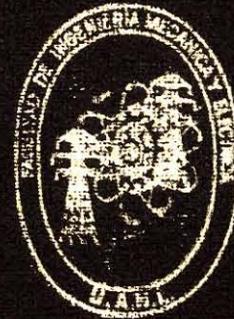
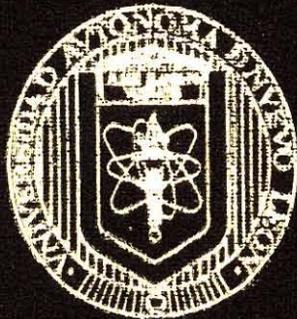


# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



TEMA

"SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA"

TESINA

PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

MANUEL SOTO GARCIA

ASESOR

ING. HILARIO JIMENEZ FABELA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

JUNIO DE 1996

F

PK466

S6

C.1



1080064424

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



TEMA

"SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA"

TESINA

PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

MANUEL SOTO GARCIA

ASESOR

ING. HILARIO JIMENEZ FABELA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

JUNIO DE 1996

T  
TK4660  
56

  
Biblioteca Central  
Meyra Subandono  
*Fresis*

BURSA RANPAK  
  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA  
MECANICA Y ELECTRICA

TEMA

***“SOLDADURA APLICADA A LA INGENIERIA”***

PARA OBTENER EL TITULO DE:

***INGENIERO MECANICO ELECTRISISTA***

PRESENTA:

***MANUEL SOTO GARCIA***

*San Nicolas de los Garza Nuevo León a 3 de junio de 1996*

## A mis padres:

Estas notas provienen de lo más profundo de mi alma  
Si de la parte en que los guardo con cariño y con respeto  
Son palabras que no se las lleva el viento  
Por ser sinceras y con mucho sentimiento

Les agradezco el apoyo que a lo largo de mi vida  
Me han entregado sin pensarlo  
Inclusive mucho antes de yo necesitarlo  
Como buenos padres que siempre han sido en mi vida

El haberme dado estudio  
Es algo que nunca terminare de agradecer  
Es algo tan eterno y ovio  
Como lo es el etardecer y el anochecer

A mis padres con cariño  
Estas notas son con mucho sentido  
Por que aunque hasta ahora me de cuenta  
Cuanta razon tuvieron al decirmelo  
Que con estudio y con esfuerzo  
Se pueden tocar hasta las puertas del cielo

GRACIAS.

ESTA TESIS ESTA DEDICADA A ESAS PERSONAS QUE EN LO LARGO O CORTO DE MI VIDA HAN INFLUENCIADO DE UNA U OTRA FORMA EN MI PERSONA Y QUE TAMBIEN COLABORARON DE ALGUNA MANERA EN EL QUE LLEGARA A TERMINAR ESTA CARRERA.

A MIS PADRES:

Ing. Manuel Soto Ramírez  
Sra. María Teresa García Galvan

A MIS HERMANOS:

Lic. María Teresa Soto García  
Nestor Soto García  
Alejandro Soto García  
Verónica Vanessa Soto García

A TODOS MIS AMIGOS DE ESCUELA DESDE PRIMARIA HASTA LA FACULTAD ME ALENTARON.

A ESOS MAESTROS QUE CON SU EMPEÑO Y DEDICACION ME AYUDARON.

A DIOS NUESTRO PADRE POR HABERME DADO VIDA PARA PODER CONTINUAR CON TODOS LOS PLANES QUE HASTA ESTE MOMENTO HE REALIZADO.

# INDICE

TEMA	PAG.
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>SOLDADURA CON ARCO ELECTRICO</b>	2
<b>CIRCUITO ELECTRICO</b>	2
Conceptos fundamentales	2
Tipos de corriente	3
Efecto magnético de una corriente eléctrica	5
<b>REDUCCION DEL SOPLO MAGNETICO</b>	6
<b>MAQUINAS</b>	8
Voltaje del arco	9
Cables	10
Tierra	11
Porta electrodos	11
Polaridad de los circuitos	12
El electrodo	14
Nomenclatura de electrodos	16
<b>POSICIONES DE SOLDADURA</b>	21
<b>EFECTO METALURGICO</b>	29
<b>LA TRANSFERENCIA DEL METAL FUNDIDO</b>	29
<b>PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE SEGURIDAD</b>	31
<b>FUNDAMENTOS BASICOS DE LA OPERACION DE SOLDAR</b>	36
Reglas para una soldadura aceptable	36
Método de rayado	37
Método de golpeado	39
Deposito del cordón	40
Movimientos de costura	41
<b>SOLDADURA Y CORTE OXIACETILENICO</b>	42
<b>EQUIPO</b>	42
Cilindros	43
Cilindro de oxigeno	43
Válvulas	45
Cilindro de acetileno	46
Válvulas	48
Tapones de seguridad	48
Indicadores de alta presión	49
Indicadores de baja presión	49

# INDICE

TEMA	PAG.
Mangueras	49
Soplete	50
Manerales	51
Mezcladores	51
Boquillas para soldar	52
<b>PROCESO DE CORTE OXIACETILENICO</b>	53
Principio fundamental	53
Aditamentos de corte	56
Boquillas para corte	57
Accesorios	58
Limpiador de boquillas	59
Gafas	59
Tipos de flama	60
Flama humeante	60
Flama carburante	60
Flama normal	61
Flama oxidante	61
LLama de contra explosión	62
LLama de retroceso	62

## INTRODUCCION

La soldadura, por su amplia difusión, ha alcanzado una gran importancia y desarrollo sin precedentes; además de sustituir casi por completo a las operaciones de remachado ya que nos garantizan una resistencia a la cohesión mayor o por lo menos igual a la de los materiales a unir.

En muchos aspectos de la construcción naval, civil y aérea es un proceso insustituible y a la industria le ahorra mucho dinero en la reparación y/o reconstrucción de piezas y maquinaria.

Por definición, la soldadura es el proceso que permite efectuar la unión de piezas metálicas mediante la acción del calor, con o sin el empleo de materiales de aporte, de tal manera que en los puntos de unión, se verifique la continuidad entre las piezas citadas.

Existen dos tipos de soldadura:

- *SOLDADURA CON FUSION*
- *SOLDADURA SIN FUSION*

Dentro de la soldadura con fusión se encuentran los siguientes procesos de soldadura:

- *Con arco (AW:Arc Welding) con sus modalidades*
- *Con oxígeno y gases combustibles (OFM)*
- *Otras soldaduras*

Debido a la extensa gama de soldadura por fusión con arco y a su uso en la industria moderna, este estudio se enfoca únicamente a la soldadura con metal y arco protegido cuyas iniciales en inglés son SWAM (SHIELD METAL ARC WELDING). Y se tocará un poco la soldadura y corte oxiacetilénica.

## ***SOLDADURA CON ARCO ELECTRICO***

La soldadura con metal y arco protegido (SMAW) es un proceso de soldadura con fusión donde intervienen un arco voltaico que genera una gran cantidad de calor, y un material de aporte llamado electrodo que esta revestido con materiales especiales para dar un atmósfera protectora a la soldadura.

Cuando la persona se encuentra soldando procede a aproximar el electrodo al metal base, que es entonces que se produce el arco entre el electrodo y el metal base. Este arco, que es muy caliente ocasiona que el metal base se funda junto con el electrodo, y el metal fundido de este fluye hacia la unión.

Como ya se mencionó anteriormente, el calor que se produce es el resultado de la descarga eléctrica y la transferencia del metal aporte se realiza en forma de pequeños glóbulos cuya secuencia mantiene cerrado el circuito, conservando el metal a la temperatura de fusión como resultado inmediato del calor desarrollado. Esta cantidad de calor desarrollado fluctúa según sea la polaridad, aceptándose en la practica que en el polo positivo se produce aproximadamente el 60% del calor total.

## **CIRCUITO ELECTRICO**

### **CONCEPTOS FUNDAMENTALES SOBRE LA CORRIENTE ELECTRICA**

***ELECTROSTATICA.***- Es la parte de la electricidad que estudia los fenómenos de las cargas eléctricas en reposo.

***MAGNETISMO.***- Es la parte de la electricidad que estudia los fenómenos magnéticos que son consecuencia de corrientes eléctricas existentes en el interior de los cuerpos imanados. El estudio del magnetismo es esencial en el estudio del electromagnetismo. El magnetismo es la propiedad que presentan ciertos minerales de hierro llamados magnéticas, de atraer el hierro.

***CORRIENTE ELECTRICA.***- Es el paso o flujo de electrones a través de un conductor y se mide en Amperes.

***FUERZA ELECTROMOTRIZ.***- Para que exista corriente eléctrica es necesario que halla movimiento de los electrones, este movimiento lo vamos a obtener por medio de una fuerza llamada voltaje, diferencia de potencia o fuerza electromotriz, esta fuerza electromotriz es de tal magnitud que logra desprender a los electrones de sus átomos respectivos.

***RESISTENCIA ELECTRICA.***- Es la oposición que presentan los electrones de ser desplazados a través de un conductor.

**CONDUCTORES.**- Son aquellos materiales que en su estructura interna tienen electrones "libres" y que por completo sí permiten el paso de la corriente eléctrica. Algunos materiales conductores muy utilizados son: El cobre, aluminio, acero, bronce.

**AISLADORES.**- Son aquellos materiales que en su estructura interna no tienen electrones libres y que por completo no permiten el paso de la corriente eléctrica. Estos son algunos ejemplos: El hule, aire, vidrio, porcelana y aceite.

