

## TEMA 20

### SOLDADURA CON GAS. OXICORTE

#### Introducción.

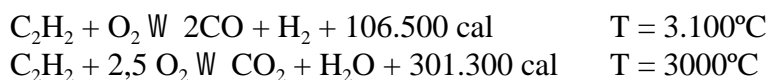
La soldadura a gas con soplete, que también recibe el nombre de soldadura *autógena*, es el proceso de soldeo más antiguo que se conoce. Hoy día se continúa utilizando cuando no se puede disponer de un equipo para soldar eléctricamente o por razones de accesibilidad, pues la varilla a fundir puede acodarse sin dificultades. Para la fusión se emplea el calor procedente de una llama obtenida por la combustión de un gas.

Los gases juegan un papel importante en la consecución de temperaturas elevadas, pues son capaces de soportar temperaturas muy superiores a las que alcanzan los sólidos más refractarios. Existen diversos procedimientos;

- Oxiacetilénica.
- Aire-Acetileno.
- Oxídrica (gas consumible hidrógeno).
- Otros gases combustibles.

#### Soldadura Oxiacetilénica.

El procedimiento de oxigas más utilizado es el de la soldadura oxiacetilénica que utiliza la llama producida por la combustión de oxígeno con el acetileno según la reacción:



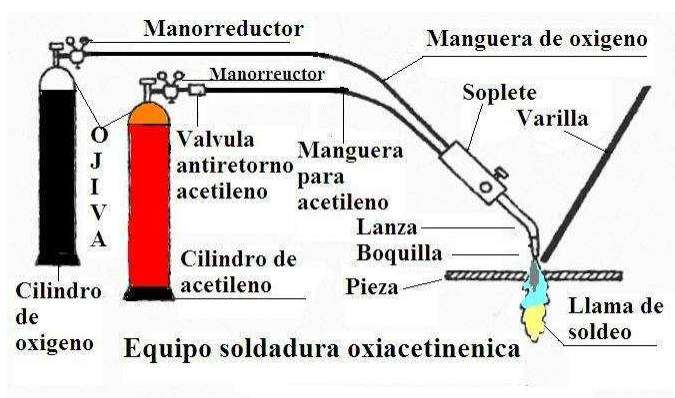
Las razones principales para su empleo son:

- Proporciona una temperatura máxima de 3.100 °C.
- La composición de los productos de la llama corresponde a unas propiedades típicamente reductoras.
- Presenta suficiente flexibilidad y es fácilmente regulable, ya sea con exceso de oxígeno o de acetileno, en función de los metales a unir.
- No es un producto derivado del petróleo y, por tanto, no está sujeto a oscilaciones de producción y precios.

## Equipos de Soldeo.

Consta de los siguientes elementos:

- 1) Botellas de oxígeno y de acetileno
- 2) Manorreductores de presión y válvulas de seguridad
- 3) Mangueras para cada gas
- 4) Soplete



1) Recipientes cilíndricos, de acero, con tratamiento de normalización posterior a su fabricación, de una pieza, sin soldaduras, destinados a conservar y transportar gases a alta presión o soldados para gases licuados. El Acetileno se transporta disuelto con acetona junto con un material poroso porque es muy peligroso comprimirlo. El oxígeno puede ir en estado líquido o gaseoso ( presión de 200 Kg/cm<sup>2</sup>).

2) Tanto el oxígeno como el gas se encuentran en la botella a presiones superiores a la de utilización, para reducir estas presiones y obtener las de trabajo se emplean los manorreductores. De ellos depende el correcto suministro de gases y la seguridad del operario. Van provistos de dos manómetros: a) de alta, da la presión del gas en la botella. b) de baja, suministra la presión de salida del gas.

4) Los manorreductores van unidos mediante un tubo de goma de alta presión al soplete. Son los aparatos donde se mezcla el gas combustible con el oxígeno, teniendo lugar la combustión al salir ambas por el extremo de la boquilla. La velocidad mínima debe ser 150 m/s a fin de superar la de propagación de la llama y evitar que esta se encienda en el interior del soplete, lo que produciría una detonación y un silbido característico.

