punto de ebullición:** El punto de ebullición de todos los gases de la tabla está muy por debajo de la temperatura ambiente. Esto quiere decir que los gases estarán en estado gaseosos a la temperatura ambiente y a la presión atmosférica.

**Temperatura crítica:** Muchos gases pueden pasar al estado líquido sin necesidad de que sean enfriados hasta el punto de ebullición. Esto se logra aumentando la presión, de manera que el punto de ebullición se eleva. Sin

embargo, para cada gas existe una temperatura por encima de la cual, no importando la presión, el gas nunca podrá ser licuado. La presión que produce la condensación a la temperatura crítica recibe el nombre de **presión crítica**.

**Presión de vapor:** La presión de vapor determina la presión del gas en el cilindro para aquellos gases que se condensan a temperatura ambiente. Es la mayor presión que puede obtenerse cuando existe un espacio por encima del líquido que está saturado con gas. Si la presión se aumenta por encima de esa presión, parte del gas se condensará, provocando una disminución de presión. De esta manera se establece un equilibrio entre las fases líquida y gaseosa. De la misma manera, cuando se extrae gas del recipiente se vaporizará más líquido, reestableciéndose así el equilibrio. La presión de vapor del gas varía con la temperatura.

**Densidad:** La densidad en nuestro caso la entendemos como la del gas en expansión a presión atmosférica. Esto es importante por razones de seguridad. Un gas más pesado que el aire fluye hacia abajo, y puede acumularse en zonas bajas, donde puede desplazar el aire. Esto produce riesgos de asfixia, además de explosión.

### 5.2) Descomposición de Hidrocarburos

Algunos hidrocarburos liberan una cantidad enorme de energía cuando se descomponen en carbono e hidrógeno. Ejemplos de esto son el acetileno, el metilacetileno y el propadieno. Esto significa que, si se aplica calor a tales gases, algunas moléculas se descompondrán y se producirá calor. Este calor causará, a su vez, la descomposición de más moléculas, produciendo aún más calor. En ciertas circunstancias, este proceso puede acelerarse y toda la masa de gas se descompone en forma explosiva.

Para impedir la descomposición en el cilindro de gas, el acetileno se almacena disuelto en un líquido, que es a su vez absorbido en una masa porosa. En condiciones normales, la masa porosa detiene eficazmente toda descomposición que pueda iniciarse.

El metilacetileno y el propadieno nunca aparecen en estado puros, sino que siempre se disuelven en gases estabilizadores tales como propano y propileno.

### 5.3) La Llama de Pre calentamiento

La función principal de la llama de pre calentamiento en la mayoría de los procesos con llama es la de conseguir un calentamiento localizado rápido. Esto impone demandas sobre las propiedades del gas a ser usado.

En la llama de pre calentamiento, un gas combustible arde en oxígeno, generando calor. La llama consiste de dos zonas de combustión, una externa y una interna, ver figura 1.

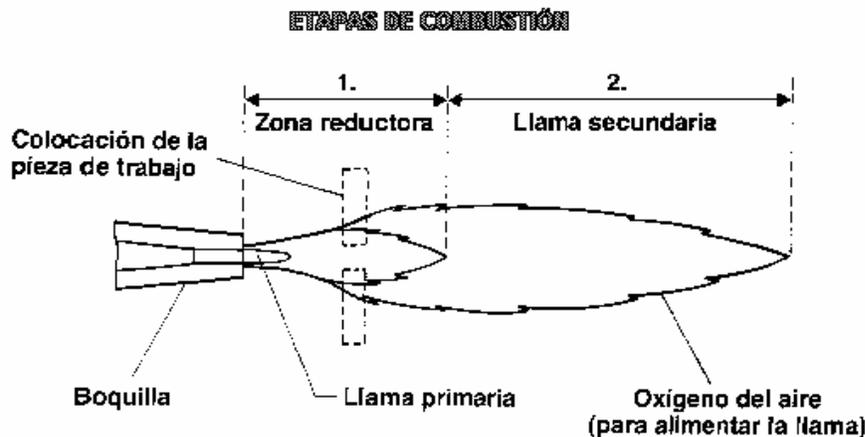


Figura 1. La Llama de pre calentamiento

La zona interna, llamado como interno o llama primaria, es caliente y luminoso. Allí, en un principio, el gas combustible se descompone en carbono e hidrógeno (C y H<sub>2</sub>). En la superficie de la llama primaria, el carbono se quema, formándose monóxido de carbono (CO); en el proceso se genera calor.

En el proceso de descomposición del gas combustible puede generarse o consumirse calor, dependiendo del tipo de gas. Un gas con un **calor de formación** positivo, ver tabla 2, emite calor durante la descomposición, mientras que un gas con un **calor de formación** negativo absorbe calor. El acetileno es un ejemplo de gas combustible que emite una gran cantidad de calor durante la descomposición. Esto causa un calentamiento del gas, con lo que el proceso de combustión se acelera. La llama primaria es menor, pero más concentrada y caliente.

Las temperaturas que se alcanzan en la llama primaria son tan altas que de algunas de las moléculas del gas (las moléculas de los productos de la combustión) están en estado **disociado**. La disociación limita la temperatura en la llama. En la superficie de la pieza de trabajo donde la temperatura es menor, los átomos de gas se **recombinan** y emiten calor. Parte de este calor se transfiere a la pieza de trabajo.

La zona externa de combustión recibe el nombre de zona envolvente o **llama secundaria**. En esta zona se produce la combustión de monóxido de carbono e hidrógeno (CO y H<sub>2</sub>), formándose como productos finales de la combustión dióxido de carbono y vapor de agua (CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O). Una parte importante del oxígeno consumido en la combustión proviene del aire circundante.

Al calor total que es liberado durante la combustión se le llama **valor calorífico** bajo, ver tabla 2. Existe también un **valor calorífico** alto. Este incluye el calor generado durante la condensación del vapor de agua, esto es, el calor latente de evaporación. En los procesos estudiados aquí, los productos de la combustión se generan a tan alta temperatura que el agua producida está presente en forma de vapor. Esto significa que no puede contarse en el total con el calor latente de evaporación, y por esta razón se usa el valor calorífico bajo.

En soldadura y corte, donde se desea precalentamiento localizado, la llama primaria es la de mayor importancia. Por otro lado, en los procesos de calentamiento, se considera el calor total de la llama.

Nombre	Calor de formación MJ/kg	Valor de calorífico (bajo)		Temp. de llama normal °C	Relación de mezcla m <sup>3</sup> oxígeno/m <sup>3</sup> de gas combustible	
		MJ/kg gas combustible	MJ/m <sup>3</sup> gas combustible		Llama normal	Estequiométrico
Acetileno	8,7	48,2	56,5	3106	1,1	2,5
Metilacetileno	4,6	46,2	82,2	2984	2,3	4,0
Etileno	1,9	47,1	59,5	2902	2,0	3,0
Propileno	0,5	45,8	87,6	2872	3,1	4,5
Hidrógeno	0	120,0	10,8	2834	0,4	0,5
Propano	-2,4	46,4	93,2	2810	4,0	5,0
Metano	-4,7	50,0	35,9	2770	1,8	2,0

Tabla 2. Propiedades de combustión de diferentes gases

#### 5.4) Diferentes Llamas

Dependiendo de la relación de mezcla, es decir, la relación entre el caudal de oxígeno de precalentamiento y de gas combustible, la llama puede ser oxidante o reductora.

En una llama oxidante hay exceso de oxígeno. Este oxígeno en exceso reacciona con el acero produciendo óxidos y otros compuestos metalúrgicos. Obviamente una llama oxidante no es conveniente para soldar.

Reduciendo la relación oxígeno gas combustible, se obtiene una llama reductora. Si hay un exceso de gas combustible en el proceso de combustión, la llama se convierte en reductora o, en el caso de un exceso marcado, se producirá hollín. La llama reductora tiene una temperatura menor que la oxidante.

La temperatura de la llama depende mucho de la relación de mezcla. En la práctica, se usa una relación tal que permita maximizar la temperatura de llama. Esa llama recibe el nombre de llama **normal**, y es oxidante para todos los tipos de gases combustibles excepto el acetileno. Si la relación se altera para hacer la llama menos oxidante, por lo general la temperatura de la misma disminuirá demasiado. En la tabla 2 se muestran las relaciones usadas para los diferentes gases combustibles a fin de obtener una llama normal.

La tabla 2 también proporciona la relación estequiométrica, esto es la relación requerida para una combustión completa. Este valor no tiene un valor práctico real, ya que parte de la combustión se produce en la llama secundaria, donde el oxígeno se toma del aire circundante.

## 6) ACETILENO

El acetileno es un gas incoloro, no tóxico y ligeramente anestésico. No tiene olor en su estado puro, pero ordinariamente los grados comerciales contienen trazas de impurezas que le imparten un ligero olor a ajo.

El acetileno se fabrica a partir de la reacción entre carburo de calcio y agua. Dado que el acetileno es inestable a presiones por encima de 2 bar, los cilindros de acetileno se llenan con una masa porosa que retarda su descomposición. El acetileno es disuelto en un líquido, usualmente acetona, la cual es absorbida por la masa de dentro del cilindro. El acetileno es explosivo a ciertas concentraciones en la presencia de aire, ver figura 5.

El acetileno produce la llama primaria más caliente y más concentrada de todos los gases combustibles. Su valor calorífico es relativamente bajo, pero la porción emitida por la llama primaria es muy alta, aproximadamente 30%, haciendo del acetileno el gas combustible que genera más calor en la llama primaria.

## 7) PELIGROS ASOCIADOS AL USO DE CILINDROS DE GAS

Los peligros asociados al uso de cilindros de gas son básicamente dos:

- ◆ Incendio y/o explosión por fugas o sobrecalentamientos incontrolados.
- ◆ Atrapamientos diversos en manipulación de botellas.

### 7.1) Almacenamiento

Desde un punto de vista económico, es mejor si el gas puede almacenarse en forma líquida. La posibilidad de licuar un gas a temperatura ambiente depende de su **temperatura crítica**, ver la tabla 1. El propano y el propileno son gases con temperaturas críticas por encima de la temperatura ambiente a presiones moderadas, lo cual significa que pueden ser almacenados en forma líquida. Un litro de estos gases en forma líquida da 311 y 388 litros de gas, respectivamente, a 15°C y 1 bar.

Como se puede observar en la tabla 1, el metano, etileno e hidrógeno no pueden ser licuados a temperatura ambiente. Estos gases pertenecen al grupo de los gases comprimidos.

(El metano y el etileno pueden ser almacenados en forma líquida si son antes enfriados a su punto de ebullición). Al comprimir estos gases se pueden usar presiones de hasta 200 bar, lo que significa que un litro de gas a esta presión da 200 litros de gas a la presión atmosférica.

El acetileno pertenece al grupo de los gases que son **disueltos bajo presión**. El acetileno no puede almacenarse bajo presión del mismo modo que, por ejemplo, el hidrógeno. Esto es debido a que el acetileno se descompone en sus componentes en una reacción rápida y exotérmica (generadora de calor) si se expone a temperaturas por encima de 300°C, o si el acetileno gaseoso a presiones por encima de 2 bar es sometido a impactos. Con acetileno líquido a temperatura ambiente, el riesgo de descomposición es aún mayor. El cilindro de acetileno está lleno con una masa porosa que contiene disuelto un solvente, generalmente acetona. Esta masa retarda las reacciones de descomposición que se inicien. Cuando el cilindro se llena con acetileno se disuelve en el solvente. La cantidad disuelta es función de la presión de compresión. Un cilindro de acetileno con un volumen de 40 litros contiene aproximadamente, 6 m<sup>3</sup> de gas.

Los gases almacenados en cilindros se pueden dividir en tres grupos:

- ◆ Gases comprimidos
- ◆ Gases disueltos
- ◆ Gases licuados

A temperatura normal, los gases comprimidos están siempre en estado gaseosos. Ejemplos: oxígeno, hidrógeno y gas natural. Cuando se llenan en cilindros, se comprimen a la presión requerida.

Ejemplo: Un cilindro con oxígeno de 50 litros y una presión de gas de 200 bar a 15°C da unos 10 m<sup>3</sup> de gas, a presión atmosférica.

En el grupo de "gases disueltos" se incluye el acetileno. La razón por la que hay que almacenar el acetileno en este estado se encuentra descrita en la sección "Descomposición de hidrocarburos".

