



D. JOSE LUIS VALBUENA MURO  
Jefe de la División  
Oxigas de Argón, S. A.

Los procesos para la soldadura, oxicorte y calentamiento con oxígeno y acetileno son uno de los recursos más versátiles y generalizados en la mayoría de las industrias, debido principalmente a las características de sencillez de manejo y utilización que estas instalaciones presentan.

No obstante y precisamente por estas condiciones de simplicidad, se aprecia en los últimos años un progresivo abandono y falta de atención a las mismas. No puede olvidarse que la naturaleza de los gases empleados en dichos procesos y las condiciones de trabajo exigen un buen conocimiento y precauciones específicas. Sólo con una utilización correcta y un mantenimiento adecuado de los equipos es posible un trabajo exento de riesgos.

## Seguridad en las instalaciones de soldadura y oxicorte



En estos momentos se observa asimismo una menor cualificación de los utilizadores en casi todos los sectores, lo que unido a la carencia de normativa nos presenta un panorama preocupante.

La pretensión de este artículo es llamar la atención sobre la necesidad de mayor conocimiento de estos procesos, sus instalaciones, el mantenimiento de las mismas y las condiciones de seguridad necesarias para prevenir accidentes, estando dirigido a los jefes de seguridad y responsables de producción, pudiendo servir como guía práctica para el usuario de estos equipos, a fin de ayudar a conseguir unas mejores condiciones de seguridad personal.

### SEGURIDAD EN LA UTILIZACION DE GASES INDUSTRIALES

Los gases utilizados generalmente en los procesos de soldadura oxicorte y calentamiento, son, el oxígeno como comburente y el acetileno como combustible y los riesgos derivan de la presión, de la naturaleza del gas y de la temperatura.

A continuación analizamos estas condiciones de riesgo y las medidas de precaución a adoptar.

## LAS BOTELLAS DE GASES

Para transportar y utilizar los gases de forma económica hay que comprimirlos y esto hace que el recipiente que contiene el gas tenga que soportar unos esfuerzos considerables. Para hacernos una idea de la magnitud de estos esfuerzos, imaginemos que en una botella corriente, cargada a 150 Kg/cm<sup>2</sup> sustituimos la ojiva por un pistón; el esfuerzo que la presión del gas ejerce sobre ese pistón podría levantar una locomotora de cerca de 100 toneladas.

Pese a ello podemos estar tranquilos, las botellas se construyen y prueban de forma que puedan soportar estos esfuerzos con un razonable margen de seguridad.

En circunstancias normales, para que estalle una botella es necesario someterla a una presión del orden de tres veces su presión de servicio.

Por tanto, nuestra preocupación al manejar las botellas debe ser evitar que, por circunstancias anormales, su resistencia llegue a ser inferior a los esfuerzos de la presión y esto puede ser debido a esfuerzos mecánicos, corrosión, altas o bajas temperaturas, etc. En el cuadro 1 resumimos las recomendaciones de seguridad.

## EL ACETILENO Y LOS GASES COMBUSTIBLES

El acetileno es un gas combustible, no tóxico y más ligero que el aire. Forma con el aire mezclas explosivas cuando la proporción de acetileno está comprendida entre el 2,3 y el 80 % en volumen; en estas condiciones, cualquier punto caliente (una chispa, una llama o un cigarrillo) puede provocar la explosión. Para que esto no ocurra, hay que evitar las fugas de acetileno, utilizando material en buen estado y revisándolo periódicamente. Hay que cuidar el estado de las canalizaciones, verificando la estanqueidad de las juntas, para evitar tanto las fugas de acetileno como la posibilidad de una entrada de aire.

Los locales de almacenamiento y empleo del acetileno deben tener una buena ventilación. Afortunadamente, una persona de olfato normal detecta el característico olor del acetileno en el ambiente antes de que su proporción llegue al 2 %.

A la temperatura ordinaria, el acetileno se encuentra en un estado de

CUADRO N.º 1 NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE BOTELLAS	
—	Manejar las botellas con cuidado, evitando golpes.
—	Mantener las botellas sujetas con algún dispositivo (cadena fijada a la pared, etc.) para asegurarlas contra las caídas. Su caída puede ocasionar accidentes corporales y, además, los choques pueden dañar a la botella o a su grifo (fig. 1).
—	Cuando se trate de gases licuados o disueltos, utilizar siempre botellas en posición vertical.
—	No levantar nunca una botella enganchándola por la tapa. No emplear electroimágenes para elevar las botellas (fig. 2).
—	No utilizar una botella como yunque para golpear sobre ella. No usar las botellas como rodillos para soportar o transportar cargas.
—	No exponer las botellas a temperaturas elevadas. No olvidar que la presión de un gas aumenta al elevarse la temperatura.
—	Evitar también el frío excesivo. En general, los aceros se hacen frágiles a bajas temperaturas.
—	Los ambientes húmedos y corrosivos atacan la superficie de la botella y disminuyen el espesor de pared y, por tanto, su resistencia.
—	Un calentamiento en un punto localizado de la botella, como el impacto de un soplete o arco eléctrico, es también peligroso. Aunque no se produzca una elevación sensible de la temperatura del gas, puede provocar un cambio local de la estructura del acero que disminuya su resistencia (fig. 3).
—	Comprobar que los elementos que se van a conectar a la botella (regulador, manguera, etc.) son adecuados a la naturaleza y presión del gas. En particular, comprobar que el nombre del gas y su presión, que figuran en la ojiva de la botella, corresponden a la utilización que se pretende hacer.
—	Las dimensiones y roscas de las bocas de los grifos son distintas para los diferentes gases. Esta es una importante medida de seguridad que impide que, por error, se emplee un gas para una aplicación en que puede ser peligroso. Por lo tanto, no utilizar nunca racores intermedios ni otros elementos para intentar la conexión de una botella y un receptor que no tengan el mismo tipo de rosca.
—	Evitar la entrada de productos extraños en la botella, a contracorriente del gas, así como las consecuencias de un retroceso de llama instalando válvulas anti-retroceso.
—	Accionar los grifos con suavidad y abrirlos lentamente. Cerrarlos cuando la botella esté vacía. No forzar nunca un grifo ni intentar desconectarlo. Si el grifo no funciona bien devolver la botella al proveedor (fig. 4).
—	No engrasar nunca un grifo. Con algunos gases, las grasas pueden ocasionar accidentes muy graves.
—	Después del uso, aflojar el tornillo de regulación del manorreductor y cerrar el grifo de la botella.
—	Cuando no se utilice la botella, colocar la tapa para proteger el grifo.
—	No dejar nunca que se transporten botellas sin llevar puesta su tapa: una caída o golpe podría ocasionar la rotura del grifo y hacer que la botella salga proyectada como un cohete, pudiendo dar lugar a graves accidentes.