## TIPOS DE CORRIENTE

Existen tres tipos de corriente para soldadura y son:

- *Corriente Alterna (C.A.)*
- *Corriente Directa (C.D.)*
- *Corriente Continua (C.C.)*

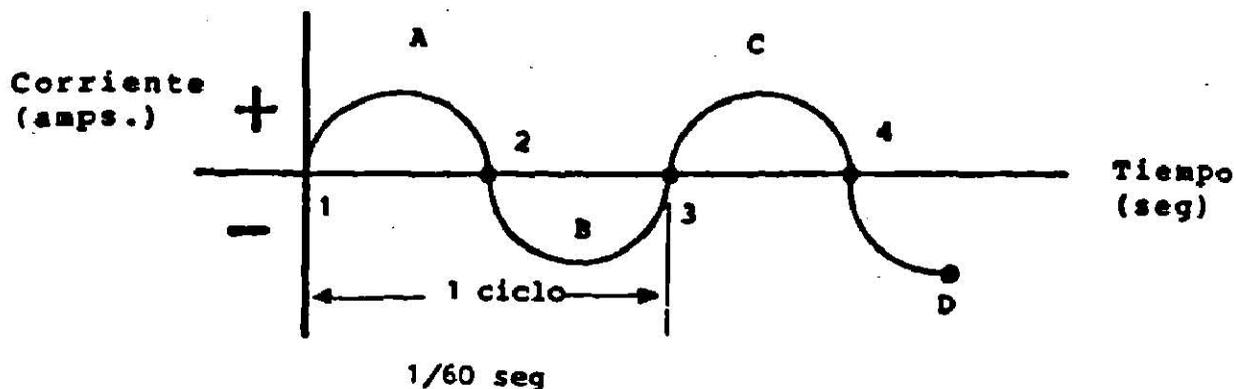
Los dos tipos últimos de corriente son casi iguales, con la diferencia en la forma de obtención, las cuales son en que la de corriente directa o rectificadas la obtenemos de un transformador rectificador y la continua la obtenemos de una batería.

Generalmente se conoce a la corriente continua como directa y viceversa y el repaso de estas se hará al mismo tiempo.

## CORRIENTE ALTERNA

Este tipo de corriente puede ser suministrado por un transformador, esta corriente viaja de positivo a negativo en intervalos iguales de tiempo formando ciclos, teniendo 60 ciclos en un segundo o bien 60 Hz.

Figura #1



En los puntos A, B, C y D la corriente es máxima en su respectivo sentido, en los puntos 1, 2, 3 Y 4 la corriente es cero, es decir, el arco eléctrico se apaga momentáneamente, lo cual nos va a causar problemas en la soldadura, ya que las partículas de metal depositado en ese momento se enfrían rápidamente volviéndose estas duras y quebradizas, disminuyendo de esta forma la resistencia a la tensión y a la maleabilidad.

**CORRIENTE DIRECTA**

Este tipo de corriente nos la proporciona un generador o un transformador-rectificador. La característica principal es que los electrones o corriente viajan en un solo sentido, trayendo como consecuencia un arco eléctrico más estable.

La gráfica de esta corriente generalmente se traza de la siguiente forma:

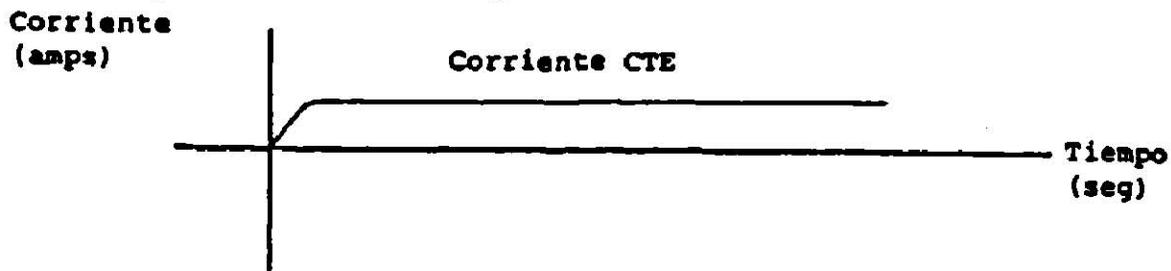


Figura #2

Pero dependiendo de los rectificadores o fases que sean según el caso se grafican de las siguientes formas:

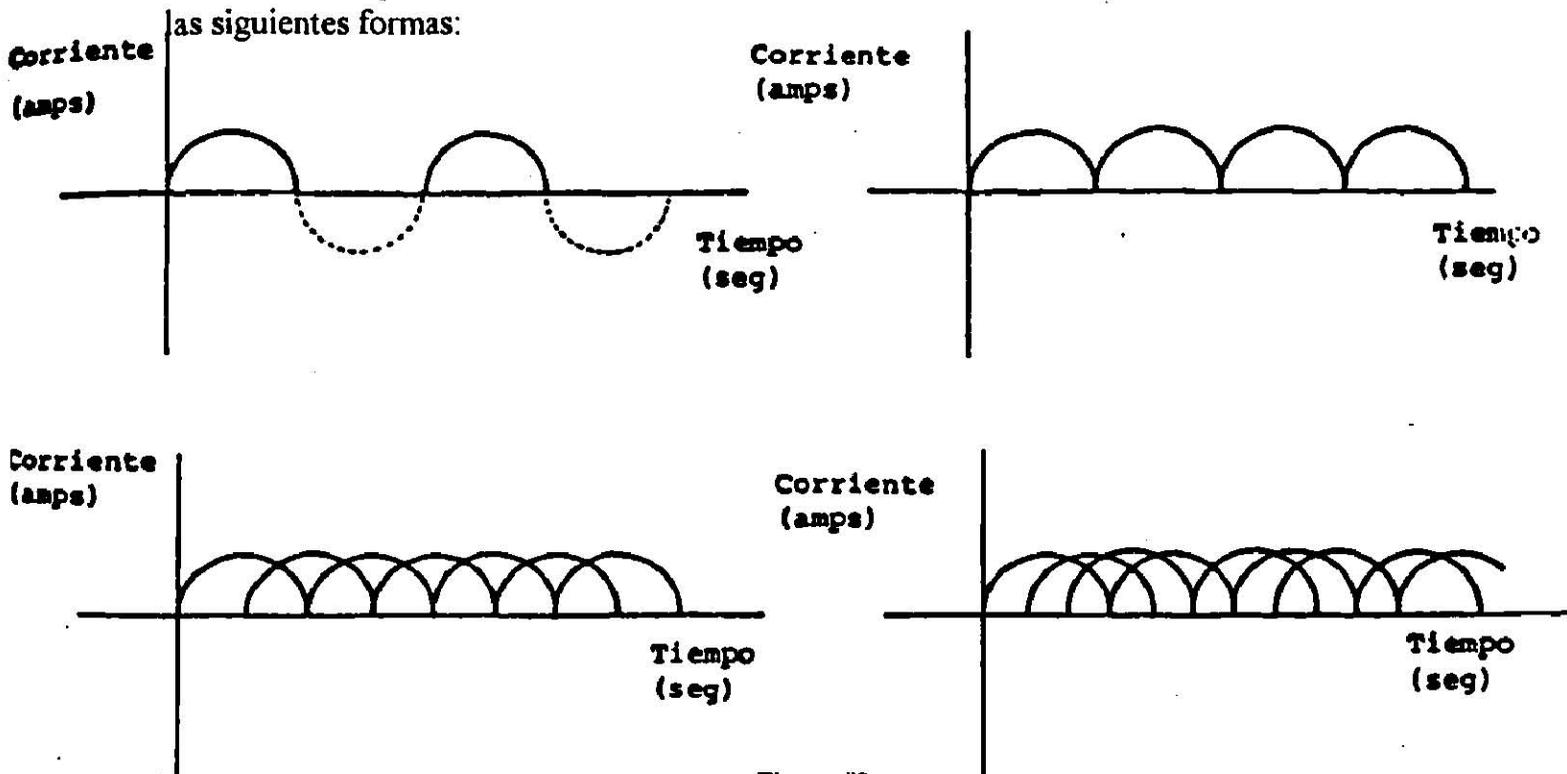
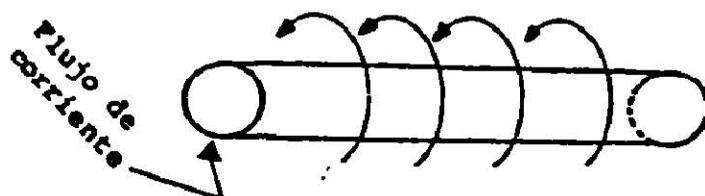


Figura #3

## EFFECTO MAGNETICO DE UNA CORRIENTE ELECTRICA

Cuando hay un flujo de electrones en un conductor causa o induce un campo magnético en una área alrededor del conductor.