Un cilindro de acetileno con un volumen de 40 litros da unos 6 m<sup>3</sup> de gas a presión atmosférica y a 15°C

Ejemplos de gases licuados son el propano y el propileno. Estos se condensan (pasan al estado líquido) bajo presión a temperatura ambiente. Se almacenan en cilindros bajo su propia presión de vapor. A temperatura ambiente, esto es una presión absoluta de aproximadamente 9 bar (130 psi) para el propano y de unos 10 bar (145 psi) para el propileno. Un volumen dado de propano líquido produce 250 veces ese volumen cuando se transforma en gas.

El cilindro contiene gas y líquido. Si aumenta la temperatura del gas, aumentará la presión del vapor y más gas pasará al estado líquido. Vea la figura.

A una temperatura lo suficientemente elevada, hay riesgo de explosión del cilindro. Para impedir esto, el cilindro tiene una válvula de seguridad que libera suficientes cantidades de gas cuando aumenta la presión. La válvula de seguridad sólo puede funcionar correctamente si está en contacto con la fase gaseosa, es decir, el gas pasará por la válvula de seguridad siempre que se mantenga el cilindro de pie.

Algunas de las pautas de seguridad a tener en cuenta son:

- ◆ Almacenar las botellas al sol de forma prolongada no es recomendable, pues puede aumentar peligrosamente la presión en el interior de las botellas que no están diseñadas para soportar temperaturas superiores a los 54°C.
- ◆ Guardar las botellas en un sitio donde no se puedan manchar de aceite o grasa.

- ◆ Si una botella de acetileno permanece accidentalmente en posición horizontal, se debe poner vertical, al menos doce horas antes de ser utilizada. Si se cubrieran de hielo se debe utilizar agua caliente para su eliminación antes de manipularla.
- ◆ Manipular todas las botellas como si estuvieran llenas.
- ◆ En caso de utilizar un equipo de manutención mecánica para su desplazamiento, las botellas deben depositarse sobre una cesta, plataforma o carro apropiado con las válvulas cerradas y tapadas con el capuchón de seguridad.



Tipo de plataforma de transporte de botellas

- ◆ Las cadenas o cables metálicos o incluso los cables recubiertos de caucho no deben utilizarse para elevar y transportar las botellas pues puede deslizarse.



Indicador de prohibición de utilización de cadenas o cables para transportar botellas de gas

## 7.2) Emplazamiento

- ◆ No deben ubicarse en locales subterráneos o en lugares con comunicación directa con sótanos, huecos de escaleras, pasillos, etc.
- ◆ Los suelos deben ser planos, de material incombustible y con características tales que mantengan el recipiente en perfecta estabilidad.
- ◆ En las áreas de almacenamiento cerradas la ventilación será suficiente y permanente, para lo que deberán disponer de aberturas y huecos en comunicación directa con el exterior y distribuidas convenientemente en zonas altas y bajas.
- ◆ Cuando no se usan, los cilindros de gas deberán estar desconectados. Habrá que almacenarlos en una zona especialmente designada, a ser posible cerca de una puerta que conduzca al aire libre.
- ◆ En el exterior de tal edificio, taller o cobertizo de almacén, deberá haber un letrero que indica la presencia de cilindros de gas (para trasladarlos a lugar seguro en caso de incendio u otra emergencia). Especialmente cuando los cilindros de gas están almacenadas en un cobertizo o en otro recinto separado, es necesario que haya una buena ventilación natural. Esto significa que se necesitan aperturas de ventilación, tanto junto al techo como al suelo.
- ◆ Evite el almacenamiento de los cilindros cerca de fuentes de calor excesivo, combustibles muy inflamables u otros peligros. Además, nunca se deberán obstruir las salidas de emergencia con los cilindros.
- ◆ Indicar mediante señalización la prohibición de fumar.
- ◆ Las botellas deben estar alejadas de llamas desnudas, arcos eléctricos, chispas, radiadores u otros focos de calor.
- ◆ Proteger las botellas contra cualquier tipo de proyecciones incandescentes.
- ◆ Si se produce un incendio se deben desalojar las botellas del lugar de incendio y se hubieran sobrecalentado se debe proceder a enfriarse con abundante agua.
- ◆ Una vez colocados en su sitio, habrá que sujetar los cilindros, de forma que no puedan causar daños personales ni materiales. Los cilindros se pueden fijar a la pared con una cadena o con correas, o se pueden fijar en carritos especiales con cadenas.
- ◆ Los cilindros con gases licuados (propano, propileno) han de almacenarse siempre de pie.

### **7.3) Transporte**

Los gases se transportan del productor o distribuidor al consumidor. Y el consumidor, a su vez, transportará los cilindros de gas de un lugar de trabajo a otro.

Los camiones de reparto de la compañía de gas entregarán el producto a los clientes (a menos que se use un gasoducto) y, de esa manera, estarán sujetos a las medidas de seguridad de las autoridades. No obstante, es necesario informar a todos de cómo transportar, manejar y almacenar los cilindros de gas de forma segura.

La mayor preocupación en la manipulación de los cilindros es evitar las fugas de gas y, en caso de fuga accidental, como hacer frente a la situación, para que el riesgo no termine convirtiéndose en una situación peligrosa. Peligros latentes: combustión, explosión, asfixia y combustión acelerada debido a enriquecimiento

Siempre que se transporten cilindros de gas (cualquiera que sea el gas que contengan), es sumamente importante asegurarse de que no haya posibilidad alguna de fuga.

Por esa razón, las válvulas de los cilindros tendrán que estar bien cerradas. La tapa o el capuchón roscado tendrá que estar en su sitio, para seguridad adicional en el caso de que se abriera accidentalmente la válvula del cilindro. El capuchón de seguridad tendrá que estar roscado en la parte superior del cilindro, a menos que haya una tapa fija de cilindro.

El objeto de la tapa de seguridad es impedir la apertura accidental de la válvula, además de brindar buena protección mecánica. Si se caen los cilindros o si son golpeados por objetos pesados y no tuvieran la tapa, se correría gran peligro de rotura de la válvula. En tal caso, además del gran peligro del escape incontrolado del gas, se correría el riesgo fatal de recibir el impacto del cilindro o de la válvula. Especialmente en el caso de alta presión, tal como en el oxígeno, los objetos proyectados pueden actuar como proyectiles letales.

Estas consideraciones indican también que habrá que desconectar de los cilindros todos los equipos tales como reguladores, mangueras y sopletes para el transporte.

En muchos países, no se permite el transporte de los cilindros de gas en un automóvil o furgoneta particular. Esto se debe a que una pequeña fuga de gas podría tener consecuencias desastrosas.

En el caso de gases combustibles, el riesgo de explosión es obvio, pero también hay otros gases usados en conexión con la soldadura a gas y al arco eléctrico que pueden resultar sumamente peligrosos si se transportan en un vehículo cerrado.

Algunas pautas a tener en cuenta durante el transporte son:

- ◆ El oxígeno combinado con vapores de gasolina produce una combustión violenta e incluso una explosión.
- ◆ Aunque los gases de protección para soldadura se consideran incombustibles, y con ello "inofensivos", pueden resultar letales y causar la asfixia del conductor, debido a que el gas inerte desplazará el oxígeno en el aire.
- ◆ Transpórtelos con cuidado. La tapa del cilindro tendrá que estar siempre en su sitio, de forma que no se pueda abrir la válvula accidentalmente.
- ◆ No golpee nunca los cilindros ni someterlos a otros choques mecánicos.
- ◆ Proteja los cilindros contra el calor excesivo.

#### **7.4) Uso**

- ◆ Emplear los cilindros solamente para los objetivos a los que están destinados, y nunca como soporte ni como rodillo para mover objetos pesados.
- ◆ Mantener siempre un guante refractario cerca de los cilindros, para poder cerrar las válvulas en caso de retroceso o de incendio sin quemarse las manos. Coloque el guante de forma que quede bien visible y accesible.
- ◆ Abra siempre las válvulas lentamente y con cuidado.
- ◆ Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben inutilizarse y devolverse al proveedor.
- ◆ Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- ◆ Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
- ◆ Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
- ◆ Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.
- ◆ Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.

- ◆ Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
- ◆ Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- ◆ Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.
- ◆ Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto; después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- ◆ Abrir el grifo de la botella lentamente; en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- ◆ Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobrepresión en su interior.
- ◆ Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- ◆ La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- ◆ Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso el desmontarlos.
- ◆ No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- ◆ Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelaslas.

### **7.5) Pautas Generales**

- ◆ Utilizar códigos de colores normalizados para identificar y diferenciar el contenido de las botellas.
- ◆ Proteger las botellas contra las temperaturas extremas, el hielo, la nieve y los rayos solares.
- ◆ Se debe evitar cualquier tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas como pueden ser choques entre sí o contra superficies duras.
- ◆ Las botellas con caperuza no fija no deben asirse por ésta. En el desplazamiento, las botellas, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- ◆ Las botellas no deben arrastrarse, deslizarse o hacerlas rodar en posición horizontal. Lo más seguro en moverlas con la ayuda de una carretilla diseñada para ello y debidamente atadas a la estructura de la misma. En caso de no disponer de carretilla, el traslado debe hacerse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.
- ◆ No manejar las botellas con las manos o guantes grasientos.
- ◆ Las válvulas de las botellas llenas o vacías deben cerrarse colocándoles los capuchones de seguridad.
- ◆ Las botellas se deben almacenar siempre en posición vertical.
- ◆ No se deben almacenar botellas que presenten cualquier tipo de fuga. Para detectar fugas no se utilizarán llamas, sino productos adecuados para cada gas.
- ◆ Para la carga/descarga de botellas está prohibido utilizar cualquier elemento de elevación tipo magnético o el uso de cadenas, cuerdas o eslingas que no estén equipadas con elementos que permitan su izado con su ayuda.
- ◆ Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.

## 8) TIPOS DE SOPLETE

Los sopletes para procesos oxicom bustibles pueden presentar distintos diseños. Sin embargo, todos funcionan según el principio de que el oxígeno y el gas combustible son conducidos por mangueras separadas al interior del soplete. La mezcla de los gases tiene lugar en el aditamento de soldar, en el caso de soldadura. En el caso de corte, la mezcla se hace en el aditamento de corte o en la boquilla. Vea la figura abajo.

En el soplete inyector (también llamado soplete de baja presión), se produce la mezcla de gas dejando que el oxígeno a más alta presión aspire el gas combustible a más baja presión.

En un soplete mezclador (también llamado de presión positiva o de presión media), el gas combustible y el oxígeno de calentamiento se mezclan a presiones iguales.

## 9) RETROCESOS

El retroceso de llama es un fenómeno consistente en un frente de llama con características similares más a una deflagración que a una llama, es decir, con propagación rápida, temperatura alta y onda de choque a presión elevada.

La energía desprendida durante el retroceso depende de factores mecánicos tales como diámetro de la canalización, longitud, disposición (cambios de dirección) y de factores relacionados con el gas tales como presión, composición de la mezcla, velocidades de combustión, pureza, etc.

El retroceso de llama generalmente está ocasionado por un pobre mantenimiento, fallos del operario o falta de adiestramiento en el manejo del equipo de soldadura autógena y oxicorte.

Este problema no se presenta en la combustión de estufas o mecheros Bunsen en los cuales solamente hay conducción de gas combustible y el oxígeno se toma del aire.

### 9.1) Retroceso Momentáneo

#### 9.1.1) Definición

En el **retroceso momentáneo**, la llama retrocede hacia el interior del soplete, con una crepitación, la llama se apaga y se vuelve a encender en la punta de la boquilla.

#### 9.1.2) Causa

El retroceso momentáneo es resultado de un desequilibrio en el orificio de la boquilla. La mezcla se quema con mayor rapidez de lo que puede fluir hacia fuera.

Las razones por las cuales el gas puede fluir con demasiada lentitud pueden ser:

- ◆ Los reguladores o el soplete no están correctamente ajustados.
- ◆ Una manguera de gas está estrangulada, o el diámetro es pequeño.
- ◆ La presión del gas en el cilindro es demasiado baja.
- ◆ Obstrucción por suciedad en la boquilla.
- ◆ Se ha agrandado el orificio de la boquilla, quizás debido al uso incorrecto de la aguja de limpieza.
- ◆ Insuficiencia en el sistema de suministro de gas.