equilibrio inestable; tiene tendencia a transformarse en productos más estables por reacciones de condensación o de descomposición. En determinadas condiciones puede producirse una reacción explosiva, con inflamación. A la presión atmosférica, la condensación térmica se produce a partir de 400° C y los productos de la reacción son esencialmente hidrocarburos aromáticos. A la temperatura de 15° C puede producirse la descomposición explosiva del acetileno puro, a presiones superiores a 2 bar, si existe un punto caliente. Los productos de la descomposición son carbono e hidrógeno.

Estos son los motivos por los que el acetileno no se almacena simplemente comprimido sino disuelto a presión en un disolvente adecuado que, a su vez, impregna la materia porosa que rellena la botella. La misión de esta

materia porosa es localizar una posible descomposición del acetileno e impedir que se propague.

El acetileno reacciona con el cobre, el mercurio y la plata y con aleaciones ricas en estos metales formando acetiluros. Estos son unos compuestos extraordinariamente inestables y su descomposición puede provocar la reacción explosiva del acetileno. Hay que evitar, pues, la presencia de estos metales en las instalaciones de acetileno.

Veamos ahora cómo se debe actuar en el caso de algunos incidentes típicos.

- Si se produce una fuga de acetileno:
  - Cerrar la llegada de gas, si es posible, evitar las llamas, chispas y puntos calientes, ventilar bien el local.
- Si se inflama el acetileno en el

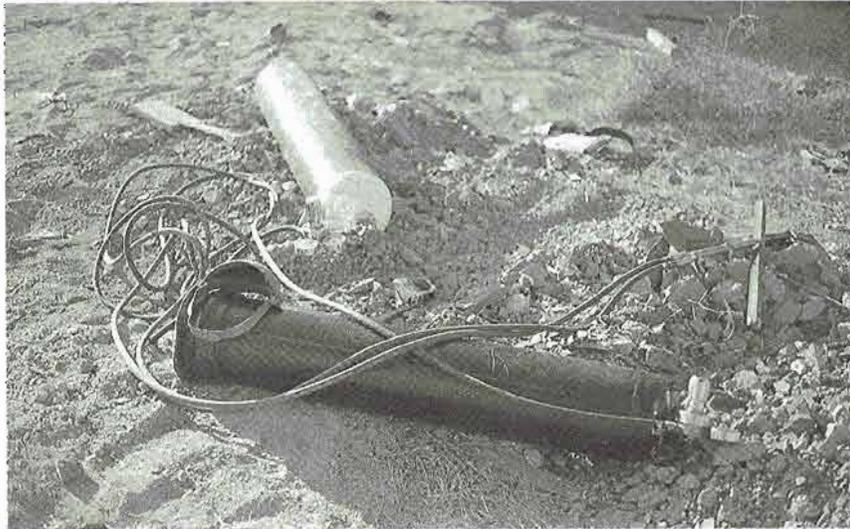


Fig. 1. Forma incorrecta de mantener la botella.

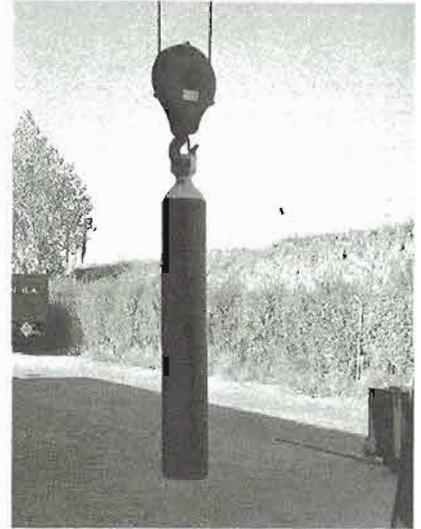


Fig. 2. Manejo peligroso de botella.



Fig. 3. Botella destruida.

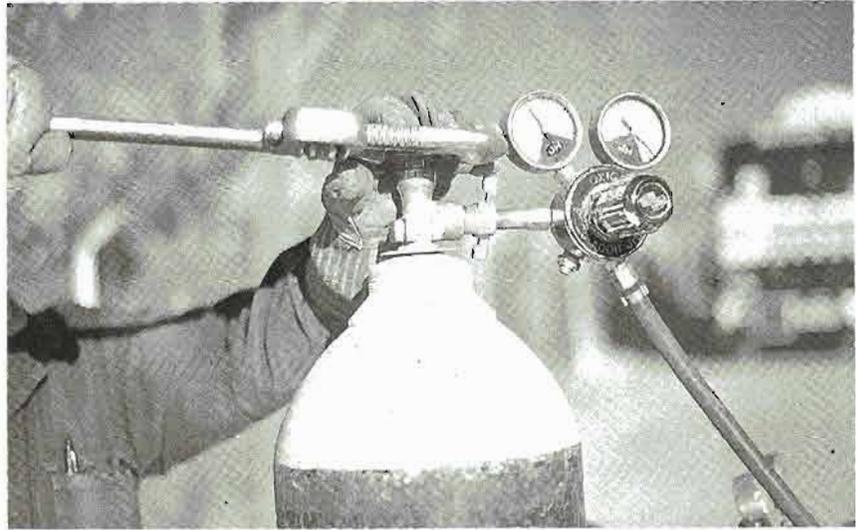


Fig. 4. Accionamiento inadecuado de grifo.

grifo o en el manorreductor de una botella:

- Cerrar inmediatamente el grifo de la botella. Con este fin, hay que tener siempre a mano la llave correspondiente (fig. 5).
- Si no se puede cerrar el grifo, puede apagarse la fuga con un extintor de polvo. No obstante, si se está en un local cerrado puede ser conveniente no apagarla y dejar que arda, siempre que no haya peligro de incendio de los materiales próximos. En efecto, si se apaga la fuga pero no se puede cortar, el acetileno que sigue saliendo formará con el aire ambiente una mezcla explosiva y, en estas condiciones, cualquier punto caliente puede provocar una explosión.