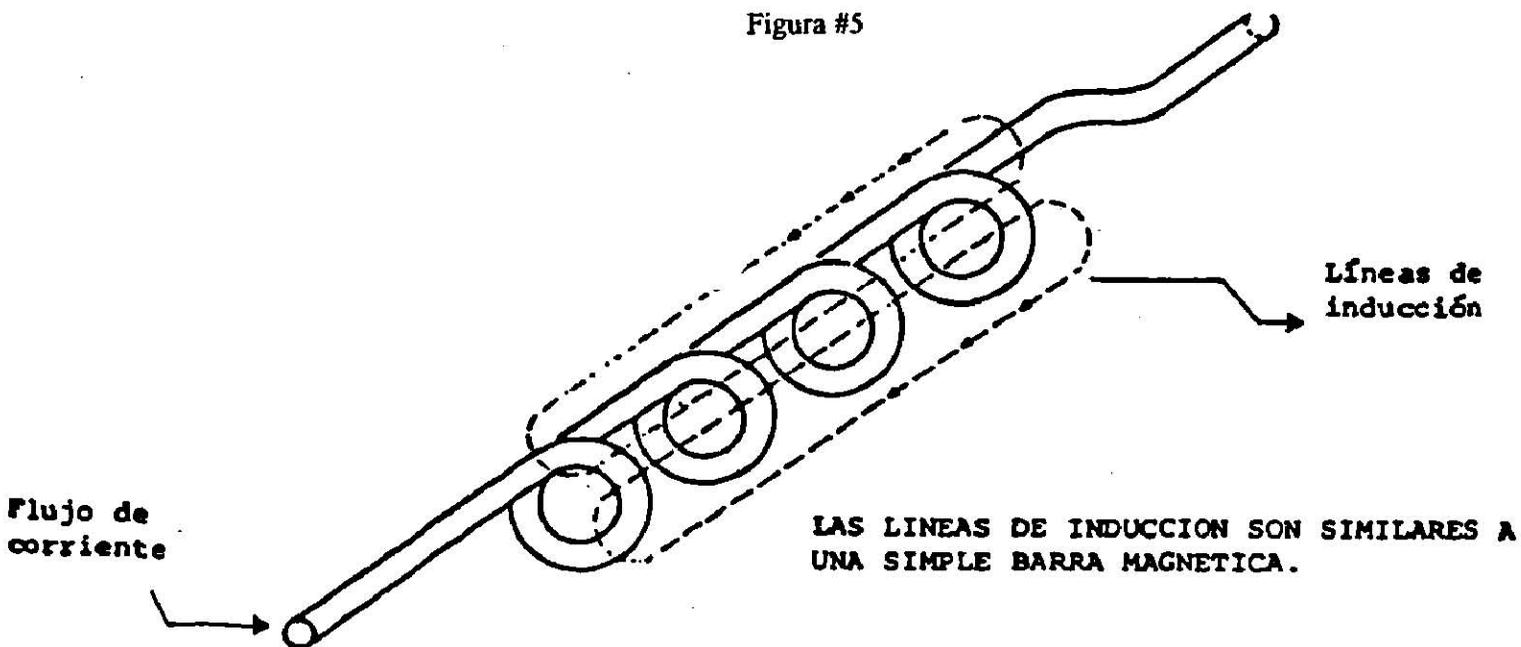
Figura #4



El área circundante al conductor es llamado campo de magnetismo y las líneas de flujo magnético son llamadas líneas de magnetismo inducido.

Si doblamos al conductor con un número de vueltas "X", las líneas de inducción se modifican como se muestran en la siguiente figura:

Figura #5



Cuando se suelda con C.D. o C.C., los efectos magnéticos muestran lo mismo en los dos casos.

El electrodo representa lo mismo en la figura #4 con líneas de inducción alrededor de él, estas líneas de inducción alrededor de él, estas líneas tienen la tendencia de magnetizar el metal depositado por el electrodo, al instante las líneas de inducción pasan a través del metal depositado en la punta del electrodo haciendo de esta forma la transformación menos controlable.

Lo mismo pasa en la terminación de las piezas de trabajo que son magnetizadas y el campo inducido en el trabajo puede rechazar el metal de aporte magnetizada depositado por el electrodo, esto es digno de una mayor atención cuando cambian de dirección la soldadura.

La combinación de estos dos efectos cuando se suelda con corriente directa es llamado soplo magnético.

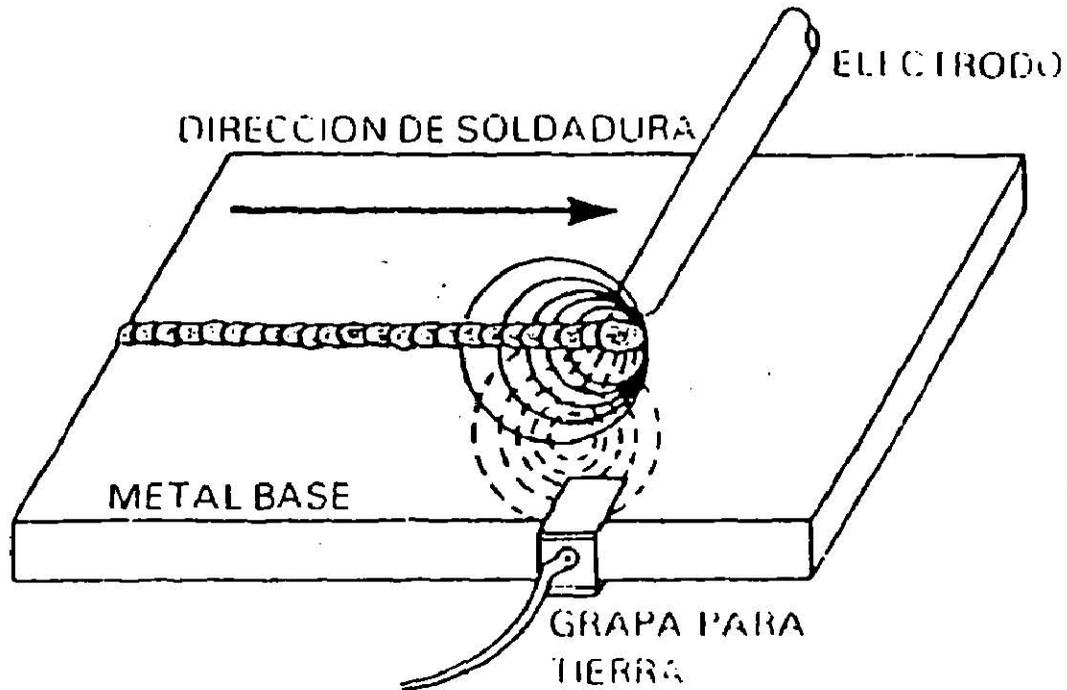
En algunos casos es extremadamente difícil que se presente soplo magnético, un caso típico es cuando se suelda con C.A. debido al cambio constante de la dirección del flujo de electrones.

## REDUCCION DEL SOPLO MAGNETICO

Para entender que es un soplo magnético, hay que recordar que todo conductor por el que fluye una corriente eléctrica, es rodeado por un campo magnético cuyas líneas de fuerza se orientan según la dirección del flujo de la corriente eléctrica. Dichas líneas nunca se tocan y ejercen una fuerza cuando se aproximan unas a otras, esta fuerza es proporcional a la cantidad de corriente que fluye por el conductor y su imagen es una serie de anillos concéntricos que le rodean.

El efecto magnético de esta fuerza es conocida como SOPLO MAGNETICO. Esta desviación del arco ocurre cuando se suelda en una esquina con corriente continua. En la figura #6 se puede visualizar que estas ondas se mueven a lo largo del metal conforme avanza la soldadura; si estas ondas hacen contacto con los círculos de fuerza corriente, la alteración o disturbio ocurre en el punto en que se encuentran los dos grupos de círculos u ondas magnéticas. El arco se mueve de manera inestable y el metal fundido del electrodo empieza a oscilar, por lo que es difícil dirigirlo.

Figura #6



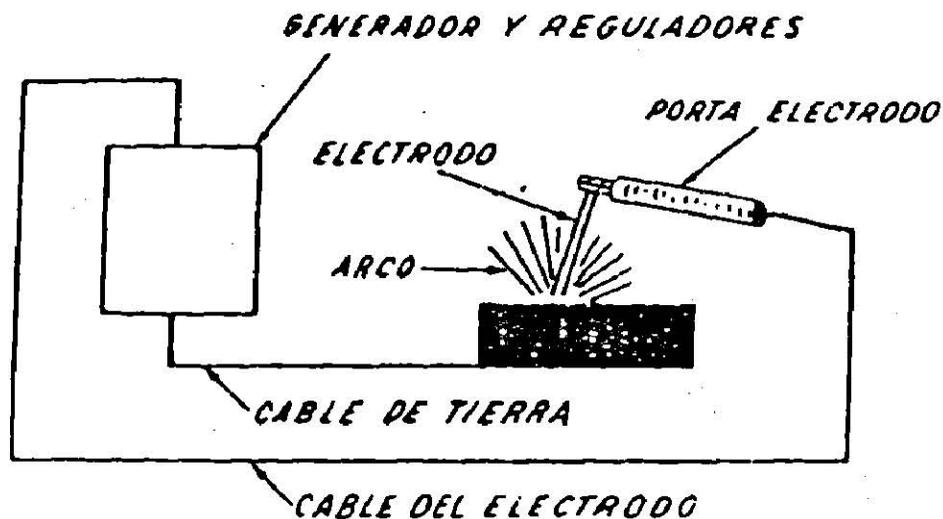
Para eliminar o reducir al mínimo la desviación del arco se recomienda proseguir de la siguiente manera:

1. Cambiar a C.A.
2. Mover la grapa de tierra a otro lugar en la pieza en la cual se trabaja
3. Cambiar la dirección de la soldadura
4. Utilizar una grapa magnética para la tierra
5. La inversión constante de la corriente alterna impide que aumente el flujo o fuerza.

## MAQUINAS

Como se puede observar en la figura #7, el circuito se inicia en la terminal o borne donde se sujeta el cable del electrodo a la máquina y acaba en la terminal o borne en que se fija el cable de tierra a la máquina.

Figura #7



Se tiene que cerrar el circuito para que la corriente fluya, estableciéndose así la continuidad necesaria para mantener encendido el arco.

En el mercado existen varios tipos de máquinas del tipo eléctrico o sea electrosoldadoras entre las que destacan:

- a) *MOTOR GENERADOR*
- b) *MOTOR A GASOLINA GENERADOR*
- c) *DE RECTIFICADOR*
- d) *COMBINACION DE TRANSFORMADOR CON RECTIFICADOR*

Cada tipo sirve para su propósito pero la función básica es la de entregar una fuente regulada de corriente eléctrica para soldar.