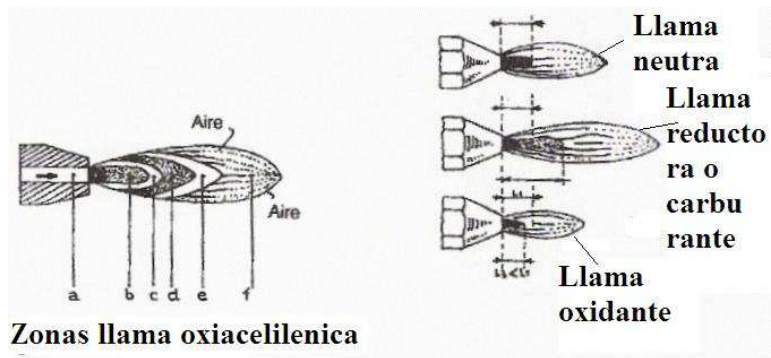
La potencia del soplete (caudal) se define como el gasto horario de gas combustible. Los componentes del soplete son el *mango* con dos tubos, la *cámara* donde desembocan los gases para que se mezclen y la *boquilla*. (El diámetro de la boquilla será tanto mayor cuanto mayor sea el espesor y la conductividad calorífica de la pieza).

## Llama Oxiacetilénica.

Se obtiene haciendo llegar a un soplete, que asegura su mezcla íntima, los gases acetileno y oxígeno. La llama se produce en el extremo de la boquilla del soplete por la combustión teórica de un volumen de acetileno con un volumen de oxígeno. En la práctica, de 1,1 a 1,3 según la potencia del soplete. En esta llama se ponen de manifiesto los fenómenos de luz y calor, y para que esto se produzca es preciso que por un medio auxiliar cualquiera se alcance en una porción de sustancia, la temperatura de inflamación (variable, dependiendo de la sustancia).

Las llamas utilizadas en la soldadura autógena de los metales y sus aleaciones presentan las siguientes zonas:

- Una mezcla preliminar (a) de combustible, ya sea vapor o gas, con oxígeno, en una proporción definida para cada combustible, pero variable con cada uno de ellos, propiedad que se denomina poder de combustión.



- Un cono azul o *dardo* (b), donde la mezcla se calienta hasta la temperatura de inflamación. La reacción de carácter estacionario, se desarrolla en una zona muy estrecha (c), produciéndose una elevación brusca de la temperatura ofreciendo un aspecto brillante.

- Una zona (d) situada en el extremo del cono azul o dardo, donde se localiza la temperatura mas alta. Es la región de la llama que se utiliza en soldadura.

- Una zona (e), en la que se encuentran concentrados los productos de la combustión primaria incompleta. La naturaleza de estos productos viene a determinar la cualidad química de la llama: oxidante, carburante o reductora y neutra.

- Una zona exterior (f) o *penacho*, que rodea y prolonga a las zonas anteriores resultante de la combustión de los productos de la zona d con el aire de la atmósfera, en una combustión secundaria más o menos completa. Esta parte de la llama es siempre oxidante y encierra una gran cantidad de nitrógeno.

## Cualidades de las llamas para soldeo.

Las llamas empleadas en soldadura deben ofrecer unas ciertas cualidades intrínsecas, que dependen del combustible utilizado. Son las siguientes:

- Térmicas.
- Químicas.
- De aplicación industrial.
- Económicas.

### a) Características térmicas.-

Una llama es tanto mejor cuanto mas alta es la temperatura que proporciona. Esta debe sobrepasar ampliamente el punto de fusión del metal a soldar a causa de las inevitables perdidas por conducción, radiación y convección. Por otra parte, el que la temperatura mas alta se localice en una zona determinada visible para el soldador es una ventaja que define asimismo la *calidad* de las calorías obtenidas.