— Si una botella se calienta interiormente es señal de que se ha iniciado una descomposición del acetileno. El calor desprendido en la reacción, si no se elimina, favorece la propagación de la misma y la temperatura aumentará hasta hacer estallar la botella. En tal caso, hay que:

- Cerrar el grifo, si es posible, con lo que se limita la propagación de la descomposición.
- Alejarse.
- Regar abundantemente la botella, desde lejos, con una manguera de agua, resguardándose tras un muro sólido o elemento similar.
- Avisar a los bomberos.
- Hay que seguir regando durante al menos 8 horas hasta que se tenga la seguridad de que ha cesado la reacción, lo

que se comprueba porque al interrumpir el riego la botella no vuelve a calentarse.

En el caso de canalizaciones de acetileno, después de cualquier intervención o reparación en las mismas y antes de volver a ponerlas en servicio, hay que desalojar el aire que contengan, purgándolas con nitrógeno.

Lo que se ha dicho sobre la inflamación del acetileno puede aplicarse también a los demás gases combustibles (hidrógeno, propano e hidrocarburos en general, etc.). Todos ellos forman con el aire mezclas inflamables en proporciones cuyos límites dependen del gas de que se trate ( $H_2 = 4$  a  $74,5$  %,  $C_3H_8 = 2,4$  a  $10,4$  %, etc.).

Cuando haya que efectuar trabajos de entretenimiento o reparación en que se produzcan chispas o llamas, en una atmósfera que pueda ser explo-



Fig. 5. Colocación correcta de la llave de pipa.

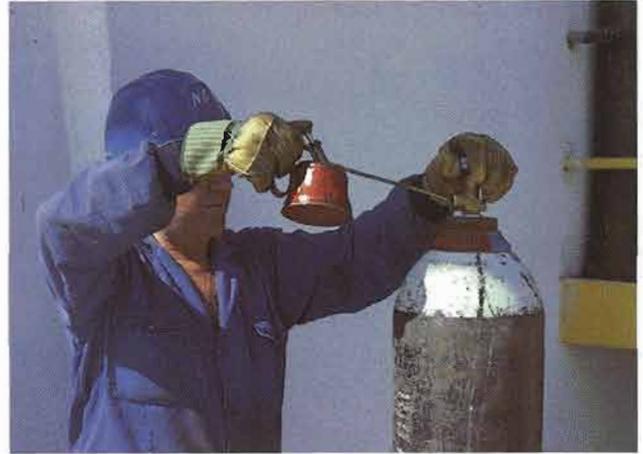


Fig. 6. Peligro de combustión.

siva, hay que efectuar análisis de la atmósfera por ejemplo, con un explosímetro y tener dispuestos los medios de extinción necesarios.

En general, siempre que se almacenan gases combustibles debe procurarse:

- Que los locales estén bien ventilados.
- No almacenar juntos productos combustibles y comburentes.
- Evitar la formación de puntos calientes.

## EL OXIGENO Y LOS GASES COMBURENTES

El aire que respiramos está constituido aproximadamente por 21 % de oxígeno, 78 % de nitrógeno y 1 % de otros gases, llamados gases raros, de los que el principal es el argón.

El oxígeno es un comburente, es decir, se combina con numerosas materias llamadas combustibles, produciendo calor.

Cuando el oxígeno está en el aire en proporción normal, esta combinación puede ser:

- Lenta, que es la oxidación. Por ejemplo, la oxidación de los alimentos en el cuerpo humano.
- Rápida, que es la combustión. Por ejemplo, la madera cuando arde.
- Instantánea, que es la explosión. Por ejemplo, la de la gasolina en el motor de un automóvil.

Todo esto ocurre en el aire normal. Si la proporción del oxígeno en el aire aumenta tan sólo en un 2 o un 3 %, la inflamación de los combustibles es ya más fácil y su combustión es mucho más rápida. Si la proporción de oxí-

geno llega al 28 o 30 %, los tejidos llamados incombustibles dejan de serlo. La chispa de una muela de esmeril, por ejemplo, basta para inflamar estos tejidos y su combustión se propagará con tanta rapidez como el fuego sobre una capa de gasolina.

Cuanto más aumenta la proporción de oxígeno, más instantánea es la propagación del fuego. A partir del 60 % aproximadamente se propaga a razón de un metro por segundo en un tejido afelpado o en la piel humana. La mayoría de los cuerpos y, sobre todo, los materiales orgánicos (aceites, grasas, tejidos, madera, papel, plástico, etc.) se inflaman en presencia del oxígeno por efecto de una pequeña chispa o de algún punto de ignición. Los cuerpos grasos pueden incluso inflamarse espontáneamente al contacto con el oxígeno.

Por este motivo la sobreoxigenación de un local o espacio cerrado es muy peligrosa, porque cualquier chispa o un cigarrillo inflamará los cuerpos combustibles, por ejemplo, las ropas de las personas presentes. La ropa de trabajo debe estar limpia. Un chorro de oxígeno a presión, como el del grifo de una botella o de una fuga de una canalización, al incidir sobre ropas manchadas de grasa, puede producir su inflamación espontánea con consecuencias gravísimas.

Cuando ocurre un accidente de este tipo las cosas se desarrollan con tal rapidez que es muy difícil que se pueda prestar a la víctima un auxilio eficaz. Deben por ello extremarse las medidas preventivas, entre las que recomendamos las siguientes precauciones:

- Utilizar exclusivamente materiales específicos para el servicio de oxígeno.
- No intentar nunca hacer repara-

ciones de grifos, manorreductores, etc. La reparación de estos materiales únicamente debe hacerla personal especializado.