Dicha corriente se caracteriza por ser de alta intensidad o amperaje y de baja tensión, osea voltaje; en este caso el alto amperaje es necesario para que se pueda producir el calor suficiente en el arco como se observa en la figura #8 , mientras que el bajo voltaje será un valor tal que pueda mantener encendido el arco. Todas las máquinas mencionadas anteriormente tienen su control de regulación para que el operario pueda seleccionar un arco energético o débil según sean las necesidades de trabajo.

Las potencias de las máquinas electrosoldadoras viene dada por el valor de la corriente de salida cuya variación es de 100 hasta 1200 Amperes y aún más, como en el caso de algunas máquinas industriales; dicha potencia queda bajo el control de la Asociación Nacional de Manufacturas Eléctricas ( National Electrical Manufacturers Association, NEMA), que establece una capacidad muy inferior al valor de sobrecarga máxima de la máquina, respaldando así un servicio eficiente y seguro.

La potencia está referida a la duración de carga por ciclo de servicio, considerando esta duración como el tiempo dentro de un periodo de 10 minutos en que la máquina puede operar a la capacidad indicada. Por ejemplo si una máquina tiene una potencia de salida de 300 Amperes con una duración de carga por ciclo de trabajo del 60%, indica que la máquina puede ser operada sin problemas de ninguna especie, a 300 Amperes durante 6 minutos de cada 10. En la industria el ciclo de trabajo más usual es el de 60%.

En la soldadura la relación voltaje-amperaje es de máxima importancia. Existen dos tipos diferentes de voltajes que son:

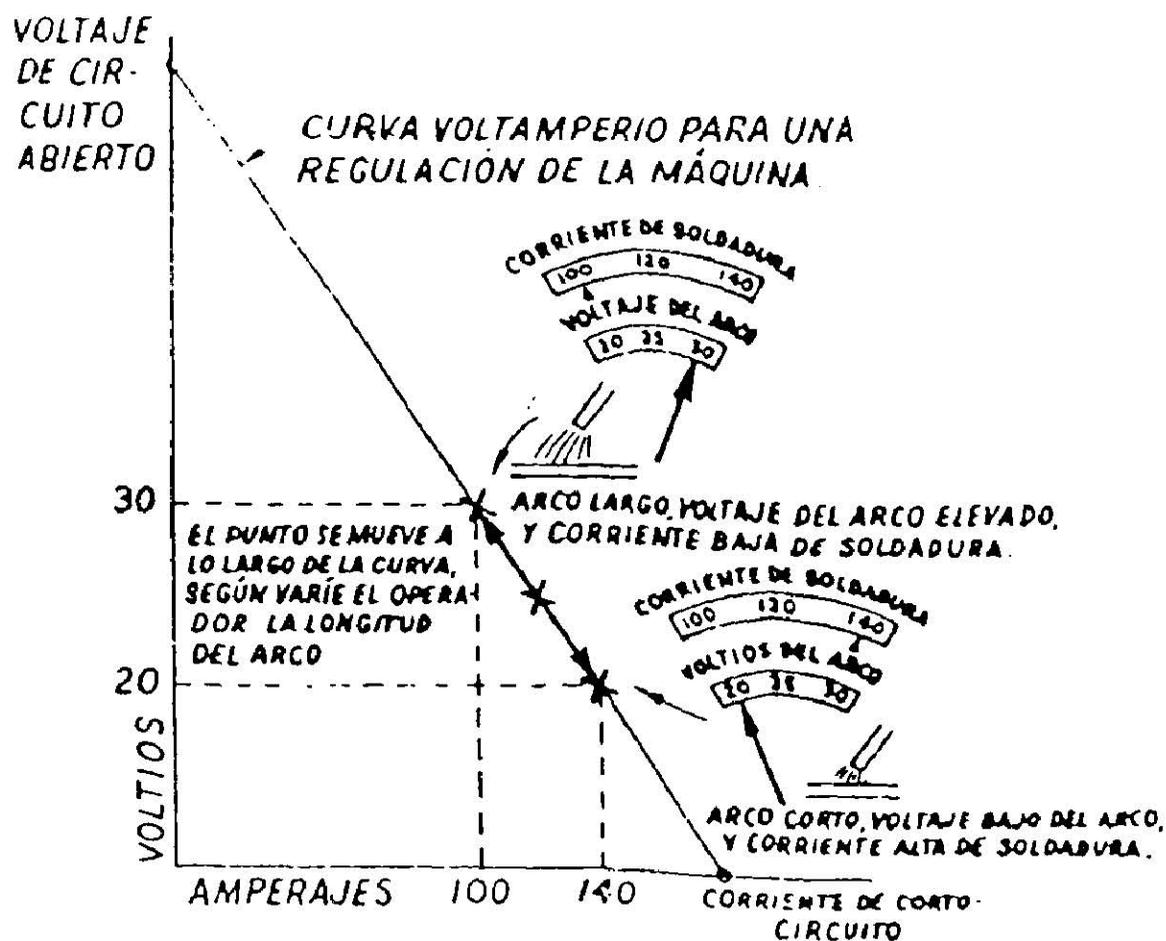
#### El voltaje del circuito abierto

En este tipo de voltaje de circuito abierto se puede decir que es cuando la máquina genera pero no está soldando. Los valores en este caso varían entre 50 a 100 Volts.

#### El voltaje del arco

En este segundo caso el voltaje del arco es el que se presenta entre el electrodo y el metal base cuando se está soldando y su valor varía entre un rango de 15 a 40 Volts. Se puede decir que el voltaje en vacío baja al valor del voltaje del arco, cuando éste se enciende y la carga está registrada por la máquina. El valor del voltaje del arco es afectado por la longitud de éste y por las características del electrodo que se usa, en este caso se podría decir que si el arco se acorta, el voltaje decrece y si al contrario el arco se alarga, el voltaje aumenta, esto se puede apreciar gráficamente en la figura #8. El valor del circuito en vacío influye poco en el voltaje del arco, sin embargo, si afecta a las características del mismo.

Figura #8



## CABLES

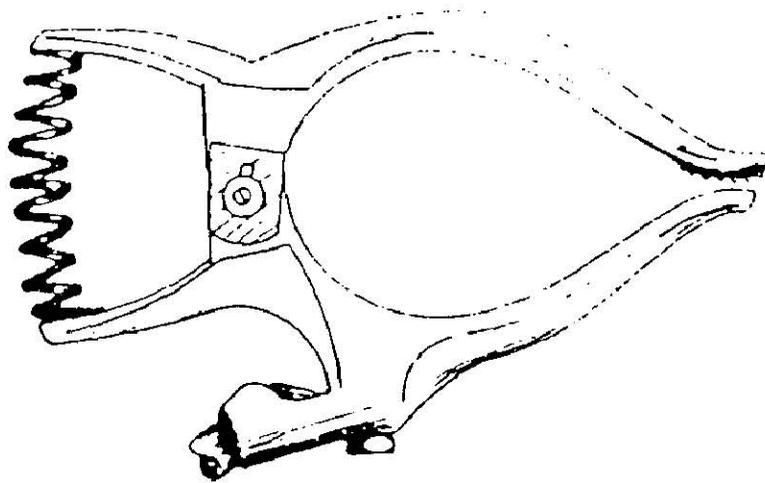
La corriente para soldar parte de la fuente de energía hacia el porta electrodos a través de un cable de cobre o de aluminio con su respectivo aislamiento, el cual en conjunto debe ser muy flexible. El conductor de aluminio tiene mucho menor masa que el de cobre. Dicho cable está formado por cientos de alambres muy finos dentro de una envoltura de papel tipo estraza muy grueso que permite al conductor deslizarse libremente dentro de su envoltura aislante, cuando el cable es doblado. El forro de estos cables es de neopreno o caucho (hule) que tiene una resistencia a la acción abrasiva del medio. En la toma de tierra se usa un cable menos flexible pero también muy resistente al desgaste. La distancia entre la máquina de soldar hasta la zona de trabajo debe ser lo más corta que se pueda. Los cables no deben estar enrollados, sino que siempre se deben estirar para evitar la posibilidad de generar un campo magnético, el cual provocaría un efecto negativo en el comportamiento de la máquina.

Por lo regular al adquirir una máquina de soldar el fabricante recomienda los calibres de cables que se deben utilizar para evitar los denominados sobrecalentamientos.

## TIERRA

La grapa para tierra se sujeta en la pieza de metal que se va a soldar con el cual se completa el circuito de soldadura cuando el electrodo toca el metal. Se pueden obtener tomas de tierra magnéticas que a veces son muy necesarias cuando se suelda en superficies grandes, pero las más comunes son las de resorte por su fácil sujeción las cuales se pueden apreciar en la figura #9.

Figura #9



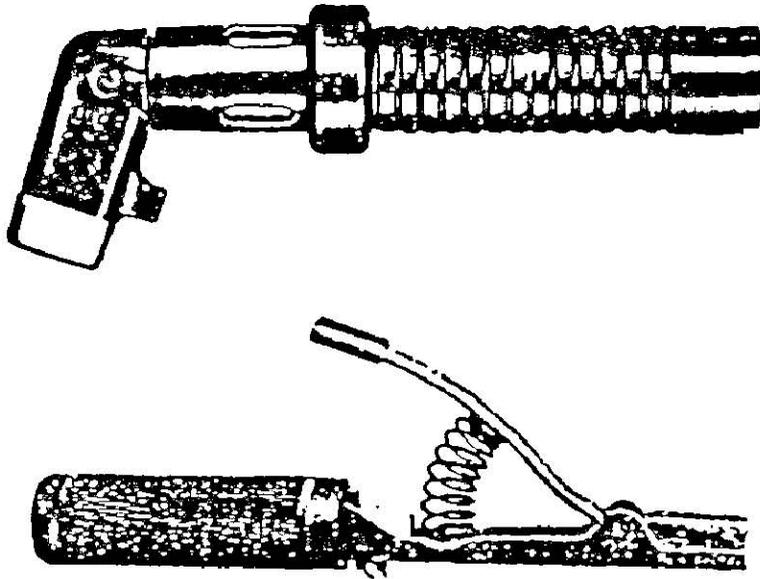
Es muy importante recordar que si no se completa el circuito eléctrico, hay posibilidades de sufrir una descarga.