### b) Características químicas.-

Una llama oxidante conduce, salvo casos particulares, a soldaduras con malas propiedades mecánicas. En soldadura es indispensable una llama reductora. La presencia, incluso, de pequeñas cantidades de productos oxidantes, tales como  $O_2$  ó  $H_2O$ , disminuye rápidamente las propiedades reductoras de la llama.

La llama ideal es aquella que en la combustión primaria suministra únicamente elementos reductores como  $CO$  y  $H_2$ .

### c) Características de aplicación industrial.-

La Rigidez, en relación directa con la velocidad de combustión.

La Flexibilidad, dependiendo de los límites de inflamabilidad de la mezcla gaseosa.

### d) Características económicas.-

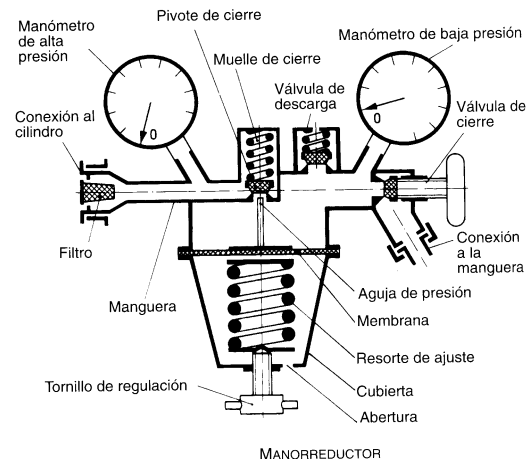
Son función:

- de la velocidad de ejecución de la soldadura, que depende de la temperatura de la llama.
- del poder de combustión, o sea, cantidad de oxígeno y combustible necesarios, que determinan el coste de la llama.

## Combustible y Comburente.

Como comburente se utiliza el oxígeno. Es un gas incoloro, inodor e insípido que se encuentra en el aire en un 21%. Se combina con todos los elementos excepto con el F, Au y He. Industrialmente se obtiene por destilación fraccionada del aire líquido.

Como combustible, se utiliza el acetileno, gas incoloro de olor aliáceo característico. Es mas ligero que el aire, pues su densidad relativa es 0,91. Altamente inflamable, forma mezclas explosivas con el aire en concentraciones entre el 2,5 y el 80 %. Es un hidrocarburo no saturado, cuyo triple enlace en su molécula le da inestabilidad frente a otros compuestos con los que puede reaccionar con violencia. Puede respirarse en proporciones bastante elevadas sin producir efectos crónicos. Se obtiene industrialmente por hidrólisis del carburo cálcico y posterior purificación.



## Fundente o desoxidante.

Para que la soldadura ofrezca unas propiedades aceptables, tanto la pieza como la varilla del metal de aporte deben estar exentas de grasa, oxidados y cualquier tipo de suciedad, así como de la película de óxido creada al estar expuestos a la atmósfera.

Consiste en una pasta en disolución acuosa de consistencia espesa que debe reunir las siguientes propiedades:

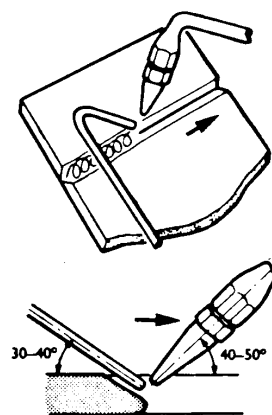
- Mezclar fácilmente con el agua para formar una pasta suave y exenta de cristales gruesos, susceptible de reutilización una vez seca.
- Adecuada viscosidad para bañar y cubrir la pieza con la posibilidad de permanecer en superficies verticales al fundirse.
- Capaz de disolver los oxidados de los metales a los que se aplica.
- Producir residuos no corrosivos y fácilmente eliminables.
- Después de disolver el óxido debe flotar, para, una vez empapado, poderlo eliminar.
- Debe ser adecuado al metal que se aplica.

Ejemplos de fundentes son: Bórax, Bicarbonato sódico, Borato potásico, Fluoruros, Cloruros, etc.