- Evitar el contacto del oxígeno con cuerpos inflamables.
- No engrasar los grifos, válvulas o manorreductores de las botellas o canalizaciones de oxígeno. Si se recibe una botella con trazas de grasa cerca del grifo, devolverla, sin utilizarla, al proveedor, advirtiéndole del hecho (fig. 6).
- No utilizar nunca el oxígeno en lugar del aire comprimido, por ejemplo, para:
  - Pintar con pistola.
  - Refrescar una atmósfera viciada.
  - Hacer pruebas de estanqueidad o desatascar conductos.
  - Soplar o limpiar piezas.

La inobservancia de estas normas ha sido frecuentemente la causa de graves accidentes.

Los locales en que se almacene oxígeno deben estar ventilados y en los mismos no deben almacenarse gases inflamables ni otros materiales combustibles.

Cuando se produzca una fuga de oxígeno, deben observarse las siguientes consignas:

- No fumar.
- No hacer chispas ni llamas.
- Cerrar el grifo de la botella de la canalización que fugue, si es posible.
- Ventilar bien.

Cuando haya que penetrar en un recinto con riesgo de estar sobreoxigenado, hay que verificar que la proporción de oxígeno es la normal, utilizando para ello un aparato analizador.

Otros gases presentan también,

aunque en menor grado, el carácter comburente del oxígeno. Tal es el caso, por ejemplo, del protóxido de nitrógeno, muy utilizado en aplicaciones médicas. Con estos gases deben observarse las mismas precauciones que se han recomendado para el oxígeno, o sea: ventilar bien, analizar las atmósferas sospechosas, no crear puntos calientes ni producir chispas y evitar los cuerpos grasos.

## SEGURIDAD EN LA UTILIZACION DE LA INSTALACION

Las instalaciones de soldadura y oxicorte no deben considerarse como simples herramientas manuales; cada modelo de instalación suele tener unas características diferentes, por que lo que es importante seguir las instrucciones específicas del fabricante; teniendo en cuenta que la intercambiabilidad de elementos de distintas marcas o modelos, aumenta el riesgo de accidente. En todo caso es muy importante la formación del operario.

## REGULADORES

La función del regulador es aportar el caudal de gas necesario con las mínimas variaciones, reduciendo la presión de suministro y manteniendo las condiciones de precisión necesarias. Sus componentes básicos se indican en la figura (7), donde se refleja la sección típica de un regulador que consiste en esencia en dos cámaras unidas elásticamente: [3] cámara de alta presión, 7) cámara de baja presión] de forma que la menor presión de una de ellas contrarreste a la mayor por un juego combinado de membrana y válvula flotante, facilitando un flujo de gases mediante reducción de la alta presión de suministro a una más baja de trabajo.

## ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE UN REGULADOR

Los modelos empleados para gases a alta presión deben disponer de válvula de seguridad que actúe antes de que la presión de la cámara de baja sea crítica. Los manómetros (8) y (9) (fig. 7) dispondrán de orificios de alivio de forma que no revienten por acumulación de gas en caso de avería.

Para evitar que la tapa del regulador

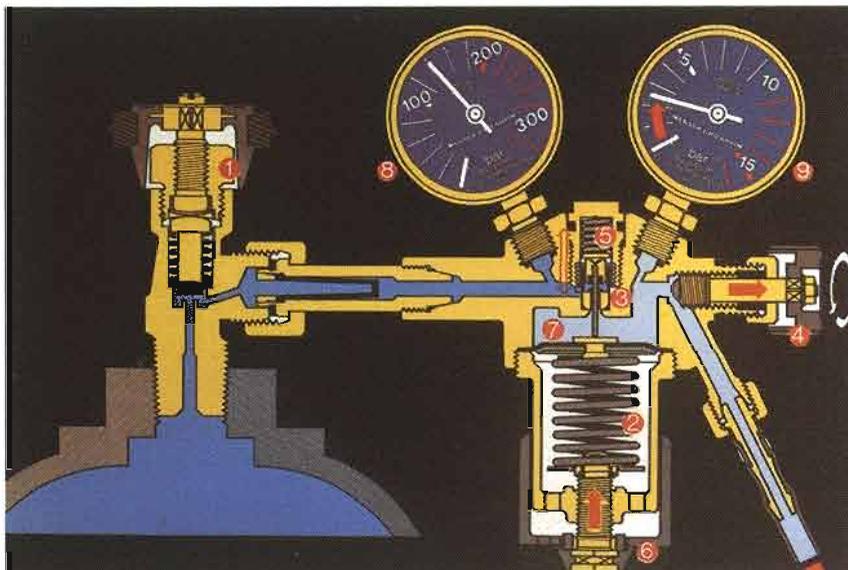


Fig. 7. Sección típica de regulador.

pueda ser proyectada por efecto de la presión, en caso de rotura de la membrana, debe estar dotada de los orificios de alivio suficientes. Los mecanismos interiores deben estar protegidos contra partículas con el filtro adecuado en la entrada del regulador.

Disponiendo del regulador correcto y específico para cada gas y para estar dentro de las mejores condiciones de seguridad, se deberán seguir siempre las instrucciones de operación del fabricante y extremar la vigilancia sobre los aspectos que se indican en el cuadro 2.