## PORTA ELECTRODOS

Como su nombre lo indica los porta electrodos nos sirven para sujetar y conducir al electrodo durante el trabajo, en los cuales se deben de contar con estas cualidades.

- \* *Debe ser liviano, para su fácil manejo.*
- \* *Debe de estar aislado, para evitar sobrecargas.*
- \* *Debe de ser fuerte, ya que se puede decir que es para uso rudo.*
- \* *Tener un tamaño adecuado para la capacidad máxima de la unidad generadora.*
- \* *Capaz de soportar el intenso calor generado por el arco eléctrico.*

Figura #10



## POLARIDAD DE LOS CIRCUITOS

Se define como la polaridad como el sentido en que llegan los electrones al arco eléctrico. Solo encontramos polaridad en corriente directa o continua, ya que los electrones viajan en un solo sentido, con corriente alterna no hay polaridad, ya que los electrones viajan en  $1/120$  seg., en sentido positivo y en otro  $1/120$  seg., en sentido negativo formando ciclos.

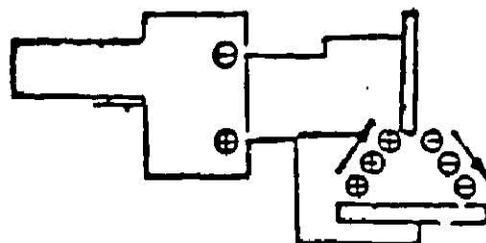
Como se ha podido observar según los comentarios anteriores, se puede hablar de dos polaridades:

Polaridad Positiva, comúnmente conocida como inversa

Polaridad Negativa, la cual es conocida como directa

Figura #11

## CORRIENTE CONTINUA POLARIDAD DIRECTA



POLARIDAD DIRECTA

La polaridad positiva o directa, se obtiene conectando el porta electrodo al polo negativo de la maquina y la tierra al polo positivo, es decir, los electrones viajara del electrodo al metal base, teniendo en la temperatura generada por el arco un 70% en el electrodo y un 30% en el metal base. Esta polaridad tiene la característica de formar un arco bastante extendido, el cual produce una pequeña capa de metal fundido, lo que trae como consecuencia una baja penetración y una pequeña capa de metal depositado.

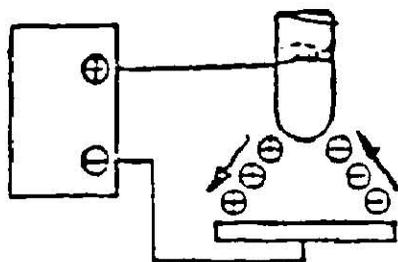
Debido a sus características esta polaridad se utiliza frecuentemente en la solubilidad de placas delgadas y revestimientos duros.

La polaridad negativa o inversa, se obtiene conectando el porta electrodo al polo positivo de la maquina y la tierra al polo negativo, de esta forma los electrones viajara del metal base al electrodo, teniendo de la temperatura generada por el arco un 70% en el metal base y un 30% en el electrodo. Este tipo de polaridad tiene la característica de formar un arco concentrado, el cual produce una gran penetración y un cordón abultado. Esta polaridad tiene gran aplicación en placas gruesas y en piezas que requieran de alta penetración.

Lo ideal sería tener una penetración y dimensiones de las soldaduras medianas, lo que se logra aunque con algunas limitaciones con la C.A. ya que esta no es constante.

Figura #12

## CORRIENTE CONTINUA, POLARIDAD INVERSA



POLARIDAD INVERTIDA

En los procesos de soldadura se utilizan tanto la C.D . como la C.A. . Esto lo determinará, en algunos casos, el proceso específico de soldadura pero para la SMAW ( Shield Metal Arc Welding) la polaridad la determinara el revestimiento del electrodo. Esta polaridad se puede controlar en las máquinas de corriente directa, para cambiar de polaridad no es necesario cambiar los cables, en la mayoría de las máquinas se encuentra una palanca que al moverla, cambia de polaridad.

## EL ELECTRODO

El electrodo se puede decir que es la parte más importante del circuito de soldadura. El electrodo esta compuesto de un núcleo y de su respectivo recubrimiento. El alambre del núcleo de un electrodo, en casi todos los casos, se fabrica del mismo metal que el de las piezas que se van a soldar. La finalidad del alambre del núcleo es la de conducir la energía eléctrica hacia el arco y suministrar el metal denominado de relleno o aporte adecuado.

El recubrimiento tiene es de suma importancia, ya que de no existir, el metal fundido se combinaría con el oxígeno y el nitrógeno del aire. Por lo cual es necesario proteger tanto al metal de aporte como al metal base fundido cuando se suelda; éste es la mezcla de metal base fundido y el metal de aporte que al solidificarse forman la soldadura en sí. El arco se puede proteger con una envoltura de gas inerte, el cual no se producirá una reacción química con el metal fundido. El recubrimiento de los electrodos suministra el gas protector. Este es el proceso de soldadura con metal y arco protegido (SMAW).

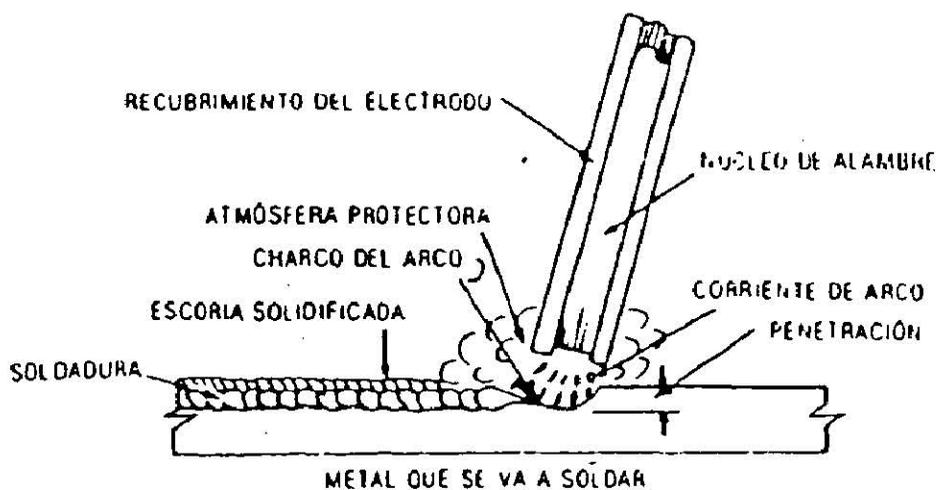
Las principales funciones de estos recubrimientos de los electrodos son:

- a) Reducir al mínimo la contaminación del metal de soldadura con el oxígeno y el nitrógeno atmosféricos.*
- b) Compensar la perdida de ciertos elementos durante la transferencia de metal a través del arco, porque el recubrimiento incluye aleaciones.*
- c) Concentrar el arco en una zona específica porque forma una tasa o copa en la punta del electrodo, que se debe a la fusión más lenta del recubrimiento.*

El recubrimiento también forma escoria en la parte superior del metal fundido que se suelda, la cual protege al metal fundido durante su enfriamiento y también ayuda a configurar la soldadura. Esta también debe poseer las siguientes características:

- ◆ *Tener un punto de fusión más bajo que el metal que se suelda.*
- ◆ *Tener una densidad en su estado fundido que sea menor que la del metal de soldadura.*
- ◆ *Tener la viscosidad suficiente para que no fluya sobre una superficie muy grande.*
- ◆ *No debe tener elementos que produzcan reacciones indeseables con el metal de soldadura.*
- ◆ *Se dilatará pero en forma distinta a la del metal de soldadura, para que se pueda desprender éste cuando esté frío.*
- ◆ *Tener una tensión de superficie que impida la formación de glóbulos grandes.*

Figura #13



## NOMENCLATURA DE ELECTRODOS

Para realizar una soldadura eficaz, se debe utilizar el electrodo dependiendo de los metales que se van a unir, la penetración que se requiere y la posición de trabajo.

Para poder especificar a un determinado electrodo revestido, la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) junto con la Sociedad Americana de Pruebas de Materiales (ASTM), han implantado una clasificación que rige a la nomenclatura de los electrodos revestidos, aun cuando las diferentes compañías productoras de estos utilicen una clasificación propia de su marca, estas deberán tener una equivalente con la clasificación AWS, ASTM.

Existen diferentes tablas o métodos para identificar los electrodos de acero dulce y de baja aleación, pero en esta caso solo se tocara uno de tantos métodos pero lo más sencillo posible.

La nomenclatura para clasificar a los electrodos de acero dulce que han establecido la ASW y la ASTM, la cual se basa en :

- ◆ *La resistencia a la tensión del metal depositado.*
- ◆ *La posición en que se puede llevar a cabo la soldadura.*
- ◆ *Tipo de corriente que necesitan los electrodos.*
- ◆ *El tipo de penetración, arco y escoria de los electrodos.*
- ◆ *La presencia de polvo de hierro en el revestimiento de los electrodos.*

Todos los electrodos se designan con una serie de 4 o 5 cifras las cuales se describen a continuación:

Las 3 primeras letras indican que el electrodo esta bajo especificaciones AWS.

La letra E significa electrodo y se refiere a la soldadura por arco.

Las dos primeras cifras de un número de 4 o las 3 primeras de un número de 5 cifras multiplicadas por 1000, indican la tensión en miles de  $\text{lbs/plg}^2$ , a las que pueden ser sometidas las soldaduras, teniendo un mínimo de  $60,000 \text{ lbs/plg}^2$  y un máximo de  $120,000 \text{ lbs/plg}^2$ .