El retroceso momentáneo puede ocurrir incluso cuando el caudal de gas sea suficiente, si la velocidad de combustión es demasiado elevada. Esta velocidad depende de los siguientes factores:

- ◆ **Relación de mezcla** entre el oxígeno y el gas combustible. El exceso de oxígeno aumenta la velocidad de combustión.
- ◆ **Temperatura** de la mezcla de gas. Si la mezcla de gas es calentada por una boquilla o soplete demasiado caliente, aumentará la velocidad de combustión, y con ello el riesgo de retroceso de llama.
- ◆ **Turbulencia** (perturbaciones) en el flujo de gas. La turbulencia puede ser debida a salpicaduras de metal fundido en el orificio de la boquilla o a daños en la salida de la boquilla.

### **9.1.3) Medidas Correctivas**

En realidad, el retroceso momentáneo es inofensivo, pero puede servir como advertencia de algún defecto en el equipo o en el suministro de gas. En tal caso, averiguar dónde está la falla y corregirla.

## **9.2) retroceso sostenido**

### **9.2.1) Definición**

En el retroceso sostenido, la llama se traslada hacia atrás y continúa quemándose en el interior del soplete, normalmente en el punto donde se mezcla el oxígeno con el gas combustible. Al sonido inicial de detonación le sigue un silbido.

### **9.2.2) Causas**

El retroceso sostenido comienza siempre con un retroceso momentáneo. El retroceso momentáneo calienta el punto de mezcla del soplete, al mismo tiempo que una onda de choque delante del frente de la llama presiona el oxígeno y el gas combustible hacia atrás, al interior de sus conductos respectivos. Vea las figuras al principio de este capítulo. Cuando los gases fluyen una vez más hacia fuera después del retroceso momentáneo, puede ocurrir el retroceso sostenido en el punto de mezcla si la temperatura de la pared ha alcanzado mientras tanto el punto de ignición de la mezcla de gas.

Una forma de reducir el riesgo de retroceso sostenido es reduciendo el riesgo de retroceso momentáneo. A lo largo de los años, se han introducido diversas medidas en el diseño de los sopletes para reducir el riesgo de retroceso. Ejemplos de tales medidas son:

- ◆ Enfriando la cámara de mezcla y el tubo de gas mezclado.
- ◆ Evitando la turbulencia en el tubo de gas mezclado y en el orificio de la boquilla.
- ◆ Reduciendo el volumen de mezcla de gas en el tubo de gas mezclado.

### **9.2.3) Medidas Correctivas**

Si ocurre el retroceso sostenido, habrá que pararlo inmediatamente cortando el suministro de gas. Si no, podrá estropearse el soplete por fusión y, en el peor de los casos, pueden ocurrir daños personales.

Puede ser necesario enfriar el soplete en agua. Antes de volver a utilizarlo, comprobar que estén en buenas condiciones las juntas, al igual que la boquilla.

### 9.3) Retroceso Total

#### 9.3.1) Definición

El **retroceso total** significa que la llama retrocede por el soplete y penetra en una de las mangueras de gas, causando la explosión de la misma. En el peor de los casos, si no hay bloqueador de retroceso, el retroceso puede continuar al interior del regulador y entrar en el cilindro de gas.

#### 9.3.2) Causas

La mezcla de gas en una de las mangueras es una de las causas del retroceso total. Una mezcla de gas en la manguera se debe a **flujo inverso**, es decir, que el gas a más alta presión fluye al interior de la manguera que tiene la presión más baja. Si se produce una cantidad suficiente de mezcla en la manguera, la explosión será tan violenta que estallará esta última.

Las causas del flujo inverso pueden ser:

- ◆ La boquilla está obstruida por suciedad, escoria o daños. El gas a la presión más alta puede fluir entonces a la manguera con la presión más baja.
- ◆ La boquilla es demasiado pequeña para la apertura de la válvula en el soplete. El gas a la presión más alta forzaría entonces el gas a la presión más baja, ya que la boquilla no puede dejar pasar todo el gas.
- ◆ El operario ha dejado abiertas las válvulas del soplete al dejar su trabajo, y sólo ha cortado el suministro de gas en los reguladores. En el caso de un soplete de inyección, el primero que se evacuará será el gas combustible, debido a su presión más baja. Entonces el oxígeno, que tiene más alta presión, fluirá al interior de la manguera de gas combustible.

#### 9.3.3) Medidas Correctivas

Para impedir el flujo inverso, y con ello el riesgo de retroceso, se deben instalar **válvulas unidireccionales** en las entradas del soplete. Si ocurriera el retroceso total a pesar de eso, se puede impedir que alcance los reguladores y los cilindros montando algún tipo de **bloqueador de retroceso de llama** en el soplete y/o en los reguladores. Más adelante en este capítulo, se consideran en más detalle los diferentes tipos de dispositivos de seguridad.

En caso de retroceso total, proceda de la forma siguiente:

- ◆ Cierre inmediatamente las válvulas de los cilindros, tanto de oxígeno como de gas combustible. La llama se apagará tan pronto como se corte el suministro de gas combustible.
- ◆ Controlar que no se ha calentado el cilindro de gas combustible, lo cual podría ser señal de descomposición del acetileno en progreso. Si está caliente, asegurarse de que la válvula está bien cerrada. En un cilindro bien cerrado se interrumpe el proceso de descomposición en la masa porosa.
- ◆ En caso de duda, evacuar y aislar la zona con cuerdas.

En caso de descomposición en progreso:

- ◆ Si la descomposición está teniendo lugar en un cilindro de acetileno y hay fuga de gas (por ejemplo con una válvula abierta o con escape) hay gran riesgo de que se extienda la zona de descomposición y de que explote el cilindro. En tal caso, la descomposición continúa debido a que se está suministrando continuamente más gas combustible a la zona de descomposición. La explosión puede tener lugar en cualquier momento desde unos minutos hasta 24 horas, después del inicio de la descomposición.
- ◆ Si se sospecha que ha comenzado la descomposición, al mismo tiempo que hay fuga en el cilindro, proceder de la forma siguiente: evacue y aisle la zona con cuerdas. No se acerque al cilindro.

#### 9.4) Medidas Preventivas

La causa más corriente del retroceso sostenido y total es la manipulación incorrecta del equipo, o que éste presenta defectos. En esta sección describimos lo que tiene que hacer el operador para impedir el retroceso de la llama.

- ◆ Todos los componentes del equipo han de estar correctamente montados, para evitar el flujo inverso y la creación de una mezcla explosiva en alguna parte del sistema. Las juntas han de estar en buenas condiciones. Además, las diferentes piezas tendrán que ser de la misma marca para obtener la mejor hermeticidad posible.
- ◆ Ajuste la presión correcta, según instrucciones en la tabla de soldadura o de corte del fabricante.
- ◆ Emplear la boquilla correcta y acordarse de ajustar las presiones al cambiar a una boquilla de otro tamaño.
- ◆ Asegurarse de que la boquilla no esté obstruida por suciedad ni escoria.
- ◆ Reemplace las boquillas estropeadas.
- ◆ Use una aguja de limpieza del tamaño correcto.
- ◆ No mantener la boquilla demasiado cerca de la pieza de trabajo, dado que esto puede restringir el flujo de gas y calentar la boquilla, creando el riesgo de retroceso.

#### 10) PELIGROS ASOCIADOS AL PROCESO

Los peligros más importantes asociados al proceso son:

- ◆ Incendio y/o explosión durante los procesos de encendido y apagado, por utilización incorrecta del soplete, montaje incorrecto o estar en mal estado. También se pueden producir por retorno de la llama o por falta de orden o limpieza.
- ◆ Exposiciones a radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes y con distintas intensidades energéticas, nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura.
- ◆ Quemaduras por salpicaduras de metal incandescente y contactos con los objetos calientes que se están soldando.
- ◆ Proyecciones de partículas de piezas trabajadas en diversas partes del cuerpo.

- ◆ Exposición a humos y gases de soldadura, por factores de riesgo diversos, generalmente por sistemas de extracción localizada inexistentes o ineficientes.

### 10.1) Incendios

Todos los años, los incendios causados por soldadura, corte o procesos similares causan costosos daños materiales y personales. Estos incendios suelen ser debidos a falta de cuidado, la cual a su vez se debe a la ignorancia. Por ello, es muy importante la instrucción en esta área.

Para que se produzca un incendio, se necesitan tres factores: calor, oxígeno y material combustible. En los procesos de soldadura, corte y similares, siempre se cumplen dos de estas condiciones. El **oxígeno** se encuentra en el aire que nos rodea. El **calor** está presente en forma de la llama caliente, el metal de base calentado y las partículas de metal y escoria proyectadas. Recuérdese que las partículas de metal y de escoria pueden proyectarse largas distancias, y que pueden estar lo suficientemente calientes para incendiar material inflamable, incluso aunque no estén visiblemente al rojo. La temperatura de la llama puede llegar hasta 3.100°C. La llama está rodeada de gases invisibles, que también están muy calientes. Tan lejos como a 50 cm por delante de la punta de la llama, los gases pueden tener una temperatura de nada menos que 300°C.

Para que haya fuego se necesita un **material combustible**, que puede ser, por ejemplo, polvo y basuras en el lugar de trabajo, o si hay accesorios combustibles cerca del lugar de trabajo.

He aquí algunos ejemplos de como se puede producir un incendio en conexión con la soldadura o el corte:

- ◆ Ignición por chispas
- ◆ Ignición por llama
- ◆ Ignición por conducción del calor
- ◆ Ignición causada por el retroceso de la llama o la explosión de una manguera

Los riesgos de incendio y/o explosión se pueden prevenir aplicando una serie de normas de seguridad de tipo general y otras específicas que hacen referencia a la utilización de las botellas, las mangueras y el soplete. Por otra parte se exponen normas a seguir en caso de retorno de la llama.

Siguiendo las recomendaciones siguientes, se puede reducir enormemente el riesgo de incendios.

#### 10.1.1) Antes de Comenzar

- ◆ Obtener autorización para iniciar la soldadura. Puede ser necesario adoptar medidas especiales de precaución.
- ◆ Quite el polvo y la basura del lugar de trabajo.
- ◆ Traslade a otro lugar o proteja el material combustible.
- ◆ Controlar los espacios ocultos, tales como los tubos y el aislamiento, que pueden contener material inflamable.

- ◆ Controle que el equipo de extinción de incendios, los guantes refractarios y, en caso necesario, las llaves de los cilindros de gas esté en su sitio y fácilmente accesible.
- ◆ Para la soldadura en lugares peligrosos, encargarle a alguien que actúe de inspector.
- ◆ Comprobar que el equipo de soldar no presenta defectos.

### **10.1.2) Durante el Trabajo**

- ◆ Tener cuidado para que no caiga el metal fundido ni la escoria en lugares donde haya riesgo de ignición.
- ◆ Asegurarse de que la pieza de trabajo caliente y la llama están a suficiente distancia del material inflamable.

### **10.1.3) Después del Trabajo**

- ◆ Cierre todas las válvulas.
- ◆ Ponga los cilindros de gas en lugar seguro.
- ◆ Vigile el lugar de trabajo durante un mínimo de una hora después de concluir el trabajo. Informe también a los vigilantes nocturnos para que controlen con frecuencia.
- ◆ Informar que se ha concluido el trabajo.

## **10.2) Explosiones**

Cuando se reparan, se sueldan o se cortan bidones, cisternas y otros recipientes para chatarra, hay un gran riesgo de explosión, a menos que se adopten medidas especiales de precaución. Un recipiente aparentemente vacío puede ser aún más peligroso que uno lleno, dado que puede haber suficientes restos de líquido para que formen, junto con el aire, una mezcla de gas explosiva al calentarse y evaporarse.

Ejemplos de líquidos que producen gases explosivos por evaporación son la gasolina, diversos aceites, la acetona y el kerosene. Para evitar el riesgo de explosión, sólo se deberá permitir inspeccionar, limpiar y soldar o cortar recipientes usados a aquellas personas que hayan recibido instrucciones suficientes de la gerencia.

Proceda de la forma siguiente:

- ◆ Antes de comenzar la soldadura o el corte, limpie el recipiente con agua o vapor, o púrguelo con gas inerte, por ejemplo nitrógeno, según instrucciones especiales.
- ◆ Nunca se deberá utilizar un depósito ni un bidón como apoyo para el trabajo de soldeo o corte.
- ◆ No coloque, en circunstancia alguna, un soplete encendido en un bidón o depósito.
- ◆ Durante la soldadura, no se permitirá a nadie que se ponga enfrente de los extremos del recipiente.