## TUBOS DE CONDUCCION DE GASES

Las mangueras tienen como misión la conducción de cada uno de los gases desde los reguladores hasta el soplete. Las mínimas exigencias que deben tener sobre esta parte de la instalación serán las siguientes:

- Resistencia adecuada a las presiones de trabajo a que van a ser sometidos.
- Los materiales interiores que han de estar en contacto con cada

### CUADRO N.º 2

#### NORMAS DE SEGURIDAD EN REGULADORES

1. En ningún momento los reguladores deben ser engrasados y el operario debe abstenerse de manipular los mismos con las manos o guantes engrasados.
2. Para el montaje del regulador a botella o toma de canalización, no deberá hacerse palanca sobre los manómetros debiendo utilizarse la llave adecuada sobre la tuerca de conexión.
3. La apertura de las válvulas de la botella o canalización debe realizarse de forma lenta, manteniendo el regulador cerrado, ya que en caso contrario existe riesgo de dañar los mecanismos interiores por efecto del golpe de ariete que se puede producir; asimismo, se evitará situarse de forma frontal a los manómetros durante esta operación.
4. No deben mantenerse en uso reguladores con manómetros rotos, ya que, con independencia de la ineficacia de un aparato en estas condiciones, es posible que se presenten fugas por los mismos.
5. La detección de fugas debe realizarse siempre mediante agua jabonosa y en ningún momento emplear llama directa (ver tabla 1).
6. No deberá utilizarse el regulador como soporte para el soplete con la manguera enrollada, o cualquier otro elemento, ya que se estará sometiendo a un esfuerzo inadecuado a este aparato [utilizar perchas adecuadas o enrolladores automáticos (fig. 8)].
7. Bajo ningún concepto deben manipularse las válvulas de seguridad de los reguladores para aumentar la presión de tara u obturar éstas.
8. En los casos en que las condiciones de trabajo sean duras o puedan sufrir caídas de materiales sobre ellos. Utilizar los modelos blindados o antichoque o las protecciones adecuadas.
9. Las reparaciones que requiera un regulador, deben ser realizadas por el fabricante o especialista y siempre con piezas originales.

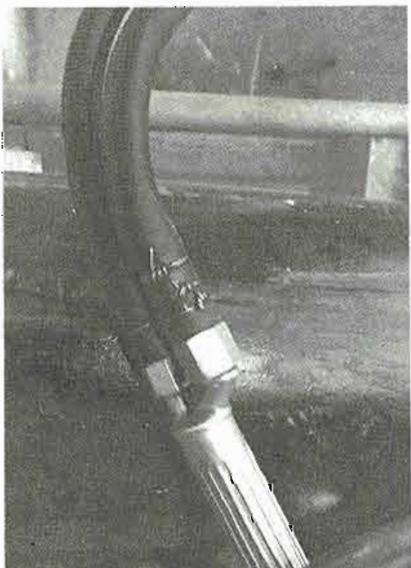


Fig. 8. Instalación con carrito automático para mangueras.

gas deben resistir los posibles ataques de éstos.

- No deben existir variaciones importantes en el diámetro interior que puedan crear estrechamientos y como consecuencia, variaciones de presión, restricciones de caudal o aumento considerable de pérdida de carga; es decir, deben disponer de un diámetro interior uniforme, así como de una superficie lisa.
- El forro exterior deberá ser resistente, tanto al contacto con grasas y otros productos que puedan disolverlo como a la abrasión y a la acción de bordes cortantes.

Fig. 9. No emplear alambres para la fijación de las mangueras.



### CUADRO N.º 3 NORMAS DE SEGURIDAD EN TUBOS DE CONDUCCION DE GASES

- Utilizar el montaje como sistema de cierre, abrazaderas y nunca alambres (Fig. 9), que terminarían siendo un punto de rotura de fugas.
  - Evitar que las mangueras entren en contacto con fuentes de calor, grasas y elementos de fuerte poder abrasivo.
  - Mantener siempre en buen estado las conducciones, comprobando su estanqueidad periódicamente mediante inmersión en agua, bajo la presión de trabajo, desechando las que presenten síntomas de envejecimiento. (Ver Tabla 1).
  - Evitar dentro de lo razonable, los excesivos empalmes de mangueras y cuando sean necesarios, utilizar los elementos adecuados (no emplear tubos de cobre en la conducción de acetileno) y comprobar la estanqueidad de las mismas.
  - No trabajar jamás con las mangueras sobre el hombro, entre las piernas, ni bajo la zona de trabajo.
- La totalidad de los materiales empleados en su fabricación deben ser del mayor grado ignífugo posible y resistentes a la acción de salpicaduras incandescentes con el fin de evitar su combustión.
  - Es recomendable utilizar colores diferentes para la manguera de oxígeno y gas combustible y preferentemente los colores deben estar normalizados.

Las normas de seguridad a tener en cuenta figuran en el cuadro 3.

#### SOPLETES

Función de los sopletes de soldadura y oxicorte

El soplete tiene la misión de permitir aportar y controlar la cantidad de mezcla de gases combustible y comburente necesaria para obtener la temperatura requerida para soldar u oxicortar.

El mantenimiento de la llama de soldadura o de la llama de precalentamiento en el caso del oxicorte se produce mediante un perfecto equilibrio entre la velocidad de propagación de la llama y la velocidad de salida de la mezcla de gases.

Cuando  $V_{sg} > V_{pl}$  no es posible controlar la llama y por tanto no se aprovecha su poder calorífico.

Cuando  $V_{sg} < V_{pl}$ , la llama penetrará en el soplete produciéndose la combustión dentro del soplete (retorno de llama) con los consiguientes riesgos de accidentes.

Sopletes con inyector de aspiración o de baja presión

Los sopletes con sistema inyector son los más generalizados en España,

disponiendo del componente base denominado inyector cuyo funcionamiento se describe a continuación (Fig. 10).

El oxígeno que circula por el conducto (1) llega al inyector (6) una vez ha sido abierta la válvula (4), con una presión no inferior a 1 bar donde por efecto de compresión de la vena de gas en un fino orificio se consigue una alta velocidad que en su salida produce una aspiración, por efecto "venturi", consiguiendo que el acetileno sea arrastrado por succión obteniéndose la mezcla combustible-comburente en el mezclador (7).

La utilización de este sistema permite emplear el acetileno a presiones muy bajas e incluso, con los reguladores de botella adecuados, se puede trabajar con válvulas normalmente cerradas que aportarán el gas combustible por efecto de la aspiración que se transmite a través de la manguera. Con este tipo de válvulas se dota a la instalación de unas inmejorables condiciones de seguridad.

Precaución básica de seguridad en sopletes

Pese a la sencillez de su empleo, requieren para su segura utilización, el conocimiento de sus características e instrucciones específicas de uso.

No deben emplearse sopletes que no dispongan de conexiones normalizadas, oxígeno rosca derecha, acetileno rosca izquierda, con el fin de evitar confusiones en el montaje. Comprobar la ausencia de fugas mediante agua jabonosa, tanto después del montaje como en las revisiones periódicas (ver Tabla 1).