Ejemplo:

AWS-E-120 11      La resistencia a la tensión es de 120,000 lbs/plg<sup>2</sup>.

AWS-E-60 11      La resistencia a la tensión es de 60,000 lbs/plg<sup>2</sup>.

La penúltima cifra indica la posición en la cual se puede usar el electrodo y estas son:

⇒ *Todas las posiciones 1.*

⇒ *Posición horizontal o plana 2.*

⇒ *Posición plana solamente 3.*

Debido a la limitación que tienen los electrodos cuya penúltima cifra es 2 o 3, no tienen mucha aplicación en la industria.

La última cifra indica el tipo de corriente que necesitan los electrodos, el tipo de penetración, arco y escoria de los electrodos, así como la presencia de polvo de hierro en el revestimiento.

Las características de lo mencionado anteriormente dependen del número de la cifra, para lo cual se muestra la siguiente tabla:

Ultima Cifra	E-XXX0	E-XXX1	E-XXX2	E-XXX3	E-XXX4	E-XXX5	E-XXX6	E-XXX7	E-XXX8
Descripción del Recubrimiento	A	CELULOSA	Rutilo Sódico (Oxido de Titanio)	Rutilo Sódico (Oxido de Titanio)	Pulvo de Hierro	Fluorita calpotásica (Bajo Hidrogeno)	Fluorita calpotásica (Bajo Hidrogeno)	Fluorita Cal y Pulvo de Hierro Sódico	Fluorita Cal Pulvo de Hierro Potásico (Bajo Hidrogeno)
Tipo de Corriente	B	C.A. O C.D.P.I.	C.A. o C.D. P.D. Preferentemente	C.A. o C.D. P.D. Preferentemente	C.A. o C.D. P.D. Preferentemente	C.D.P.I.	C.A. O C.D.P.I.	C.A. O C.D. P.I. Preferentemente	C.A. O C.D. P.I.
Tipo de Arco	Penetración	Penetración	MEDIANO	SUAVE	SUAVE	MEDIANO	MEDIANO	SUAVE	MEDIANO
Penetración	C	Profunda	POCO PROFUNDA	POCO PROFUNDA	G	MODERADA	MODERADA	MODERADA	MODERADA
Pulvo de Hierro en el Revestimiento	0% - 10%		0% - 10%	0% - 10%	30% - 50%			50%	30% - 50%
Clase de Escoria Sobre el Deposito	D	MUY DELGADA	MODERADA	MODERADA	H	MODERADA	MODERADA	GRUESA	MODERADA
Sanidad de la Soldadura	E	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	EXELENTE	EXELENTE	EXELENTE	EXELENTE
Presentación	F	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXELENTE	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA

- A**
- Con pulvo de hierro es celulosa sódica y pulvo de hierro
  - Sin pulvo de hierro es celulosa sódica
  - E-4510 es pintura con silicónes
  - E-4520 es pintura con silicónes y oxido de hierro
  - E-4510 y E-4520 se usa C.D., P.D.
  - E-XX20 y E-XX30 se usa C.A. o C.D., P.I. o P.D.
- B**
- E-4510 y E-4520 es pesima
  - E-XX10 es mala
  - E-XX10 con pulvo de hierro es buena
  - E-XX20 y E-XX30 es muy buena
- C**
- E-XX10 es profunda
  - E-XX20 es moderada
- D**
- E-4510, E-4520 y E-XX10 sin pulvo de hierro es muy dalgada
  - E-XX10 con pulvo de hierro es muy dalgada
  - E-XX20 y E-XX30 es gruesa
- E**
- E-4510 y E-4520 presentan algunos poros
  - E-XX10 es buena
  - E-XX20 y E-XX30 es excelente
- F**
- E-4510 y E-4520 es pesima
  - E-XX10 es mala
  - E-XX10 con pulvo de hierro es buena
  - E-XX20 y E-XX30 es muy buena
- G**
- E-XX14 es moderada
  - E-XX24 es poco profunda
- H**
- E-XX14 es moderada
  - E-XX20 es gruesa
- I**
- E-XX18 es moderada
  - E-XX28 es gruesa

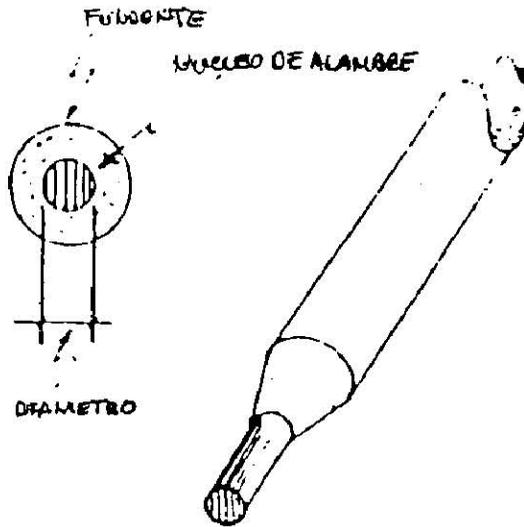
A continuación veremos algunos ejemplos:

E XX10	Corriente directa polo positivo.
E XX11	Corriente directa, polo positivo o corriente alterna.
E XX13	Corriente alterna, polo negativo o corriente alterna.
E XX14	Corriente alterna o corriente directa.
E XX15	Corriente directa, polo positivo.
E XX16	Corriente alterna o corriente directa, polo positivo.
E XX24	Corriente alterna o corriente directa, ambos polos.
E XX27	Corriente alterna o corriente directa, ambos polos.
E XX20	Corriente alterna o corriente directa.
E XX30	Corriente alterna o corriente directa.

Para los diferentes tipos de revestimientos se aplica lo siguiente:

E-6010 y E-6011	Tienen un revestimiento con alto contenido de materia orgánica ( celulosa ).
E-6015 y E-6013	Tienen un revestimiento con alto contenido de óxido de rutilo ( titanio ).
E-6015 y E-6016	Tienen un revestimiento con bajo contenido de hidrógeno ( cal y carbonato de sodio o bien cal con óxido de rutilo ).
E-6020 y E-6030	Tienen un revestimiento con alto contenido mineral ( óxido de hierro u óxido de manganeso ).
E-6014, E-6024 y E-6027	Tienen un revestimiento consistente de hierro en polvo.

Figura #14



ESPESOR DEL METAL		TAMAÑO DEL ELECTRODO		AMPERES
MILIMETROS	CAL O IN	MILIMETROS	PULGADAS	
1.3	18	1.6	1/6	50-80
1.6	16	2.5	3/32	50-80
1.9	14	3.2	1/8	90-135
2.7	12	3.2	1/8	90-135
3.4	10	4.0	5/32	120-175
4.8	3/16	4.0	5/32	120-175
6.4	1/4	4.0	5/32	120-175
7.9	5/16	5.0	3/16	200-275
12.7	1/2	6.0	1/4	250-350
19.0	3/4	6.0	1/4	250-350
25.4	1	6.0	1/4	325-400

Así un electrodo AWS-E-6010 tendrá una resistencia a la tensión de 60,000 lbs/plg<sup>2</sup>, se podrá soldar en todas posiciones con el, requerirá de C.D. y P.I., el tipo de escoria será orgánico, tendrá un arco penetrante y una penetración profunda y con un contenido de polvo de hierro en el revestimiento de 0% a 10%.

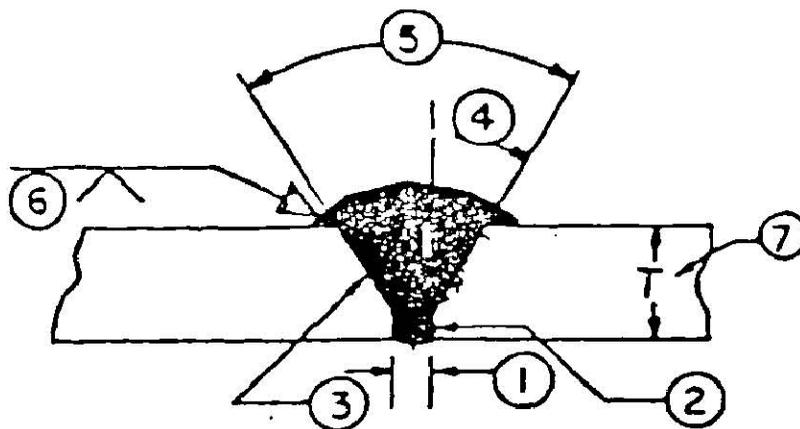
Un electrodo AWS-E-7018 tendrá una resistencia a la tensión de 70,000 lbs/plg<sup>2</sup>, se podrá soldar en todas posiciones con el, requerirá de C.A. o C.D. con P.I., el tipo de escoria será bajo hidrogeno, tendrá un arco mediano y una penetración mediana y con un contenido de polvo de hierro en el revestimiento de 30% a 50%.

## POSICIONES DE SOLDADURA

Como es de suponerse la soldadura se lleva a cabo en diferentes posiciones como lo son: plana, horizontal, vertical y sobrecabeza, ya sea en placa o tubería, basándose en esto la Sociedad Americana de Soldadura (AWS), ha designado las posiciones de soldadura especificando hasta que grados de inclinación entra en cada tipo de posición como lo veremos a continuación.