## Métodos operatorios.

### -Método clásico (a izquierdas)

Se llama también soldadura hacia adelante. El soplete se mueve, en la dirección del avance, con la varilla del metal de aportación delante de ella, por lo que el metal fundido cae sobre una zona aún no calentada por la llama, siendo el método más utilizado para soldar cualquier metal o aleación. Las posiciones relativas del soplete y la varilla se representan en la figura.

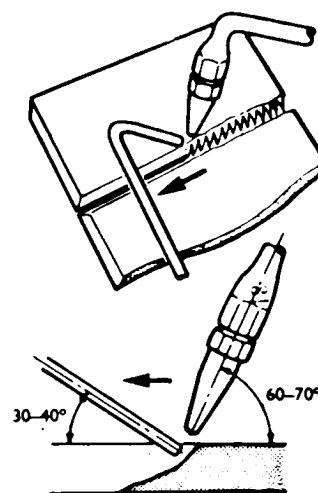


Método a derechas.

La varilla, durante su fusión, habrá de efectuar ligeros movimientos transversales para que deposite el metal en el sentido longitudinal del cordón. Es aplicable a todo metal con pequeños espesores (hasta 6 mm). La soldadura es fácil y de buena penetración ofreciendo el cordón un buen aspecto. Por otra parte es un procedimiento lento y produce mayores deformaciones.

### -Método a derechas

Se llama también soldadura hacia atrás porque, en el sentido del movimiento del soplete, la varilla de metal de aportación queda detrás de éste, o sea, opuesto al del método anterior, con lo que el metal fundido cae en la zona ya calentada, posibilitando una mayor penetración.



Método clásico o a izquierdas.

Se aplica a espesores mayores espesores, de hasta 15 mm, permitiendo una gran velocidad de ejecución con un menor consumo de gases y de material de aporte. Como deficiencias puede indicarse que no es recomendable para espesores menores de 6 mm. por el notable riesgo de desfondamiento.

## **Defectos.**

A pesar de que se va a dedicar un tema específico para tratar el tema de los defectos de las soldaduras, se van a presentar aquí los que son característicos de la soldadura por gas.

Deformaciones: Los fenómenos de dilatación y contracción pueden ocasionar deformaciones, roturas y tensiones que pueden afectar a la resistencia de la unión soldada. Se pueden reducir estas deformaciones mediante un precalentamiento, una predeformación, y con preparación de los bordes.

Sopladuras: Porosidad superficial e interior producida por los gases que se desprenden durante el proceso, o por deficiente regulación de la llama.

Desnaturalización: Cambio en la composición química y estructural, debidas a una regulación defectuosa de la llama o por fusión prolongada del metal.

## **Oxicorte.**

El oxicorte se puede definir como un procedimiento de seccionamiento de los metales por combustión localizada y continua mediante un chorro de oxígeno. Se basa en la reacción fuertemente exotérmica de la oxidación de un metal en presencia de oxígeno.

El acero no es un material combustible pues su oxidación, en condiciones atmosféricas normales, es tan lenta que no da lugar a una combustión. Sin embargo, en atmósfera de oxígeno puro la reacción es totalmente distinta, por lo que, calentando un trozo de acero a una temperatura entre 800 y 900° C y proyectando posteriormente un chorro de oxígeno a la superficie caldeada se quemara violentamente, siendo el calor desarrollado en este proceso de oxidación tan grande que la combustión prosigue a través de la pieza que deseamos cortar.

Las condiciones necesarias para que el oxicorte se produzca son:

- El metal, una vez calentado, debe inflamarse en oxígeno puro y producir una escoria fluida que pueda ser desalojada fácilmente de la hendidura del corte por el chorro de oxígeno.
- La temperatura de inflamación del metal tiene que ser inferior al punto de fusión, pues de no ser así el metal se fundiría y el caldo fundido obstruirá la perforación del corte.
- El oxido producido por la combustión ha de tener un punto de fusión mas bajo que el del metal propiamente dicho, con el fin de que las escorias y los residuos no obstruyan el corte.
- El calor desarrollado en la combustión del metal debe ser el mayor posible.