## **10.3) Normas de Seguridad Generales**

- ◆ Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- ◆ Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además,

se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.

- ◆ Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- ◆ No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- ◆ Los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- ◆ Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explotar; cuando se detecte esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
- ◆ Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo, y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- ◆ Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

## **10.4) Normas de Seguridad Específicas**

### **10.4.1) Mangueras**

- ◆ Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- ◆ Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- ◆ Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- ◆ Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- ◆ Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilizar una llama para efectuar la comprobación.
- ◆ No se debe trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- ◆ Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- ◆ Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufrido daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

### **10.4.2) Soplete**

- ◆ El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- ◆ No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- ◆ No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- ◆ La reparación de los sopletes la deben hacer técnicos especializados.
- ◆ Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.

- ♦ Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

### 10.5) Riesgos Debidos a las Radiaciones UV, Visibles e IR

Las radiaciones que produce la soldadura oxiacetilénica son muy importantes por lo que los ojos y la cara del operador deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos.

La emisión de radiación UV de 200 nm y IR de 2000 m son prácticamente nulas en los procesos de soldeo. Las radiaciones superiores a 2 micras son paradas por la córnea no planteando en este campo condiciones especiales para su protección.

Long. de onda de la Radiación [nm]		Medio de absorción	Efectos
$\lambda < 280$	Ultravioleta	Cornea Conjuntiva	Producen una acción eritematosa, pero la emisión del arco eléctrico es poco importante en este campo. Producen ozono. Son absorbidas rápidamente por el aire no llegando normalmente al ojo. Son usadas normalmente en otros procesos para esterilización de productos.
$\lambda = 280$ a 330		Cornea Conjuntiva	La acción de este grupo esencialmente tienen una acción eritematosa, incluso en dosis pequeñas. Una exposición muy breve (segundos) causa conjuntivitis.
$\lambda = 330$ a 400		Cornea Cristalino	Producen una pigmentación de la piel sin otro daño. Abundan en la radiación solar.
$\lambda = 400$ a 780	Visible	Retina	La observación directa de una fuente puntual intensa, provoca deslumbramientos, que determinan lesiones retinianas más o menos irreductibles. Según Clark (1967). La energía máxima antes de lesionar es de 1.8 cal/cm <sup>2</sup> min.
$\lambda = 780$ a 1400	Infrarojo	Cristalino Iris Coroide Retina	Estas radiaciones penetran en el ojo humano transformándose en calor, donde producen una acción lenta y acumulativa de opacidad del cristalino (catarata de vidrio).
$\lambda > 1400$		Cornea Medio Acuoso Conjuntiva	Las radiaciones inferiores a 2000 nm producen el efecto anteriormente indicado pero más atenuado. Presentan gran absorción por el agua.

Para proteger adecuadamente los ojos se utilizan filtros y placas filtrantes que deben reunir una serie de características; estas características están indicadas en normas específicas de acuerdo al país de aplicación.

### 10.6) Exposición a Humos y Gases

Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.

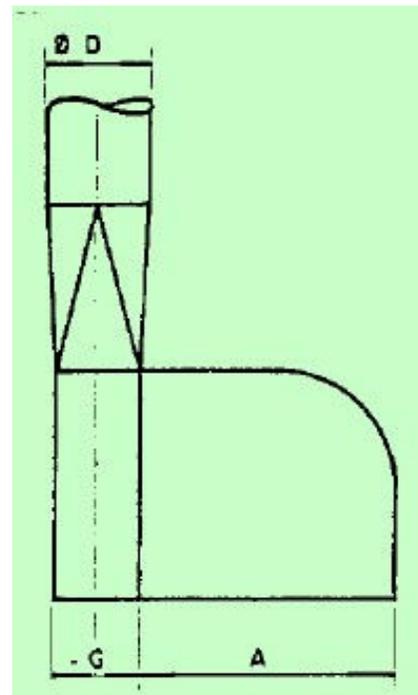
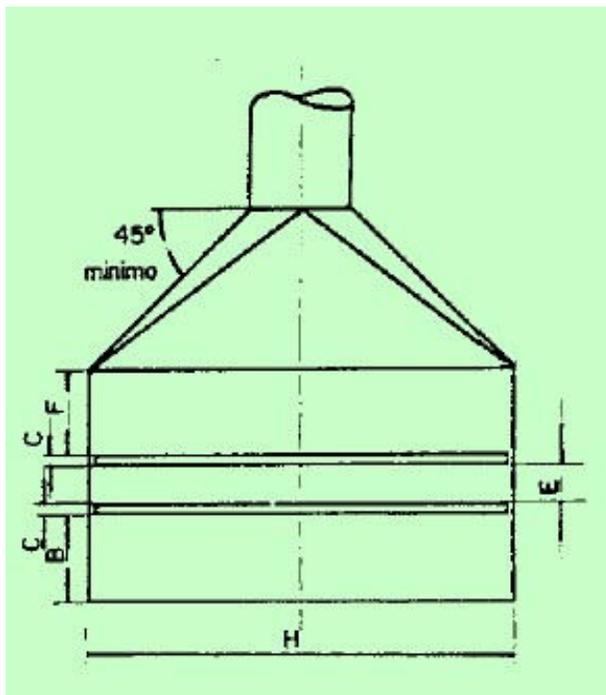
La extracción localizada efectúa la captación de los contaminantes por aspiración lo más cerca posible de su punto de emisión, evitando así su difusión al ambiente y eliminando, por tanto, la posibilidad de que sean inhalados.

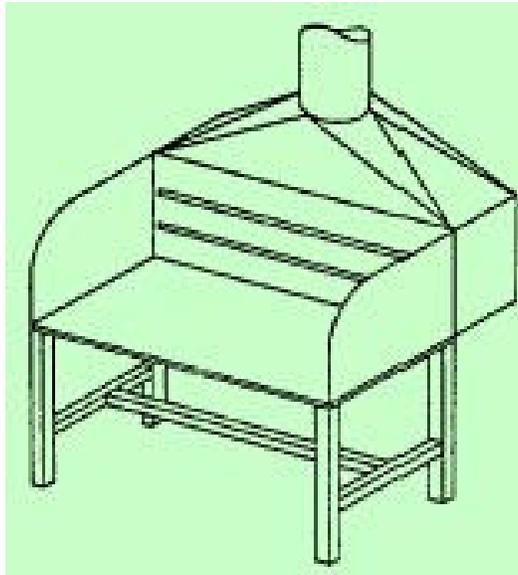
Estos sistemas se basan en crear en la proximidad del foco de emisión una corriente de aire que arrastre los humos generados, eliminando de esta forma la contaminación en la zona respiratoria del soldador. En los sistemas de extracción localizada que se proponen, es posible encontrar una velocidad de arrastre, suficiente para lograr una captación adecuada y que sea compatible con las exigencias de calidad de las operaciones de soldadura.

Los sistemas de extracción en función del tipo y lugar de trabajo son los siguientes:

### **10.6.1) Sistema Fijos**

Cuando el puesto de soldadura es fijo, es decir, no es necesario que el soldador se desplace durante su trabajo, se puede conseguir una captación eficaz de los gases y humos de soldadura, mediante una mesa con extracción a través de rendijas en la parte posterior.





	<b>m.m.</b>
<b>A</b>	600 máx
<b>B</b>	120
<b>C</b>	50
<b>D</b>	-
<b>E</b>	120
<b>F</b>	120
<b>G</b>	200
<b>H</b>	3.000 máx

El caudal de aspiración recomendado para este tipo de mesa es de 2000 m<sup>3</sup>/h por metro de longitud de la mesa.

La velocidad del aire en las rendijas debe ser como mínimo de 5 m/s. La eficacia disminuye mucho si la anchura de la mesa rebasa los 60 - 70 cm. La colocación de pantallas en los extremos de la mesa, en la forma que se indica en la figura, mejora la eficacia de extracción.

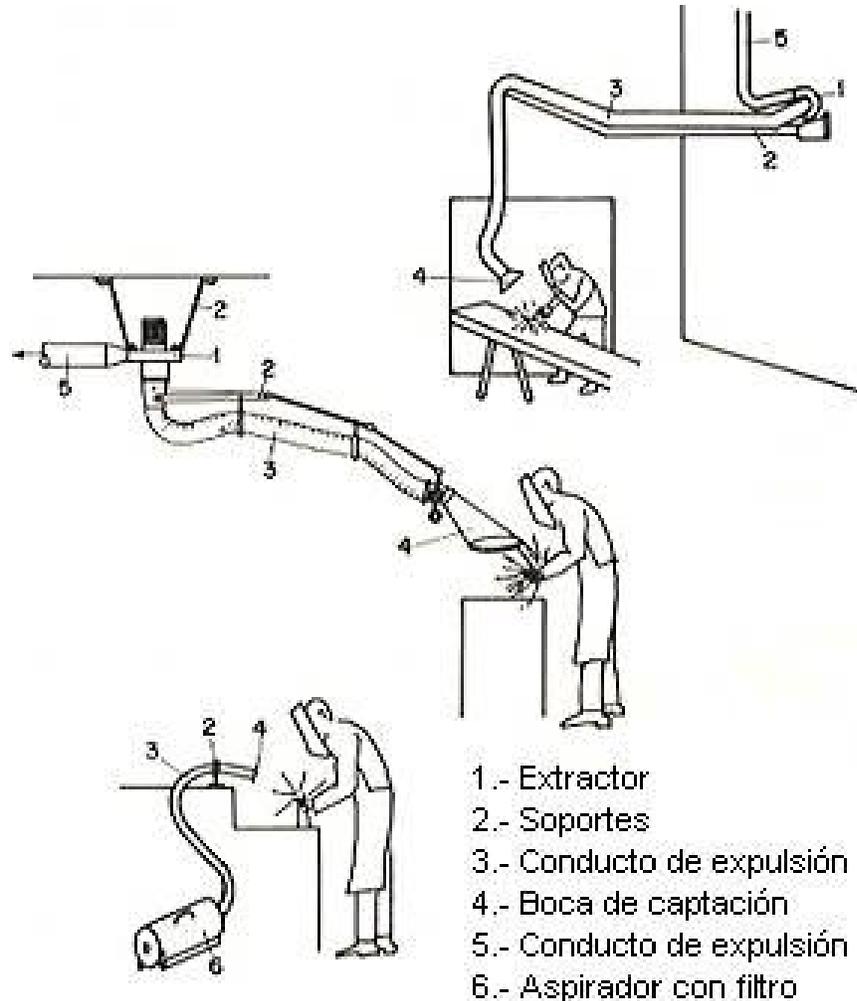
### 10.6.2) Puestos Móviles

Cuando es preciso desplazarse durante el trabajo, por ejemplo al soldar piezas de gran tamaño, no es posible el empleo de mesas de soldadura, por lo que hay que recurrir al uso de pequeñas bocas de aspiración desplazables.

El caudal de aspiración necesario en este caso depende en gran medida de la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura. Los valores normalmente empleados se reflejan en la tabla siguiente:

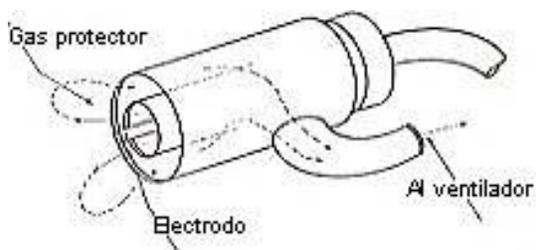
<b>Caudal m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Distancia en m</b>
200	0,1
750	0,2
1.650	0,3
3.000	0,4
4.500	0,5

Debe tenerse en cuenta que la velocidad de la corriente de aire creada por una campana de aspiración en el punto de soldadura, disminuye rápidamente al aumentar la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura; por lo tanto, es importante que esta distancia no sea superior a la prevista en el cálculo del caudal, a fin de mantener la eficacia del sistema.



### 10.6.3) Extracción Incorporada a la Pistola de Soldadura

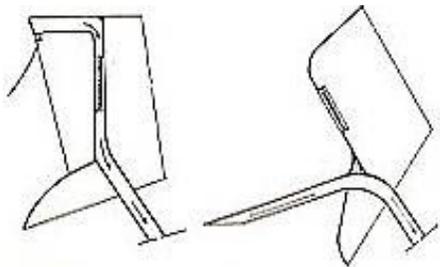
En las operaciones de soldadura con hilo continuo y atmósfera protectora se ha sugerido el empleo de extracciones acopladas a la propia boquilla de soldadura.