Purgar con cada gas las mangueras, individualmente, antes de proceder al encendido y siempre efectuar esto con

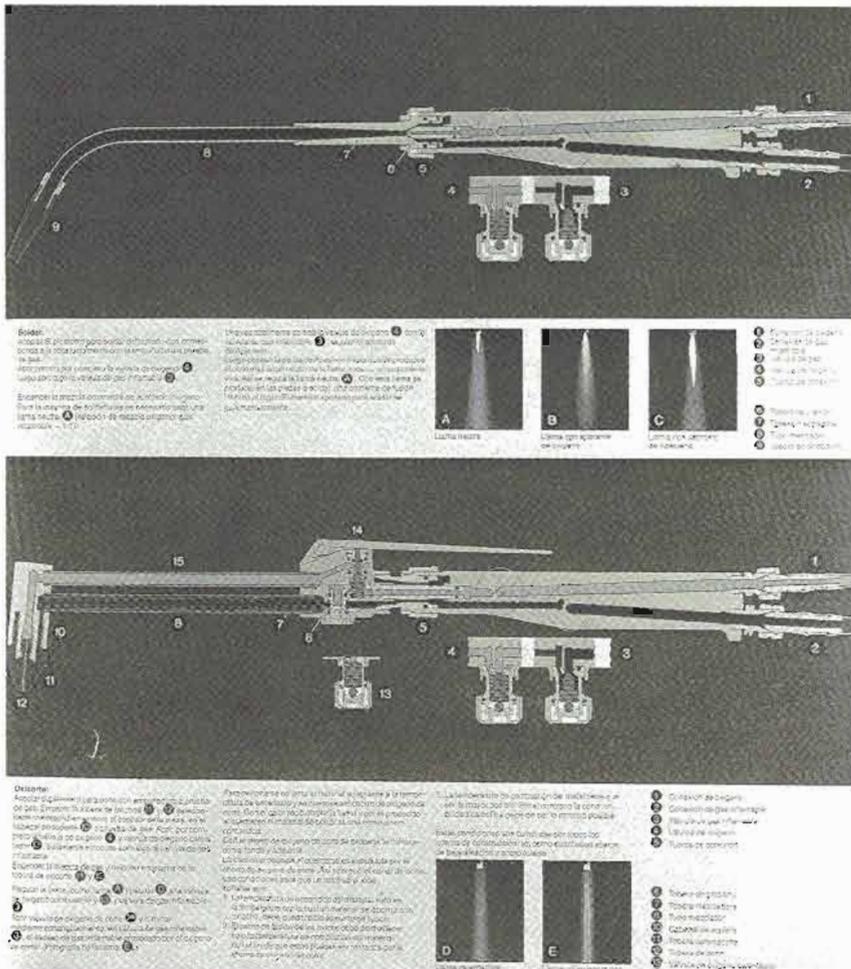


Fig. 10. Sección típica de soplete con inyector (soldadura y oxicorte).

encendedor de fricción y no con llama directa.

Hay que destacar que en los sopletes combinados para más de una aplicación, como soldadura, oxicorte y refiriéndose concretamente a este último empleo, es necesario conocer el método de puesta en marcha para el encendido, ya que si se trata de modelos de conexión rápida como el de la figura 10, cada vez más utilizados, por su técnica avanzada y buen resultado práctico, se ha de abrir totalmente la válvula de oxígeno (4) y regular el oxígeno de precalentamiento solamente con la válvula (13) situada en el adaptable de corte. El operario que, desconociendo esta diferencia con respecto a los sopletes más antiguos y tradicionales, no realice esta sencilla operación, podrá tener una insuficiencia en el aporte de oxígeno en el inyector y como consecuencia se puede producir retroceso de llama.

El empleo de las presiones recomendadas por el fabricante tanto en oxígeno como en gas combustible, se hace imprescindible para evitar ries-

gos innecesarios ya que las presiones excesivas:

- Harán más difícil el control de llama.
- Favorecen en los conductos de uno de los gases la entrada del otro gas, produciéndose mezclas inflamables.
- Se aumenta el riesgo de explosión de la mezcla de oxígeno acetileno. Por ejemplo, para la mezcla aire acetileno, la presión de explosión es de 5 a 10 veces superior a la presión absoluta inicial en bars, y para la mezcla oxígeno-acetileno, de 10 a 60 veces. En consecuencia la presión de explosión de la mezcla oxígeno acetileno es dos veces más potente que la del aire acetileno.

Y las presiones insuficientes:

- Permitirán que la velocidad de salida de gases sea inferior a la velocidad de propagación de llama ( $V_{sg} < V_{pl}$ ), con lo que esta-

remos ante una probable situación de retorno de llama.

- Aun no produciéndose un retroceso, la lanza de soldadura o boquilla de corte se calentará en exceso, con lo que puede auto-encenderse la mezcla o descomponerse el acetileno por alcanzar la temperatura crítica en alguna zona del soplete.

Bajo ningún concepto deben modificarse los pasos del inyector ni aflojar éste, ya que se modifican las condiciones de trabajo con respecto a su segura utilización.

No deben intercambiarse elementos de distintas marcas y/o modelos que no estén expresamente diseñados y con la aprobación del fabricante.

El soplete nunca debe calentarse en exceso y en caso afirmativo debe revisarse asimismo cuando haya producido un retroceso de llama.

Se debe mantener el equipo libre de suciedad y restos de combustión, así como de partículas sólidas (adherencia de material fundido) utilizando los escariadores adecuados y friccionando en caso necesario sobre madera o material no abrasivo.

Utilizar siempre cartuchos antirretorno en arbores gases o válvulas especiales (normalmente cerradas) para el gas combustible.