De estas condiciones básicas, resulta que, solo pueden cortarse con oxígeno puro, el hierro dulce, acero al carbono, de baja aleación y aceros de moldería. Tanto los aceros inoxidable como otros altamente aleados y fundiciones de cobre y aluminio no se pueden cortar con oxígeno por no satisfacer las premisas mencionadas. En el oxicorte, el precalentamiento se realiza por la mezcla de un gas combustible y oxígeno que fluye por los orificios laterales de la boquilla y el corte, por el flujo de chorro de oxígeno que pasa a través del orificio central de la boquilla. En la operación influyen diversos parámetros como:

- clase de material.
- tipo y presión del gas combustible.
- pureza del oxígeno.
- grado de limpieza de la superficie a cortar.
- boquillas.
- inyectores.

De estos parámetros, la pureza del oxígeno tiene una importancia especial por su influencia en la velocidad de corte. Si el oxígeno fuese de una pureza del 98,5 % en lugar del 99,5 % la velocidad de corte desciende en un 25 %.

Los gases combustibles que mas se utilizan son el acetileno y el propano. Este ultimo es mas económico, pero la velocidad de corte resulta un 20% menor.

Una vez que se haya aplicado el precalentamiento y el material alcance la temperatura de inflamación, la velocidad de salida del oxígeno de corte es el factor decisivo para conseguir el rendimiento óptimo. Interesa que esta velocidad sea lo mas elevada posible, no solamente para obtener un corte limpio sino para expulsar simultáneamente las escorias.

### **Equipo de oxicorte.**

El equipo de oxicorte es análogo al de la soldadura oxiacetilénica y está compuesto por:

- soplete
- boquillas
- mangueras
- reguladores o manorreductores.

### Soplete:

Está formado por una empuñadura estriada, provista de llaves para oxígeno y gas de precalentamiento, y una palanca para el oxígeno de corte.

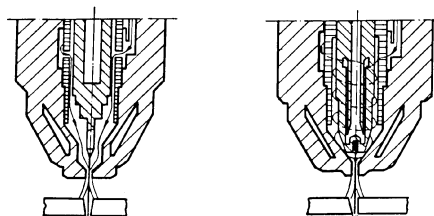
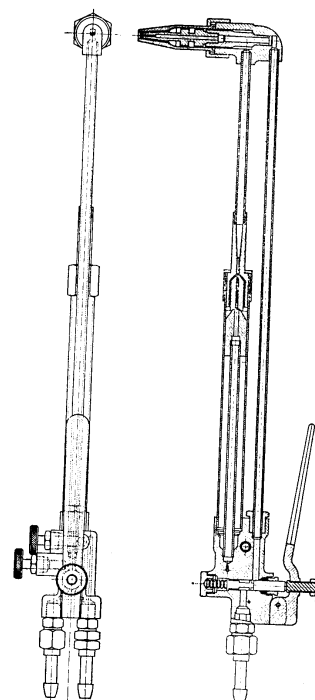
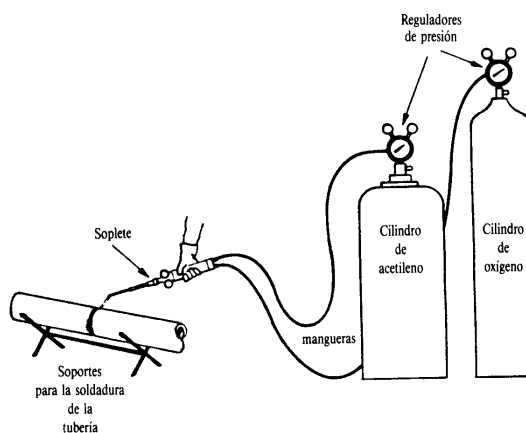
El gas de precalentamiento y el oxígeno se conducen desde los acoplamientos situados en el cuerpo del soporte a través de tres tubos, dos de los cuales conducen el gas y el oxígeno hasta la cabeza del soplete en la que se encuentran el inyector y la cámara donde se realiza la mezcla de ambos. El tercer tubo conduce directamente el oxígeno de corte desde el acoplamiento de la empuñadura hasta el orificio central de la boquilla.