### NOMENCLATURA DE UNA JUNTA A TOPE

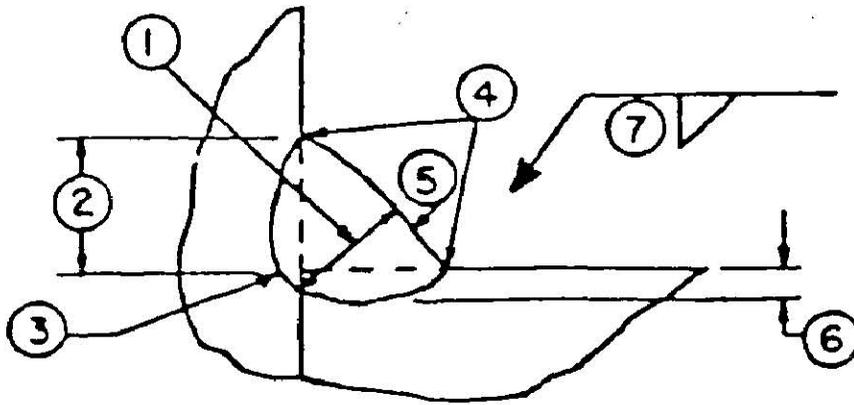
Figura #15



- 1.- Abertura de la raíz.
- 2.- Hombro o altura de la raíz.
- 3.- Cara del bisel.
- 4.- Ángulo del bisel.
- 5.- Ángulo de la preparación.
- 6.- Profundidad del achaflanado.
- 7.- Espesor de la placa.

## NOMENCLATURA DE UNA SOLDADURA DE FILETE

Figura #16



- 1.- Garganta.
- 2.- Pierna.
- 3.- Raíz.
- 4.- Pie.
- 5.- Cara.
- 6.- Penetración de fusión.
- 7.- Tamaño de la soldadura.

SIMBOLOS BASICOS PARA SOLDADURA Y SU SIGNIFICADO DE POSICION

Significado de la posición	SIMBOLOS PARA ARCO Y GAS											Brida					
	Filete	Tapon. o ranura	Renura					Espaldar y opuesta	Superficie			No se Usa	No se Usa				
			A Tope	V	Bical	U	J							V Curva	Bical Curvo		
Lado de la flecha																	
Otro lado																	
Ambos lados		No se Usa															
Significa en lado de la flecha al otro lado.	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa	No se Usa

En las siguientes tablas se muestran los símbolos básicos y complementarios utilizados en la soldadura.

SIMBOLOS SUPLEMENTARIOS

Soldar Todo alrededor	Soldadura en el campo	CONTORNO		
		Plano a ras	Convexo	Concavo

Figura #17

FORMAS FUNDAMENTALES DE PREPARACIONES FUNDAMENTALES



SOLDADURA A TOPE



SOLDADURA A TOPE



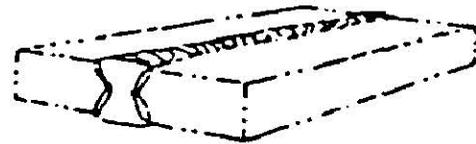
PREPARACION BISEL SENCILLO



PREPARACION DOBLE BISEL



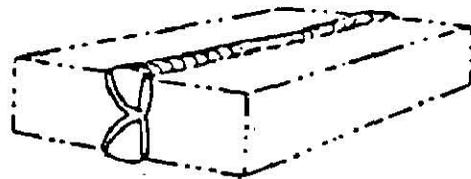
PREPARACION EN "V"



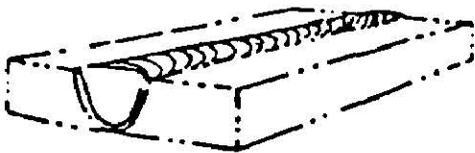
PREPARACION EN DOBLE "V"



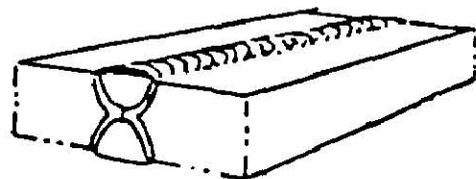
PREPARACION EN "J"



PREPARACION EN DOBLE "J"



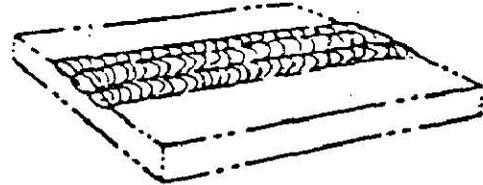
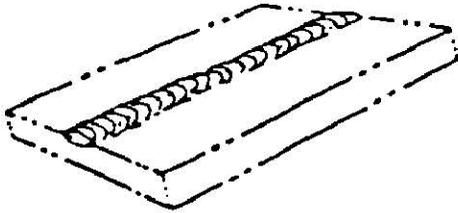
PREPARACION EN "U"



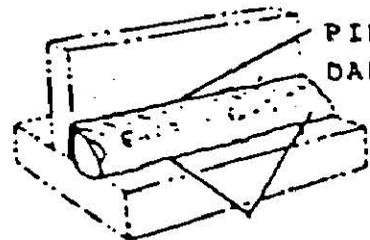
PREPARACION EN DOBLE "U"

Figura #17  
CONTINUACION

FORMAS FUNDAMENTALES DE PREPARACIONES FUNDAMENTALES



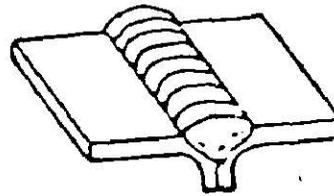
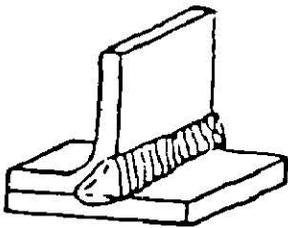
CORDON DE SUPERFICIE



PIE DE LA SOLDADURA

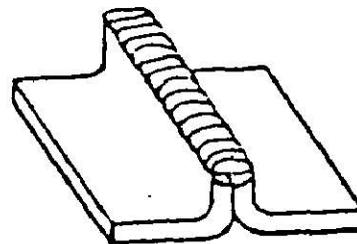
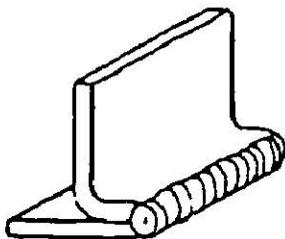
SOLDADURA DE TAPON

SOLDADURA DE FILETE



PREPARACION EN BISEL CURVO

PREPARACION EN "V" CURVA



PREPARACION DE BRIDA EN ESQUINA

PREPARACION DE BRIDA EN CAMA

Para poder aplicar correctamente los símbolos de soldadura es necesario conocer los miembros de las juntas ( lado de la flecha y lado opuesto de la flecha ). Los cuales se presentan a continuación.