El caudal necesario en estos casos es muy reducido, habiéndose sugerido cifras del orden de algunos metros cúbicos por hora. En cualquier caso, las dificultades de su puesta en práctica aconsejan acudir a equipos ya comercializados que se encuentran en el mercado.

#### 10.6.4) Extracción Incorporada en la Pantalla de Protección

Una última alternativa la constituyen los elementos de captación incorporados a las pantallas de protección contra las radiaciones ultravioleta:



Desde el punto de vista teórico, este sistema presenta la ventaja de que, por la misma índole de la operación, es forzoso que la pantalla (y, por tanto, la aspiración) se sitúe muy cerca del punto de soldadura, lo que contribuye notablemente a incrementar la eficacia de captación.

#### 10.6.5) Impulsión Localizada

Estos sistemas -muy poco extendidos por sus fuertes limitaciones de aplicación- se fundamentan en el intento de expulsar de su trayectoria ascensional a los humos recién emitidos, antes de su paso por la zona respiratoria del productor, o sea, en realidad se intenta crear una cortina de aire fresco entre el foco emisor (punto de soldadura) y el receptor (operario). Los humos vertidos a la atmósfera interna del local son posteriormente evacuados mediante un sistema de extracción general forzada.

#### 10.6.6) Ventilación General

La ventilación general no puede considerarse en sí misma como una solución al problema higiénico planteado, sino más bien como un complemento necesario a la extracción localizada cuando ésta no tiene filtro depurador y descarga en el interior del local, o bien se utiliza un sistema de impulsión localizada.

Los caudales recomendados de ventilación general suelen expresarse en función del tipo de soldadura y de las dimensiones del electrodo, así el manual de ventilación de la A.C.G.I.H. para soldadura sobre acero al carbono no recubierto de otro material (galvanizado p.e.), recomienda los siguientes caudales:

Diámetro del electrodo [mm]	Caudal m <sup>3</sup> /h soldador
4	1.700
5	2.500
6	6.000
10	7.500

#### 10.6.7) Cuidados Especiales

Cabe reseñar la importancia de adoptar medidas especiales de prevención frente a la exposición a contaminantes químicos, cuando se trate de aleaciones o revestimientos que puedan contener metales como el Cr, Ni, Cd, Zn, Pb, etc., todos ellos de alta toxicidad.

Los humos consisten principalmente en óxidos de metal, que se forman cuando se condensa y se oxida el vapor de metal. La composición de los humos depende del tipo de metal

base, del tipo de metal de aportación en la soldadura o la soldadura fuerte, y de todo recubrimiento superficial o contaminación de la superficie de la chapa. Ejemplos de sustancias nocivas, que pueden estar presentes en los humos debido a recubrimientos superficiales son el **cadmio** (de material cadmiado), el **zinc** (del material galvanizado) y el **plomo** (de ciertas pinturas).

Ejemplos de gases nocivos que se pueden producir son los **óxidos de nitrógeno**, el **monóxido de carbono**, la **fosfina** y el **fosgeno**.

El óxido nítrico y el dióxido de nitrógeno se forman por el contacto del oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera con la llama y el metal caliente.

Los óxidos de nitrógeno constituyen un peligro primordial para la salud cuando se trabaja en espacios reducidos. No dejar la llama encendida si no es necesario y asegurarse de tener ventilación suficiente.

Cuando se hacen trabajos de soldadura y similares en espacios reducidos, se puede formar **monóxido de carbono** (CO). La llama de calentamiento consume oxígeno. Si hay escasez de oxígeno, la combustión será incompleta y se formará monóxido de carbono en vez de dióxido de carbono.

La **fosfina** (PH<sub>3</sub>) es un gas muy peligroso que se forma cuando se suelda y corta material fosfatado. (El fosfatado es una forma de tratamiento anticorrosivo).

Cuando se calientan las superficies que han sido limpiadas con algún tipo de hidrocarburo clorado, se formará **fosgeno** (CoCl<sub>2</sub>) que es un gas muy peligroso. Por ello, habrá que secar tales superficies mucho antes de comenzar la soldadura, el corte o el calentamiento, para asegurarse de que todo el solvente haya tenido tiempo de evaporarse.

Para evitar riesgos en conexión con los humos y los gases, tener en cuenta lo siguiente:

- ◆ No dejar la llama encendida innecesariamente, sobre todo cuando se trabaje en espacios reducidos.
- ◆ Asegurarse de que haya buena ventilación con aire puro, sobre todo cuando se trabaje en espacios reducidos (ver también la sección siguiente). Si es posible, se deberá completar la ventilación general con extracción local. En casos especiales se pueden emplear distintos equipos de respiración. Ejemplos de éstos son las caretas de soldadura con suministro de aire puro incorporado, o el aparato de respiración con suministro de aire puro. Vea la figura en página siguiente. Tenga en cuenta que una máscara de filtro no sirve para mucho en el caso de deficiencia de oxígeno.
- ◆ A ser posible, se deberán quitar las capas superficiales antes de soldar o cortar.
- ◆ Evitar mantener la cabeza directamente encima de la columna de humos o gases que se elevan sobre el punto de soldadura.

## 10.7) Equipos de Protección Individual

El equipo obligatorio de protección individual, se compone de:

- ◆ Polainas de cuero
- ◆ Calzado de seguridad
- ◆ Yelmo de soldador (Casco y careta de protección)
- ◆ Pantalla de protección de sustentación manual
- ◆ Guantes de cuero de manga larga
- ◆ Manguitos de cuero
- ◆ Mandil de cuero
- ◆ Casco de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera

Además, el operario no debe trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable. Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chipas lo puedan quemar.

## 11) PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO

Emplee siempre la presión correcta, según tabla de soldadura o de corte del fabricante.

### 11.1) Gas Combustible

Abra la válvula de gas combustible del soplete. Girar el tornillo de ajuste en el regulador de gas combustible hasta obtener la presión de trabajo recomendada. (La presión actual estará indicada en el manómetro de baja presión del regulador). Dejar que fluya el gas unos segundos para purgar la tubería. Cierre la válvula de acetileno del soplete. **Nota:** La presión de trabajo del acetileno no deberá exceder nunca 15 bar (29 psi).

### 11.2) Oxígeno

Ajuste la presión del oxígeno de la misma forma. En el caso de corte, hay que ajustar la presión del oxígeno de **corte** en el regulador. Por ello, abrir totalmente la válvula de oxígeno de corte en el aditamento de corte para hacer el ajuste. Entonces, se ajusta la presión de trabajo del oxígeno de **precalentamiento** por medio de la válvula en el aditamento de corte del soplete.

### 11.3) Encendido del Soplete

El encendido correcto del soplete es importante para evitar el retroceso de la llama. Para el encendido, se deben seguir siempre las recomendaciones del fabricante. Sin embargo, es necesario purgar primero las mangueras durante unos segundos, para eliminar la mezcla de gas en las mangueras ante de la ignición. Mientras se purga un gas tiene que estar cerrada la válvula del soplete para el otro gas.

Encienda primero el acetileno y luego abrir la válvula de oxígeno del soplete.

### 11.4) Apagado del Soplete

Para extinguir la llama siga el procedimiento: Cierre la válvula del oxígeno primero y luego la del acetileno.

Cuando se abandona el equipo (por ejemplo a la hora de almorzar o al finalizar el turno), proceder de la forma siguiente:

- ◆ Apague la llama. Vea arriba.
- ◆ Cierre tanto la válvula del gas combustible como la del oxígeno en los cilindros o en las tuberías.
- ◆ Abrir la válvula del gas combustible en el soplete para liberar la presión en la manguera y en el regulador. Cuando el manómetro haya caído hasta cero, desenroscar el tornillo de ajuste de presión en el regulador de gas combustible. Cierre la válvula del gas combustible en el soplete.

- ◆ Abrir la válvula del oxígeno en el soplete, para liberar la presión en la manguera y en el regulador. Cuando el manómetro haya caído hasta cero, desenroscar el tornillo de ajuste de presión en el regulador de oxígeno. Cierre la válvula del oxígeno en el soplete.

## 12) DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Usando dispositivos de seguridad, se puede disminuir el riesgo de retroceso de la llama. Los tipos más comunes de dispositivo de seguridad son las **válvulas unidireccionales** y los **bloqueadores de retroceso** o **dispositivo antirretroceso de llama**; pero existen en el mercado otros dispositivos que cumplen distintas funciones.

### 12.1) Dispositivo Antirretroceso de Llama

Es un dispositivo que se opone a la propagación del frente de llama o lo extingue (retroceso o descomposición).

Existen dos tipos:

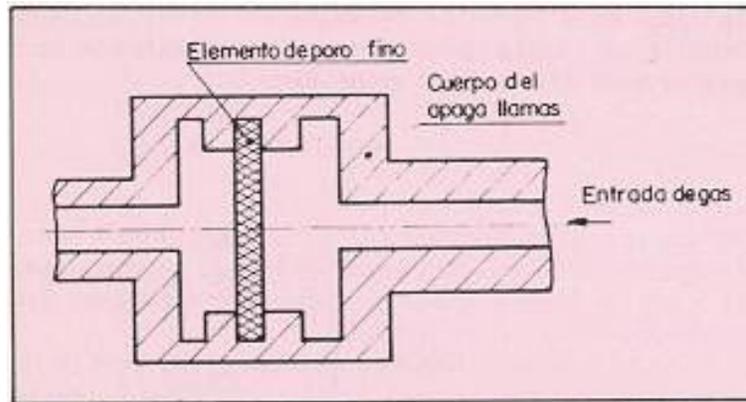
- ◆ Hidráulico
- ◆ Seco

El **hidráulico** consiste en un recipiente con agua, el cual es atravesado por el gas y en el caso de un retroceso de llama el agua forma una barrera y evita que se desplace hacia el suministro de gas.

Una válvula hidráulica debe cumplir las siguientes características:

- ◆ Debe utilizar agua como barrera apagallamas.
- ◆ Debe disponer de un indicador de nivel.
- ◆ Debe disponer de un dispositivo de llenado de agua y construido de forma que no pueda entrar ninguna suciedad.
- ◆ Debe disponer de dispositivo de salida del líquido en el punto más bajo, para purgar.
- ◆ La capacidad del aparato ha de ser suficiente para 8 horas de trabajo con el caudal máximo de gas.

El **dispositivo o válvula seca** se basa en el fenómeno de la tela, rejilla o malla metálica que detiene el paso de una llama como en la antigua lámpara Davy de los mineros o la rejilla empleada sobre el trípode en los mecheros Bunsen. El paso máximo de la malla necesario para detener una llama de acetileno es tan pequeño que no es práctico el empleo de tela, rejilla o malla metálica para estos dispositivos. En las aplicaciones con gases combustibles y oxígeno el material que reúne mejores propiedades para evitar el paso de llama es el acero inoxidable sinterizado con un tamaño fino de poro y de una estructura muy uniforme.



Un dispositivo apagallamas debe reunir buenas cualidades para extinguir las llamas, resistencia mecánica y una caída de presión lo menor posible. También es muy importante que sea de poco peso el aparato a situar junto al soplete.

Otro factor a considerar es el caudal del aparato, el cual debe dejar pasar la cantidad adecuada, aún en el caso de estar algo obstruido por depósitos de carbonilla u hollín originados por algún retroceso de llama.

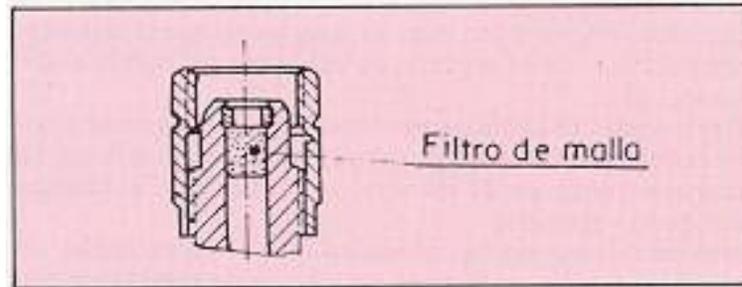
Actualmente se emplean más las válvulas antirretroceso del tipo seco, y comparándolas con las hidráulicas se observa lo siguiente:

- ◆ Las secas no requieren mantenimiento. Solamente una revisión periódica de acuerdo con lo indicado por el fabricante. En las hidráulicas hay que comprobar frecuentemente el nivel de agua.
- ◆ Las hidráulicas humedecen el gas, afectando al soplete, a la soldadura y disminuyen el poder calorífico.
- ◆ Las hidráulicas pueden necesitar líquidos anticongelantes o calentadores en ambientes fríos, así como aditivos anticorrosivos.
- ◆ Las secas son de un tamaño más reducido.
- ◆ Si se instala una válvula hidráulica a la salida de la central de gas y válvulas secas en los puestos de trabajo, es imprescindible montar un filtro de gas con purgador de condensados antes de las válvulas secas para protegerlas de la corrosión.
- ◆ Las válvulas secas pueden ser montadas en cualquier posición y las hidráulicas sólo verticalmente.
- ◆ Después de un retroceso de llama, las válvulas hidráulicas requieren un purgado de observación y si el agua está ennegrecida efectuar un vaciado, limpieza y rellenado.
- ◆ Por estas razones se ha ido implantando la instalación de válvulas secas.