## RETROCESO DE LLAMA

La falta de estanqueidad en algún punto de la instalación dará como consecuencia fugas de alguno de los gases, que independientemente del riesgo de combustión incontrolada, se traducirá en una baja velocidad de salida, con lo que se favorece la condición de retorno de llama. Los límites de estanqueidad tanto para equipo nuevo como reparado no deben sobrepasar los siguientes índices:

El exceso o defecto de presiones produce igualmente situación de riesgo, ya que si la presión es excesiva las proporciones de mezcla serán más altas que las necesarias pudiendo penetrar en los conductos de otro fluido. Además, la cantidad de gases puede ser más elevada de lo que los orificios de salida son capaces de aliviar, aumentando considerablemente la velocidad de salida. En el caso de presiones insuficientes, la velocidad de propagación superará la velocidad de salida de gases.

La variación de la posición de los inyectores en su alojamiento o el abo-

TABLA I LIMITES DE ESTANQUEIDAD	
COMPONENTE DE LA INSTALACION	LIMITES ADMISIBLES
Reguladores	1 burbuja cada 4 segundos
Válvulas antirretorno	1 burbuja cada 2 segundos
Mangueras	1 burbuja cada 2 segundos
Sopletes	1 burbuja cada 4 segundos

cardamiento de sus orificios, modifican el volumen total de la cámara de inyector a la salida de oxígeno alterando las condiciones de diseño y por tanto, favoreciendo las posibilidades de retorno.

Es muy frecuente que el operario utilice lanza de soldadura o boquilla de oxicorte inadecuada para el espesor a soldar o cortar, aspecto que le exigirá la modificación de la presión recomendada por el fabricante y por tanto situaciones de riesgo similares a las comentadas.

La adaptación de lanzas o adaptables de corte de distinta marca o fabricante, puede dar como consecuencia falta de estanqueidad o aportaciones de caudal no previstas y por tanto condiciones parecidas a las que se producen cuando no se utilizan las presiones correctas; es recomendable standarizar los modelos que se utilicen en el taller o al menos una vigilancia de que en cada soplete se emplean la totalidad de piezas de la misma marca.

La falta de limpieza en los pasos del soplete, adherencia de material en las salidas de boquillas, suele originar situaciones anormales de funcionamiento y por tanto presentar situación de riesgo.

Un excesivo calentamiento de la boquilla y cabeza de soplete, puede ser también origen de retroceso debiendo analizar y suprimir las causas de exceso de calor.

Cuando se enciende el soplete, el orden de operación debe ser el siguiente:

- Abrir primero la llave de oxígeno.
- Abrir la llave de gas combustible y encender.

Si el soplete se enciende sólo con gas combustible se corre el riesgo de que la llama retorne si existe concentración de combustible-aire suficiente,

ya que la velocidad de salida será baja.

Asimismo, el orden y formas de ejecutar la operación de cierre de la instalación, cuando ésta se deja fuera de servicio, puede ser causa de retrocesos. Supongamos que después de cerrar los grifos de las botellas, se ha liberado la presión de mangueras abriendo simultáneamente las llaves de acetileno y oxígeno del soplete; el oxígeno puede penetrar en el conducto de acetileno, ya que la salida del oxígeno producirá un efecto de vacío en la manguera de combustible que será llenado bien por oxígeno o por aire ambiente que se mantendrá al cerrar las llaves hasta la nueva puesta en marcha de la instalación; esta mezcla combustible puede originar retorno de llama cuando la instalación sea puesta de nuevo en funcionamiento si no se tiene la precaución de purgar cada conducto durante el tiempo suficiente. Es suficiente una proporción de 2,3% de ace-

tileno para que la mezcla reaccione.

Circunstancias inversas, pero con el mismo efecto, concurren cuando la presión se libera primero en la manguera de oxígeno y manteniendo ésta todavía abierta, este gas puede penetrar en el conducto de oxígeno produciéndose mezcla.

Concluyendo, las llaves de los dos gases no deben abrirse simultáneamente para vaciar la instalación. Cuando se abre la válvula de gas combustible del soplete, la llave de oxígeno debe permanecer cerrada y de forma inversa cuando se abre la de oxígeno, la llave de combustible permanecerá cerrada.

### Elementos de seguridad

Pese a la vigilancia extrema sobre los aspectos anteriores, del cumplimiento de las medidas de seguridad y del riguroso control que el fabricante realice, las condiciones y circunstancias del trabajo pueden llevar a situaciones de retorno, por lo que es imprescindible proteger la instalación de la forma más eficaz con alguno de los elementos que a continuación se relacionan.

### Válvulas antirretorno

Existen varios modelos en el mercado, desde los de tipo hidráulico para

Fig. 11. Válvulas antirretorno de caudal y su esquema de funcionamiento.

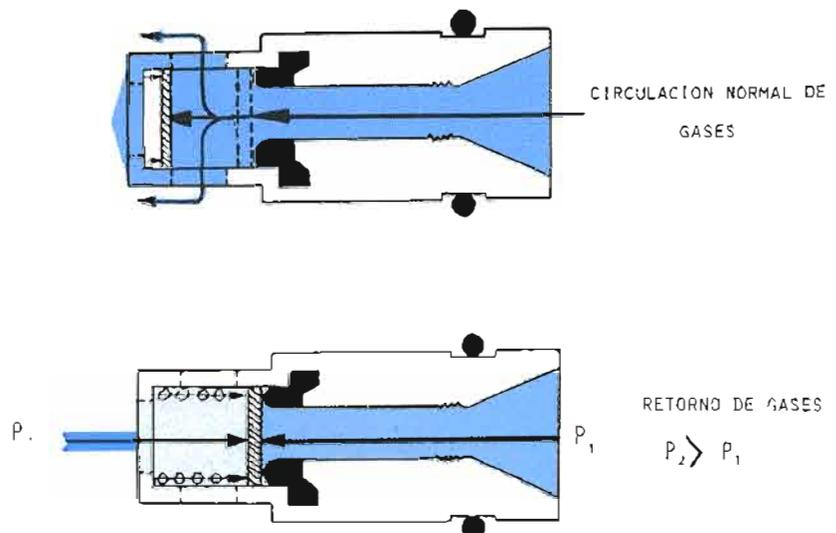


FIGURA 11. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS ANTIRRETORNO DE CAUDAL.