El cuerpo interior de la boquilla es de latón y lleva practicadas unas estrías exteriores por las que circula la mezcla oxígeno-gas de precalentamiento y un orificio interior por donde fluye el oxígeno de corte. La boquilla juega en el oxicorte un protagonismo de tal naturaleza que puede afirmarse que los avances conseguidos en calidad y rendimiento de la operación de oxicorte se deben a mejoras en el diseño y fabricación de estos elementos.

El perfecto rectificado del conjunto central de la boquilla consigue que el flujo del oxígeno de corte sea laminar y no turbulento, pues en este último caso el rendimiento puede llegar a ser inferior al 40%.

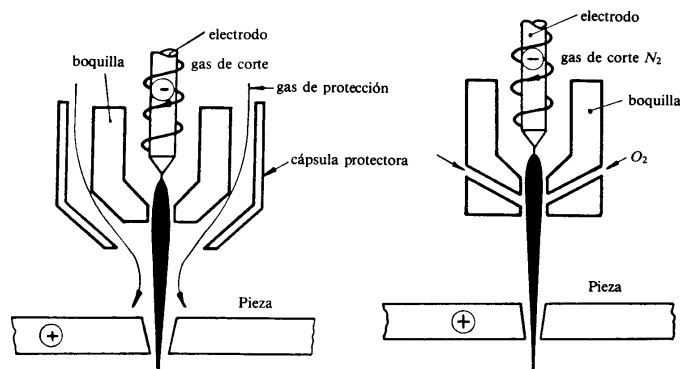
### **Corte con plasma.**

El fundamento del corte con plasma es diferente al del oxicorte. Como acabamos de ver, este último se produce como consecuencia de la combustión del acero previamente calentado en una atmósfera de oxígeno puro mientras que el corte con plasma se realiza a las altísimas temperaturas que se generan dentro del plasma, (hasta 50.000°C), que funden casi instantáneamente y llegan a volatilizar el material. El plasma se produce cuando un chorro de gas inicialmente frío se calienta con un arco eléctrico y se le hace pasar por un orificio estrecho para reducir su sección. Se forma de esta manera un conductor eléctrico gaseoso de alta





densidad de energía, formado por una mezcla de electrones libres, iones positivos, átomos disociados y moléculas del gas, denominado plasma. El corte se produce como consecuencia de la alta aportación energética confinada en una reducida sección a través de un chorro de gas-plasma a alta velocidad, aproximadamente la del sonido, que al chocar con la pieza a cortar expulsa rápidamente el material fundido y volatilizado produciendo un corte limpio.



Toda su tecnología se basa fundamentalmente en el diseño de las boquillas o porta-electrodos. Por tanto, según el tipo de boquilla, podemos distinguir:

a) Corte convencional.

Con la boquilla convencional la calidad de corte no resulta buena debido a la falta de equilibrio en la distribución del calor entre las caras superior e inferior de la pieza.

b) Corte con plasma *doble flujo*.

Añade un segundo gas de protección alrededor de la boquilla y utiliza una cápsula protectora de cerámica que la protege del *arco doble*. Como gas de corte se usa el nitrógeno y como gas de protección, CO<sub>2</sub>, aire, argón-hidrógeno. Mejora la velocidad de corte pero el gasto de combustible es alto.

c) Corte con plasma de aire.

Se suele aplicar solamente para acero inoxidable y aluminio porque para otros materiales tiene el inconveniente que las superficies de corte resultan muy oxidadas.

d) Corte con inyección de oxígeno.

Se utiliza como gas de corte el nitrógeno en el cebado e introduce oxígeno en el momento que se produce el chorro-plasma. Aumenta considerablemente la vida de los electrodos y presenta el inconveniente de que el corte no es recto.