## 12.2) Filtro

Dispositivo para evitar el paso de impurezas o materias extrañas que pueda arrastrar el gas. Suele ser de malla de alambre de acero inoxidable y de gran superficie. La finura de la malla es aproximadamente de 100 micras =  $10^{-4}$  m.

Debe estar situado a la entrada del gas a cada uno de los dispositivos de seguridad y montado de forma que sea fácil su desmontaje y limpieza.



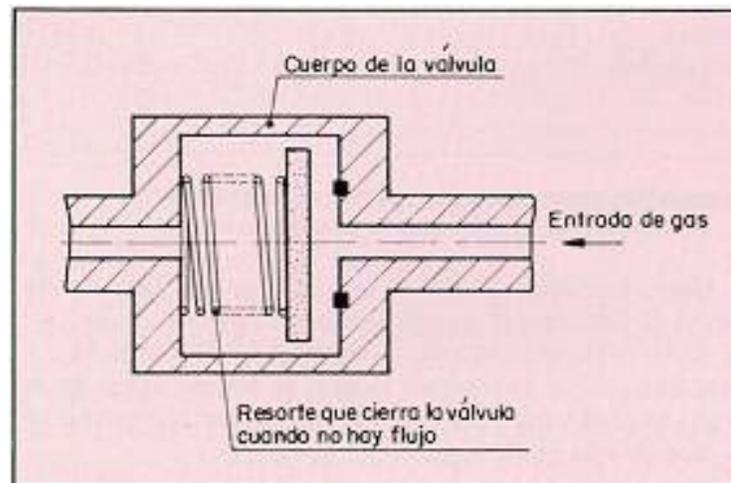
### 12.3) Válvula Antirretorno

Dispositivo para evitar el paso de gas en sentido contrario al flujo normal.

La válvula se mantiene abierta por la energía de la corriente de gas y se cierra cuando la presión aguas abajo o contrapresión es aproximadamente igual o superior a la existente en el sentido normal del flujo.

La función de esta válvula es evitar el paso del gas de una canalización o manguera del soplete a la contigua, con la consiguiente formación de una mezcla explosiva en una de ellas. Un ejemplo es el paso de oxígeno a la manguera de acetileno por obstrucción de la boquilla del soplete y debido a la mayor presión de suministro de oxígeno.

El esquema de funcionamiento con la válvula en posición abierta se muestra en la figura. Cuando no circula gas la válvula queda cerrada por la presión del resorte. La posible contrapresión en el dispositivo ayuda a mantenerla cerrada. La válvula no se abrirá a menos que la presión de la circulación de gas procedente del suministro (generador, botella, etc.) sea superior a una contrapresión ocasionada en dirección contraria.



### 12.4) Válvula de Cierre

Dispositivo colocado sobre una canalización y que detiene automáticamente la circulación del gas en ciertas condiciones. Sirve para evitar la reignición del gas combustible después de una entrada de llama en el equipo, es decir, después de un retroceso de llama.

Existen tres tipos:

- ◆ Accionada térmicamente
- ◆ Accionada mecánicamente por presión
- ◆ Accionada por un exceso de caudal

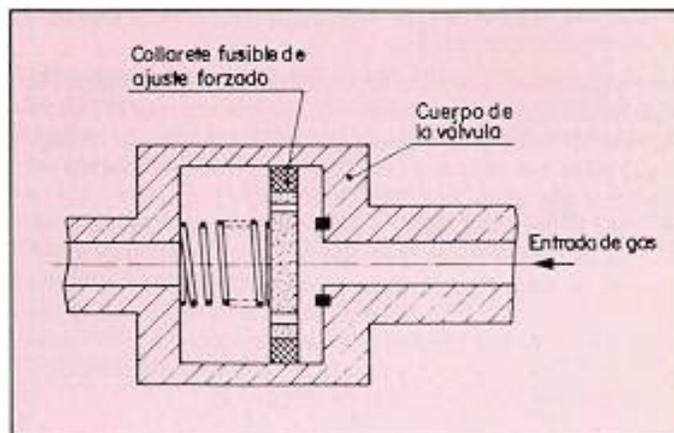
#### 12.4.1) Válvula de Cierre Térmica

Corta el flujo de gas cuando se alcanza una temperatura prefijada. En funcionamiento normal, la válvula se mantiene abierta, sujeta por un metal fusible con un ajuste forzado o montaje a presión en frío, que funde a cierta temperatura y libera la válvula, que se cierra por la presión de un resorte.

Puede ocurrir que el retroceso de llama sea frenado por el sinterizado microporoso apagallamas, pero se produzca en su superficie otra llama posterior al apagado con calentamiento de ese elemento, pudiéndose inflamar el acetileno en dirección a la alimentación. En ese caso actúa esta válvula térmica.

La válvula debe responder cuando se produce un aumento de temperatura, sea por ignición interna o por fuego externo, al alcanzar una temperatura de 90°-100°C, disparándose y cortando el suministro, quedándose cerrada y evitando el restablecimiento del flujo de gas a través de un equipo sobrecalentado o sobre unos restos de hollín o negro de humo ardiendo.

La reapertura o rearme de la válvula, en el caso de que disponga, puede ser controlada mecánica o térmicamente, pero debe ser segura y debe esperarse un tiempo para su enfriamiento y para la investigación de las causas del corte. El mecanismo de liberación debe estar diseñado de forma que no pueda ser anulado o evitado por el operario. La mayoría de estas válvulas no pueden ser rearmadas por el operario del equipo.



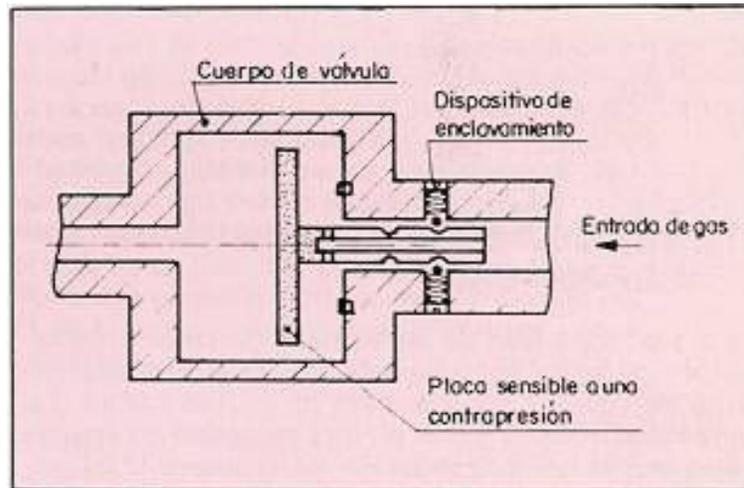
#### 12.4.2) Válvula de Cierre Accionada por Presión

Corta el flujo de gas cuando se produce una onda de contrapresión, procedente de aguas abajo de esta válvula.

La válvula en funcionamiento normal se mantiene abierta mecánicamente por la presión ejercida por el flujo de gas, que vence una ligera resistencia mecánica ofrecida por un resorte o simplemente abierta en una posición de enclavamiento. Una presión en sentido contrario superior a la anterior acciona la válvula, desplazándola en sentido contrario y enclavándola en

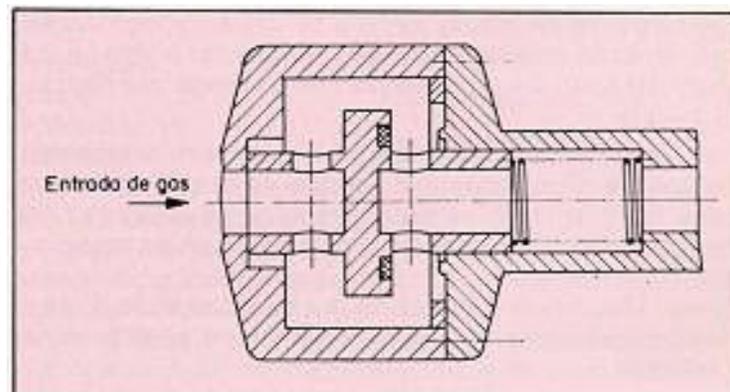
posición cerrada ayudada por el resorte o sin necesidad de él, pues ya se dispone de unas muescas para el dispositivo de enclavamiento.

Normalmente disponen de un dispositivo de reapertura o rearme.



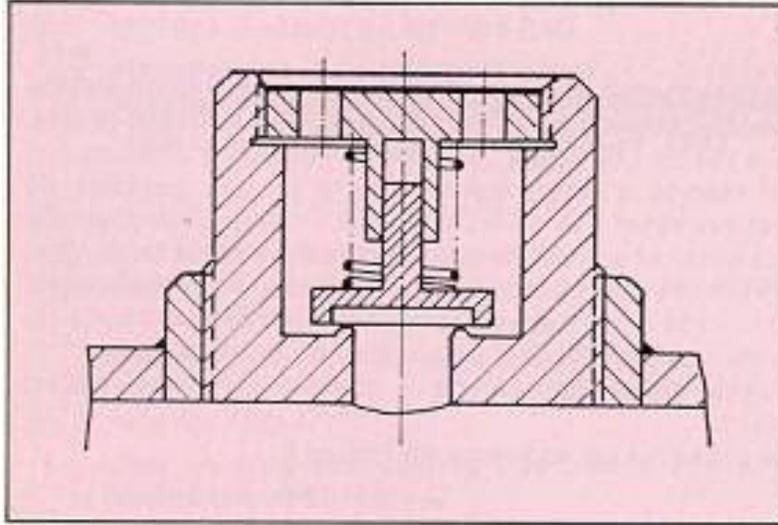
### 12.4.3) Válvula de Cierre Accionada por Exceso de Flujo

Corta el flujo de gas cuando el caudal de gas excede de un valor prefijado. La válvula se mantiene abierta por un resorte. Se cierra cuando la fuerza originada por la presión dinámica se hace mayor que la fuerza del resorte. Es necesario prever un mecanismo de rearme.



### 12.4.4) Válvula de Descarga

Es un dispositivo que evacua automáticamente el gas a la atmósfera cuando la presión excede un valor prefijado y vuelve a cerrarse cuando la presión desciende por debajo de ese valor. La válvula se mantiene cerrada mediante un resorte y se abre cuando la fuerza originada por el aumento de presión interna supera el tarado del resorte. Sirve de protección a la manguera de una presión excesiva, tanto si ésta es causada por un retroceso de llama como por un fallo importante del manorreductor. Si se utiliza junto a un dispositivo antirretroceso de llama proporciona también una ayuda en el alivio de presión y en el desahogo de la llama.



### 12.5) Situación de los dispositivos de seguridad

En la práctica varias de las válvulas descritas anteriormente pueden encontrarse combinadas en un dispositivo único de acuerdo con las ideas de los fabricantes. Tal combinación puede recibir el nombre de **dispositivo antirretroceso de llama**, pero hay que ser cauto ante tal denominación y conocer realmente qué funciones realiza y qué dispositivos incluye.