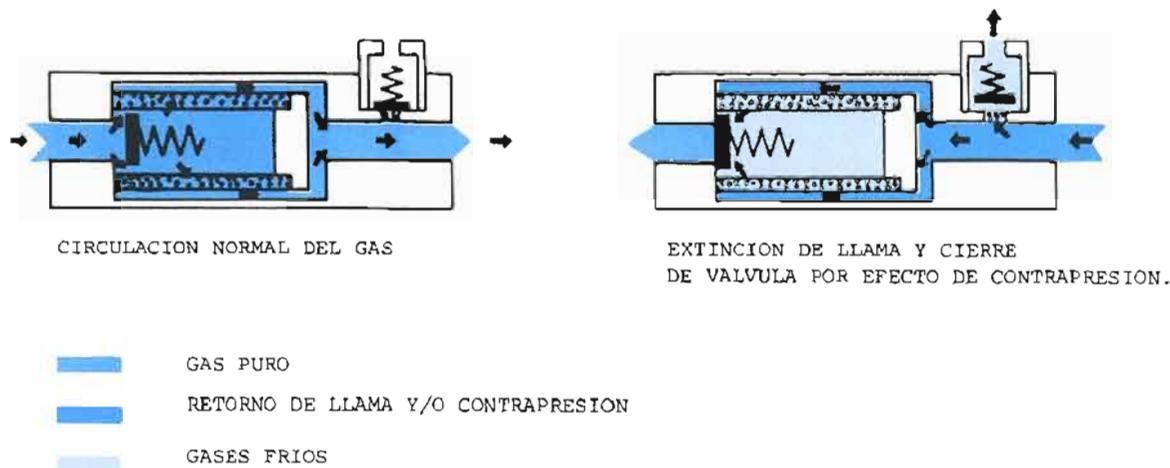


FIGURA 12 - ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE CARTUCHOS ANTIRRETORNO DE LLAMA.

Fig. 12. Cartuchos antirretorno de llama y su esquema de funcionamiento.

canalización, que utilizan el agua como elemento de extinción de llama, hasta avanzados diseños incorporados al propio soplete que evitan las mezclas de oxígeno y gas combustible en las conducciones flexibles (ver Fig. 11).

Las más generalizadas están constituidas por un cuerpo conductor del fluido, en el cual se aloja un cartucho microporoso por el que se hace circular el gas hacia el soplete de forma que en caso de retroceso la llama es extinguida por la capacidad de enfriamiento que dicho cartucho tenga (ver Fig. 12).

Dentro de estos modelos existentes, es recomendable utilizar los de conexión a soplete ya que protegen la instalación desde el punto más próximo al origen de retorno.

Conviene hacer hincapié en el hecho de que los cartuchos de seguridad no evitan el retorno, ya que su función es evitar que éste avance hacia la botella o fuente de suministro; por lo tanto las precauciones de seguridad deben mantenerse aun cuando la instalación esté protegida con estos elementos. Asimismo, debe considerarse la duración limitada de estos elementos que exigen una revisión periódica y sustitución si fuese necesaria, sobre todo cuando hayan sido sometidos a la acción del retorno de llama.

Igualmente las impurezas que los gases pueden arrastrar procedentes de las mangueras o canalizaciones, se acumulan, en su circulación, en los filtros microporosos de forma que llegan a obstruirse con el transcurso del tiempo. Este hecho llega a producir un aumento de la pérdida de carga que

facilita las condiciones de retroceso.

Un cartucho en dicho estado debe sustituirse inmediatamente.

#### Válvulas para acetileno de acción por depresión

Las instalaciones que dispongan de sopletes de inyector pueden dotarse con válvulas que sólo aportan el gas combustible si las condiciones de aspiración son las correctas.

El principio funcional de estas válvulas es el siguiente: conectada la válvula a una botella o canalización, cuya presión absoluta sea mayor que 1 ( $P > 1$ ) y considerando que la presión absoluta en el ambiente que se encuentra, es igual a 1 ( $P_0 = 1$ ), la válvula de cierre de cámara de alta se mantendrá cerrada, hasta que en su cámara interior no se manifieste una presión absoluta menor que 1 ( $P_2 < 1$ ) y por tanto la diferencia de presiones ( $P_0 - P_2$ ), entre el ambiente exterior y la cámara interior de la válvula permite que el gas fluya con regularidad y en función de la diferencia antes indicada, es decir, a menor  $P_2$  mayor caudal de salida.

Cualquier anomalía que produzca una igualdad de  $P_2 = P_0$ , repercutirá en que el cierre de la válvula quede en situación de reposo (válvula normalmente cerrada) y como consecuencia interrumpa automáticamente y de forma inmediata el paso de gas combustible.

La actuación de estas válvulas ante las siguientes situaciones, se produce como se indica a continuación:

— Ante el caso de roturas en la manguera de oxígeno, la aspiración que se producirá en la manguera de acetileno, por efecto del inyector, deja de ser la suficiente, con lo que la válvula se cierra. Si la rotura se produce en la manguera de gas combustible, la presión en ésta es la atmosférica y la válvula permanecerá cerrada. En ambos casos se evitan derrames de gas combustible cuando se rompen las mangueras.

— En las situaciones de retroceso, la combustión en las zonas internas del soplete hace que la presión aumente considerablemente y por tanto no se cumplirán las condiciones de funcionamiento de la válvula ( $P_2 < 1$ ) con lo cual dejará de existir mezcla combustible comburente dando como consecuencia la extinción de la llama. ■

#### BIBLIOGRAFIA

1. AMERICAN WELDING SOCIETY: Welding Handbook.
2. UNION CARBIDE CORP: The oxy-acetylene Handbook.
3. A. GALLEGU PRECIADO/ARGON, S. A.: Seguridad en la utilización de los gases.
4. L.TEC. Welding and cutting manual
5. TH. ALTHER: La prevención de los accidentes por el correcto empleo y mantenimiento de los sopletes
6. ARGON, S. A.: Precauciones y prácticas de seguridad en soldadura y oxiacorte con equipos oxiacetilénicos.
7. INSTRUCCION TECNICA COMPLEMENTARIA MIE: AP-7 del reglamento de aparatos a presión sobre botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.