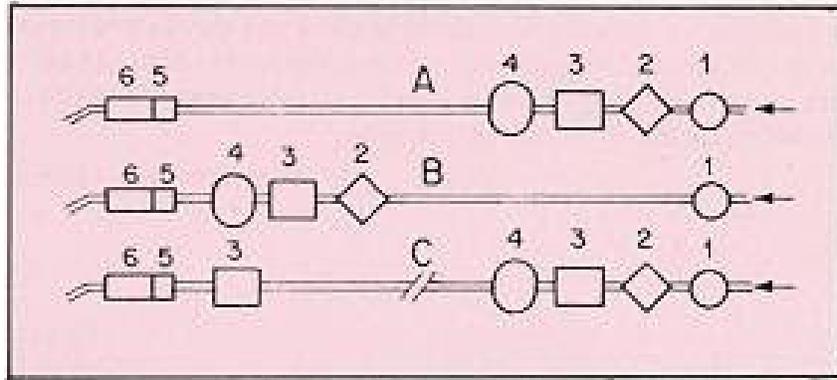
En principio un apagallamas debe ser siempre ayudado por una **válvula de cierre** aguas arriba de ese elemento para evitar el restablecimiento inmediato del flujo de gas y una posible repetición del incidente. El mecanismo de rearme si es muy rápido puede anular la seguridad del dispositivo.

La **válvula de descarga** proporciona una seguridad adicional en el funcionamiento del dispositivo apaga llamas y al mismo tiempo protege a la manguera contra elevaciones accidentales de presión por otras causas. Esta válvula normalmente se monta junto a la unidad apagallamas, pero también puede instalarse en cualquier punto aguas abajo del apagallamas siempre que se tenga una descarga segura.

Una **válvula antirretorno** debe ser instalada en la conexión del soplete. Confiar en una sola de estas válvulas como parte integrante de un manorreductor es peligroso, ya que podrían formarse mezclas explosivas en las mangueras.

El más importante aspecto de la seguridad es la protección de las fuentes de suministro de gases, sean botellas o tuberías.

Hay diferentes opiniones sobre la situación del dispositivo apagallamas:  
El orden más seguro para instalar todos estos dispositivos es el indicado en "A", siguiendo la corriente de gas aguas abajo:



1. Manorreductor o válvula de la línea.
2. Válvula de cierre.
3. Dispositivo apagallamas.
4. Válvula de descarga.
5. Válvula antirretorno.
6. Soplete.

Otra alternativa es la indicada en B y para mangueras de longitud superior a 10 m la indicada en C.

El usuario debe valorar cualquier dispositivo combinado sobre esta base y subsanar cualquier deficiencia mediante la instalación de unidades separadas. También es esencial conocer si un dispositivo es capaz de resistir incidentes repetidos o si es de disparo único y no olvidarse de efectuar la instalación en la dirección correcta del flujo, que debe venir indicado en estos aparatos.

Existen en el mercado válvulas combinadas en el que aparecen todos los dispositivos vistos por separado, excepto la válvula de corte por exceso de flujo.

Esta válvula combinada antirretroceso de llama se recomienda instalarla a la salida del manorreductor, dado que son de mucho peso para instalarlas junto al soplete.

En general los fabricantes recomiendan un aparato combinado a la salida del manorreductor, otro de menor peso y no necesariamente tan complejo junto al soplete y otro de similares características a este último en la manguera si sobrepasa los 10 ÷ 15 m. de longitud y situado a 1 m del soplete.

Debido a la diversidad de modelos y disposiciones es esencial que los aparatos (sean combinados o no), estén homologados por una institución de prestigio y al mismo tiempo seguir las recomendaciones del fabricante, porque también existen los siguientes problemas si se recarga la conducción:

- ◆ El dispositivo combinado montado junto al soplete o en la manguera tiene un caudal bajo, su peso desequilibra el soplete y dificulta el trabajo.
- ◆ A causa del retroceso de llama, el carbono del hollín o negro de humo bloquea el apagallamas del dispositivo situado junto al soplete y que por comodidad es el más pequeño.
- ◆ El dispositivo apagallamas montado junto al soplete es más propicio al efecto de post-fuego o llama posterior al apagado, ya que su tamaño no permite la integración de una válvula de cierre térmica.

- ◆ El sinterizado de un apagallamas en la posición comentada suele perjudicarse debido al mal trato de los sopletes.
- ◆ La caída de presión resultante aumenta con el uso, ensuciamiento, número de dispositivos, etc., creando dificultades al operario por lo que el mantenimiento debe ser más frecuente.
- ◆ La válvula antirretorno de gas debe revisarse periódicamente para evitar fugas.

### **12.6) Materiales de Construcción**

Deben garantizar la seguridad y buen funcionamiento del aparato. Deben tener una resistencia adecuada a las acciones químicas, mecánicas y térmicas de los gases que circulan a través del aparato.

Para el acetileno no puede utilizarse el cobre o aleaciones que superen un 70% de contenido en masa de ese metal.

Los componentes del dispositivo antirretroceso de llama deben ser fabricados con un material exento de cobre. Generalmente se construyen de acero.

Todos los componentes en contacto con oxígeno deben estar exentos de aceite y de grasa y ser de material inoxidable.

Los materiales sintéticos que puedan estar en contacto con el acetileno deben tener una resistencia adecuada a los disolventes (acetona y dimetil-formamida).

### **12.7) Marcado**

Será legible y duradero y llevará las siguientes indicaciones:

- ◆ Nombre o marca registrada del fabricante o distribuidor.
- ◆ Modelo o número de código relativo a las instrucciones de montaje del fabricante.
- ◆ Dirección normal del flujo de gas indicada con una flecha.
- ◆ Nombre del gas o código del tipo de gas y código de color.
- ◆ Presión máxima de trabajo.
- ◆ Caudal máximo, sólo para las válvulas de cierre accionadas por exceso de flujo o caudal.

## **13) MANTENIMIENTO DEL EQUIPO**

Una forma importante de evitar el retroceso de la llama es manteniendo el equipo en buenas condiciones. Como la boquilla puede considerarse como la parte más expuesta del equipo, es importante mantenerla limpia y en buenas condiciones. La suciedad y las salpicaduras de metal fundido producen una turbulencia en el flujo de gas que, a su vez, aumenta el riesgo de retroceso. Una boquilla obstruida puede producir flujo inverso y con ello riesgo de retroceso. Las boquillas se pueden limpiar de forma mecánica o química. Para la limpieza mecánica, con una aguja de limpieza, es importante utilizar el tamaño correcto con relación al tamaño original del orificio de la boquilla. No se debe agrandar el orificio, ya que esto reduce la velocidad de salida del gas e incrementa así el riesgo de retroceso de la llama.

En lo que concierne al equipo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ◆ Usar mangueras en buen estado, con los acoplamientos correctos a la manguera y al regulador.



- ◆ Controle que no haya ninguna fuga de gas. Controlar, por ejemplo, que esté en buen estado la junta hermética entre el mango del soplete y el aditamento de soldar o de cortar.
- ◆ No combine equipos de distintos fabricantes.

## **ANEXO I: OXÍGENO Y ACETILENO**

### **I.1) ACETILENO**

#### **I.1.1) Clasificación**

Al acetileno lo podemos como clasificar como un gas de las siguientes características principales:

- ◆ Reactivo
- ◆ Inflamable
- ◆ Comprimido
- ◆ Industrial

#### **I.1.2) Propiedades Químicas**

El acetileno se compone de carbono e hidrógeno, con un enlace químico que es la causa de su reactividad. En estado líquido o sólido, o en el gaseoso a presiones altas o moderadas, el acetileno se descompone rápidamente, formando carbono e hidrógeno y produciendo calor, que puede iniciar la descomposición. La descomposición del acetileno líquido o sólido también puede iniciarse por impacto mecánico. En un espacio cerrado, los gases calientes resultantes de la descomposición pueden provocar un exceso de presión y la rotura del recipiente, de las tuberías o del equipo donde se encuentren.

El acetileno reacciona con ciertos metales para producir carburos metálicos, compuestos explosivos muy sensibles al impacto y cuya detonación, incluso en pequeñas cantidades, puede iniciar un proceso de descomposición del acetileno. El cobre y algunas aleaciones de cobre destacan este respecto, por lo que se debe evitar su uso en la mayor parte de los equipos y tuberías destinadas a trabajar con acetileno. En cambio, pueden emplearse en algunos componentes de las instalaciones de acetileno si se tienen en cuenta las reacciones cinéticas existentes. Esto ocurre, por ejemplo, con las boquillas de los sopletes.

El acetileno no es tóxico y se ha empleado a veces como anestésico. Puro, es inodoro, pero, en general, tiene un olor característico, debido a las pequeñas impurezas inherentes a los procesos de obtención a partir del carburo de calcio o de hidrocarburos.

#### **I.1.3) Propiedades Físicas**

Aunque el acetileno se considera como un gas comprimido, el recipiente para su transporte y almacenamiento no contiene exclusivamente acetileno en fase gaseosa, distinguiéndose por esta característica peculiar. Para asegurar su estabilidad en condiciones térmicas y de impacto razonablemente previsibles, las bombonas de acetileno están rellenas de una masa porosa formada de celdas o alvéolos muy pequeños, de modo que el volumen de gas comprimido en cada una de ellas sea muy pequeña. Así, se limita la energía disponible de descomposición y se restringe la comunicación entre espacios. Además, la masa está saturada de acetona, un líquido inflamable en el que el acetileno puede comprimirse en la disolución de un modo similar a como el dióxido de carbono lo hace en agua, para producir agua carbónica. Al reducirse la presión, es decir, al abrirse la válvula de la bombona, el gas se separa de la disolución, escapándose del recipiente en estado gaseoso. Por cada atmósfera de presión, la acetona disuelve alrededor de 25 veces su volumen de acetileno de forma que a 1.724 kPa (250 psi) disuelve 425 veces su volumen.

#### **I.1.4) Utilización**

El acetileno se emplea sobre todo en procesos industriales químicos y también como gas combustible en las operaciones de soldadura y corte.

#### **I.1.5) Riesgos en el Interior de los Recipientes**

El acetileno se transporta en bombonas o cilindros aprobados, como se describe anteriormente, y se almacena en ellos o en otros recipientes de gas a baja presión. Se maneja indistintamente con ayuda de mangueras flexibles o mediante sistema de tuberías rígidas.

Los cilindros de acetileno están protegidos indirectamente contra exceso de presión por dispositivos sensibles al calor, generalmente obturadores fusibles. En oposición a las válvulas de alivio de resorte, el funcionamiento de los obturadores fusibles da como resultado la reducción total a la presión atmosférica al liberarse el gas comprimido y la acetona al mismo tiempo. Debido a esta forma de protección contra exceso de presión, los cilindros de acetileno no están sujetos al peligro de una BLEVE que, por definición, no puede ocurrir si el contenido líquido no está por encima de los puntos de ebullición a temperaturas y presión normales. Sin embargo, en condiciones de exposición al fuego o durante operaciones de carga de acetileno, han ocurrido descomposiciones internas que han ocasionado efectos propios de una BLEVE, tales como ruptura de la bombona y proyecciones de fragmentos acompañados de pequeñas bolas de fuego.

Como la susceptibilidad a la descomposición está relacionada directamente con la presión, es decir, que a mayor presión, mayor es la facilidad de iniciación de la descomposición y más violentos los efectos, se consigue un grado aceptable de estabilidad en la mayor parte de los sistemas de tuberías que contienen acetileno gaseoso mediante la simple limitación de la presión. En general, ésta no excede de 103 kPa (15 psi).

#### **I.1.6) Riesgos de los Gases Fuera de Recipientes**

Cuando se escapa del recipiente, el acetileno presenta riesgos de explosión por combustión e incendio. Debido a su reactividad, es más fácil su ignición que la mayor parte de los gases inflamables, y arde más rápidamente. Este último efecto aumenta la gravedad de las explosiones por combustión y dificulta la posibilidad de desahogarlas; el acetileno es sólo un poco más ligero que el aire.

#### **I.1.7) Control de Emergencias**

Debido a la limitada cantidad de acetileno que se transporta y almacena de manera convencional, raramente se producen emergencias "sin incendios". Los incendios que se producen se combaten de igual modo que los de cualquier gas inflamable y no tóxico, es decir, por aplicación de agua sobre los depósitos y, de ser posible, interrupción del escape de gas.

#### **I.1.8) Riesgos de las Botellas de Acetileno Expuestas al Fuego**

Si hay botellas de acetileno expuestas a un fuego, hay que tomar precauciones especiales. En este caso, las válvulas de descompresión, de metal fusible, podrían funcionar cuando el metal llegara a unos 100°C. La naturaleza del acetileno supone riesgos que no se

producen con otros gases. A temperaturas por encima de los 300°C, el acetileno se descompone en hidrógeno y carbono. Esto puede suponer un peligro si las botellas están expuestas al fuego y se calientan por encima de dicha temperatura. Cuando esto sucede, puede aumentar la presión dentro de las botellas y en algunos casos pueden explotar violentamente. La descomposición del acetileno puede ser tan rápida que la descompresión producida por las válvulas no siempre puede evitar la explosión. Esta puede suceder pocos minutos o varias horas después de calentarse la botella. Cuando una parte de la botella de acetileno está expuesta al fuego y se calienta a más de 300°C, el acetileno empieza a descomponerse, liberando calor. Las botellas así expuestas se deben rociar con agua desde un lugar protegido y las personas no se deben acercar a una botella de acetileno que haya estado expuesta al fuego.

Un riesgo corriente de las botellas de acetileno es que, si se produce una pequeña fuga y arde, el resultado es una llama pequeña, pero que puede causar la fusión del metal fusible y producirse entonces una llama como la de un soplete, que puede llegar hasta los 3,5 metros de longitud. Esta llama repentina puede ser un peligro para las personas o para otras botellas de acetileno que pudieran haber alrededor.

## **I.2) OXÍGENO**

### **I.2.1) Clasificación**

Al oxígeno lo podemos como clasificar como un gas de las siguientes características principales:

- ◆ No inflamable (oxidante)
- ◆ Comprimido
- ◆ Criogénico
- ◆ Industrial
- ◆ Medicinal

### **I.2.2) Propiedades Químicas**

El oxígeno es un elemento químico básico. Reacciona prácticamente con todas las materias y esta reacción general se conoce como oxidación. La combustión es un tipo especial de reacción de oxidación. En la mayor parte de las reacciones de combustión, el oxígeno está acompañado de nitrógeno, denominándose "aire" a la mezcla de los dos. Por ser el nitrógeno un gas inerte no participa en lo más mínimo en la reacción de combustión, en realidad la inhibe. Por lo tanto, las concentraciones de oxígeno mayores que las existentes normalmente en el aire aumentan proporcionalmente los peligros de combustión. Esto afecta a todos los parámetros básicos de la combustión, excepto al calor de combustión. Por ejemplo, al aumentar la concentración de oxígeno, la temperatura y la energía de ignición disminuye, el margen de inflamabilidad se amplía y la velocidad de combustión aumenta, dándose los efectos máximos en una concentración de oxígeno del cien por cien.

Debido a estas propiedades, el diseño de sistemas que contengan un 100% de oxígeno ha de prestar una atención especial a estos factores desde el punto de vista de la incompatibilidad.

### I.2.3) Propiedades Físicas

#### Punto de ebullición normal

Temperatura: - 297,4°C  
Densidad del líquido: 114,2 kg/m<sup>3</sup>  
Densidad del gas: 0,474 kg/m<sup>3</sup>  
Calor latente: 213,3 kJ/kg

#### Condiciones normales

Densidad del gas: 0,113 kg/m<sup>3</sup>  
Expansión: 861

### I.2.4) Utilización

El oxígeno se emplea primordialmente en la producción de acero, el corte y soldadura de metales, aplicaciones de medicina, sistemas de mantenimiento de la vida, aplicaciones aeronáuticas y aeroespaciales y procesos químicos industriales.

### I.2.5) Riesgos en el Interior de Recipientes

El oxígeno se transporta en forma comprimida o criogénica en bombonas y en vagones y camiones cisternas. Se almacena en cilindros o bombonas (aisladas o no) o en depósitos aislados.

Las bombonas de oxígeno comprimido están protegidas contra sobrepresiones por discos frágiles, fácilmente fracturables, o por una combinación de éstos con obturadores fusibles. Los recipientes criogénicos provistos de aislamiento térmico están protegidos por válvulas de alivio. El metal para la confección de recipientes y tuberías para el uso de este gas debe estar seleccionado cuidadosamente, atendiendo a las condiciones de servicio. Para muchas de las aplicaciones son aceptables varios tipos de acero, pero algunos servicios especiales exigen el empleo de otros materiales (generalmente cobre o sus aleaciones) por su mayor resistencia a la ignición y su menor índice de combustión.

Análogamente, las materias que pueden entrar en ignición en el aire tienen energías inferiores en atmósferas de oxígeno. Muchas de estas materias pueden entrar en ignición por fricción en la base de la válvula, o por obturación del vástago, o por compresión adiabática producida cuando se introduce rápidamente el oxígeno a alta presión en un sistema que estaba inicialmente a baja presión.

Las roturas de recipientes de oxígeno debidas a exposición al fuego son raras, quizá como consecuencia de los requisitos de las normas que exigen su separación de otros gases inflamables y otros combustibles. Muchos "fallos" de los componentes de los sistemas de oxígeno se deben, en realidad, a la acumulación de grasas, aceites, etc., en la superficie de dichos componentes, que están en contacto con el oxígeno, lo que es índice de niveles inferiores de mantenimiento o conservación. Estas materias entran en ignición bastante fácilmente si están expuestas al aire, y mucho más en una atmósfera de oxígeno al 100%, y su ignición suele tener como resultado la combustión de los componentes del sistema, que son incombustibles en el aire, incluidos los metálicos. Tales incidentes se producen normalmente en pequeñas partes de dichos componentes, pero pueden tener aspectos bastante espectacular y generar efectos locales, como lesiones al personal. Convencionalmente se los denomina llamaradas.

### I.2.6) Riesgos de los Gases Fuera de Recipiente

El escape de oxígeno comprimido o licuado se manifiesta generalmente por aceleración del fuego en caso de incendio. El de oxígeno líquido, en ausencia de fuego, presenta la



posibilidad de que se forme una mezcla de oxígeno y combustible previa a la ignición. Si en estas circunstancias se retrasase la ignición hay peligro de explosión. Prácticamente, cualquier combinación de oxígeno líquido y materia combustible es potencialmente explosiva por la rápida combustión que produce. Algunos explosivos comerciales se obtienen de esta manera. El oxígeno es ligeramente más pesado que el aire a igual temperatura.

### **I.2.7) Control de Emergencias**

Las fugas de oxígeno presentan fundamentalmente una situación de emergencia "sin incendio", pero pueden crear una del tipo "con incendio" en las cercanías de maquinaria o equipos que funcionan quemando combustible, o de aparatos que produzcan arco eléctrico. Los componentes metálicos de motores de combustión interna, por ejemplo, han ardido en atmósferas ricas en oxígeno creadas por un escape de este gas. El oxígeno gaseoso que se evapora del líquido criogénico a la temperatura de ebullición normal es aproximadamente cuatro veces más pesado que el aire a 21°C y se extiende a nivel del suelo ayudado por la niebla visible de vapor de agua condensado que se forma. Este tipo de escape puede controlarse por medio de agua pulverizada. Debe evitarse el contacto entre el agua y el oxígeno líquido encharcado para impedir que aumente la vaporización, a no ser que se disponga de medios para controlar los vapores. Se debe aplicar a agua a los recipientes que estén expuestos al fuego y debe detenerse, de ser posible, el escape de gas.

---

## ANEXO II: EMERGENCIA CON TUBOS DE ACETILENO

### II.1) PLAN DE ACCION GENERAL

- a) Apartarse rápidamente del mismo.
- b) Hacer evacuar los alrededores del lugar.
- c) Refrigerar el cilindro con chorro de agua abundante desde el lugar más alejado posible protegiéndose detrás de cualquier elemento fijo y resistente capaz de formar pantalla, hasta el momento en que desaparezca la vaporización provocada por el contacto del agua con la pared recalentada del cilindro, operación que en algunos casos puede demandar varias horas.
- d) Desaparecida la vaporización, suspender el chorro de agua y esperar dos horas. Transcurrido éstas, volver a rociar el cilindro con chorro de agua para verificar que no ha vuelto a levantar temperatura. Si volviera a vaporizar el agua repetir lo indicado en (c).
- e) Cuando esté seguro que el cilindro no levanta temperatura (no vaporiza más) aproximarse al mismo para asegurarse por medio del tacto, de que está frío. Recién entonces llevar el cilindro a un lugar aislado y mantenerlo bajo riesgo menos intenso durante 24 horas o sumergirlo totalmente en agua durante el mismo lapso.
- f) Cumplidas todas las disposiciones anteriores, despegar la válvula para vaciar muy lentamente el gas, tomando las precauciones del caso.
- g) No se permitirá que persona alguna abra (ni siquiera un bombero) la válvula antes de haber cumplido todas las indicaciones que se mencionan hasta el párrafo anterior.
- h) Si no se dispone de agua abundante con buena presión, acuda de inmediato a los bomberos.
- i) Si el cilindro se encuentra en el interior de un local debe airearse el lugar si se lo puede hacer sin riesgo, por cuanto una fuga de acetileno puede crear una mezcla explosiva.

### II.2) SITUACIONES ESPECIALES

Los casos de calentamiento o de inflamación de cilindros que pueden presentarse durante su utilización son clasificados en dos categorías o grupos:

- **El primer grupo:** comprende aquellos incidentes en los que se ignora el tiempo transcurrido desde su origen.
- **El segundo grupo:** comprende a los incidentes de los que se toma conocimiento no bien se producen u ocurren.

#### II.2.1) El Comienzo se Desconoce

El ejemplo típico es el de un cilindro que se lo nota caliente al contacto con la mano sin causa exterior aparente y también podría presentarse en algún cilindro con tapón fusible en el que la pérdida se ha inflamado en un momento indeterminado, etc.

El cilindro que se encuentra en esta situación puede explotar en un momento que resulta imposible precisar y en consecuencia de este caso se debe proceder según lo indicado en el apartado II.1).

### **II.2.2) La Iniciación se Conoce de Inmediato**

El modo de acción puede diferir según que la fuente de las llamas o de recalentamiento esté localizada (situación que es necesario señalar por cuanto normalmente es muy fácil de neutralizar) o que se trate de un incendio que no se puede pensar en apagarlo o extinguirlo en un instante.

#### **II.2.2.1) Recalentamiento por Fuente de calor Localizado**

Los ejemplos más frecuentes son:

- ◆ Soplete encendido con un dardo dirigido contra el cilindro. Debe apartar inmediatamente el soplete luego de apagarlo y cerrar sin dilación la válvula del cilindro o la válvula general del cuadro de acetileno. Se hace notar que se dispone de una decena de segundos antes de que sea alcanzada la temperatura de descomposición del acetileno 400°C sobre la pared del cilindro en el lugar de acción del dardo. Si no se actúa con rapidez se formará un tetón que reventará transformando el cilindro en una lanza llamas que provocará una onda explosiva muy peligrosa. Es necesario pues, actuar sin retardos.
- ◆ La inflamación de la fuga de una unión entre el cilindro y el elemento de utilización o un retroceso. El cierre inmediato de la válvula del cilindro o de la válvula general del cuadro de acetileno pondrá fin a la pérdida y si ésta persiste se la deberá apagar inmediatamente mediante el empleo de un extintor de CO<sub>2</sub> o de polvo.
- ◆ Una fuente de calor cercano (braseo, fragua, etc.).
- ◆ Se deberá alejar la fuente de calentamiento y cerrar la válvula del cilindro o del cuadro según se trate

En los tres casos se adoptarán, además, conjuntamente las siguientes indicadas en el apartado II.1).

#### **II.2.2.2) Incendio**

##### **Cilindro aislado**

1. Si las llamas no alcanzan todavía al cilindro, se puede aproximar sin riesgo para verificar que no se ha calentado. Se le deberá cerrar su válvula, retirarlo con urgencia del lugar y refrigerar con chorro de agua hasta su enfriamiento completo.
2. Si el cilindro es alcanzado por las llamas, o está muy caliente, se evacuará al personal y se procederá a aplicar sucesivamente las consignas dadas en el punto II.1).

### **Batería de cilindros**

1. Cerrar lo más rápido posible la válvula de pasaje a la cañería de abastecimiento de los puestos de utilización.
2. Intentar cerrar las válvulas de los cilindros de la rampa o de los cilindros del cuadro, si las llamas no llegan a éstos.
3. En todos los casos no desplazar nada. Evacuar inmediatamente el lugar y aplicar sucesivamente todas las consignas del punto II.1).

**Trabajamos para que no  
haya nada que perder**

**Mejor que  
asegurar es  
evitar,  
y evitar es  
proteger**

Prevenición de incendios, asesoramiento  
integral de seguridad e higiene

[info@redproteger.com.ar](mailto:info@redproteger.com.ar)

[www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar)

Tel. (0341) 156-420607 / (0341) 421-3815

RED  
**PROTEGER**  
HIGIENE, CONTROL  
Y SEGURIDAD