Figura #18

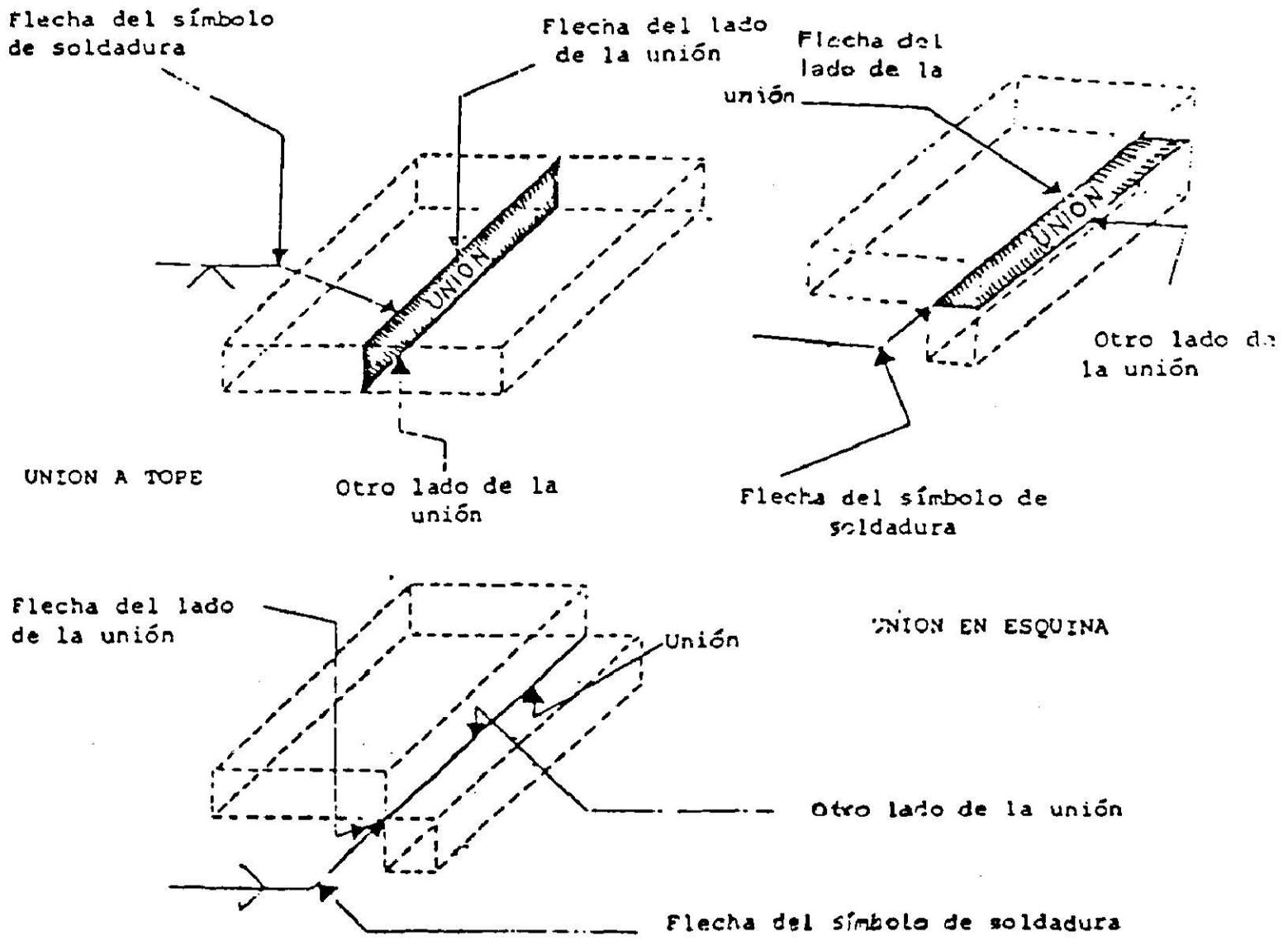
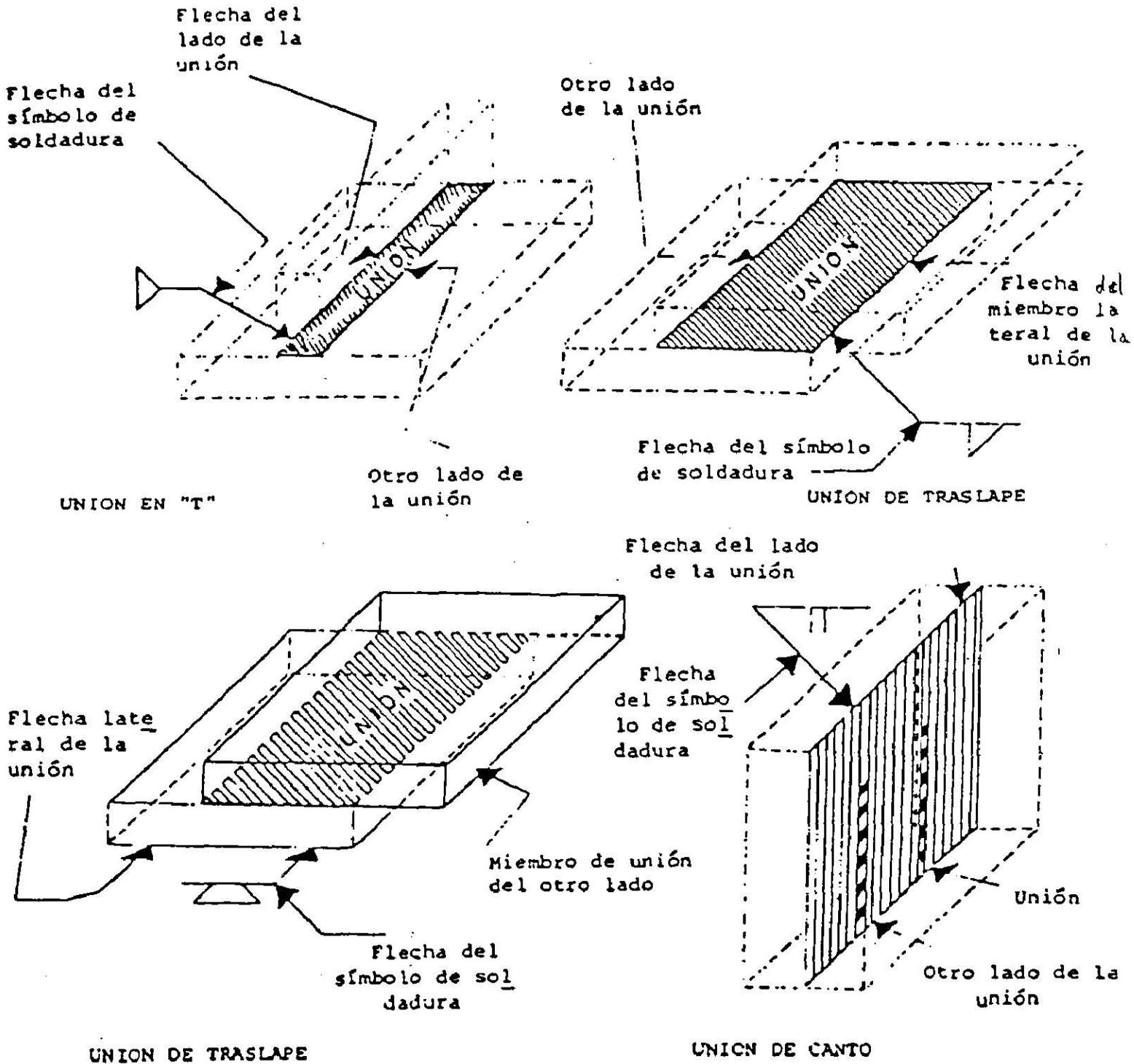


Figura #18  
CONTINUACION





## EFEECTO METALURGICO

El proceso de soldadura por arco eléctrico esta compuesto de tres fases, observándolo desde el punto de vista metalúrgico:

### PRIMERA FASE

Se produce la fusión de un pequeña zona del electrodo mediante el calor generado como consecuencia de:

- Los iones que ceden su energía cinética a la gota de metal fundido.
- Por el efecto de conducción y convección del calor, de los gases calentados a altas temperaturas en el espacio del arco.
- Por la reacción exotérmica que se verifica en la gota metálica.

### SEGUNDA FASE

El metal pasa del extremo del electrodo a la zona líquida formada por el metal base llamado también cráter, en este instante el arco tiende a extinguirse y la temperatura de los gases alrededor del cráter, disminuye.

### TERCERA FASE

El metal depositado se enfría y cristaliza en el metal base, dando lugar a la formación del cordón de soldadura.

## LA TRANSFERENCIA DEL METAL FUNDIDO

Este fenómeno conocido como TRANSFERENCIA es también denominado como EFECTO DE ESTRANGULAMIENTO y se basa en lo siguiente:

Si una corriente eléctrica de valor constante fluye por un conductor cilíndrico, la inducción del flujo magnético creado se encuentra en la periferia del conductor, decreciendo hasta cero, en el centro del conductor.

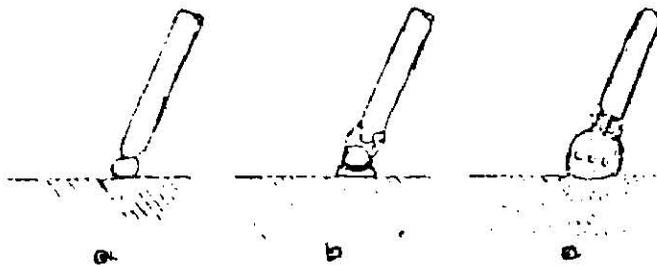
Debido a la tensión de las líneas magnéticas, el electrodo soporta un fuerza dirigida hacia el centro y la presión hidrostática de la gota de metal fundido, tendrá su máximo en el centro, provocando el denominado efecto de estrangulamiento.

El transporte de metal de aporte se debe a que en la base de la gota de metal fundido que esta en contacto con la parte sólida del electrodo, hay siempre una mayor presión hidrostática; y en virtud de que el metal fundido tiene cierta viscosidad, la garganta de la gota se reduce paulatinamente por el efecto de estrangulamiento hasta que por ultimo, se separa del extremo del electrodo.

La inestabilidad del arco confirma que en efecto la transferencia del metal fundido, se presenta en pequeños glóbulos.

Teóricamente se estima que la temperatura del arco fluctúa entre un rango de 2000 a 3000 °C, pero en condiciones reales de trabajo han llegado a ser entre los 3400 a 4000 °C.

Figura #20



## PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE SEGURIDAD EN LA SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO

Las normas de seguridad por arco eléctrico no son tan exageradas como las de la soldadura oxiacetilénica, ya que no emplea gases combustibles, pero si son lo necesariamente estrictas como para evitar cualquier accidente lamentable y enseguida veremos algo al respecto:

En la figura se muestra como la persona debe utilizar la ropa y el equipo de seguridad apropiado para la protección de el calor, chispas, luz y radiación que se desprenden al efectuar el proceso de soldar. Este equipo consta fundamentalmente de una careta con lentes claros de protección y oscuros, mangas, peto, polainas y guantes.

Figura #21

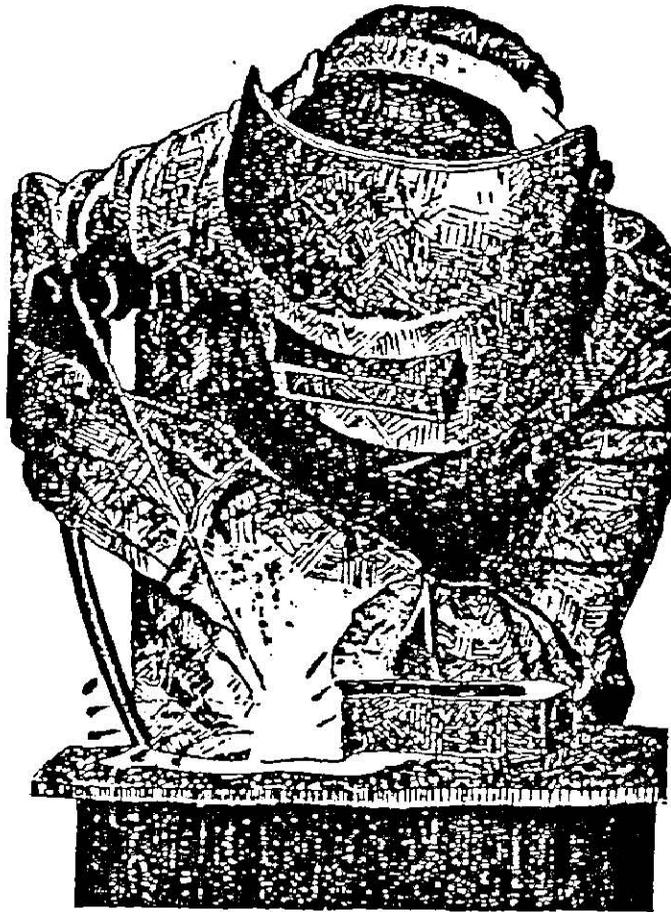


Figura #22

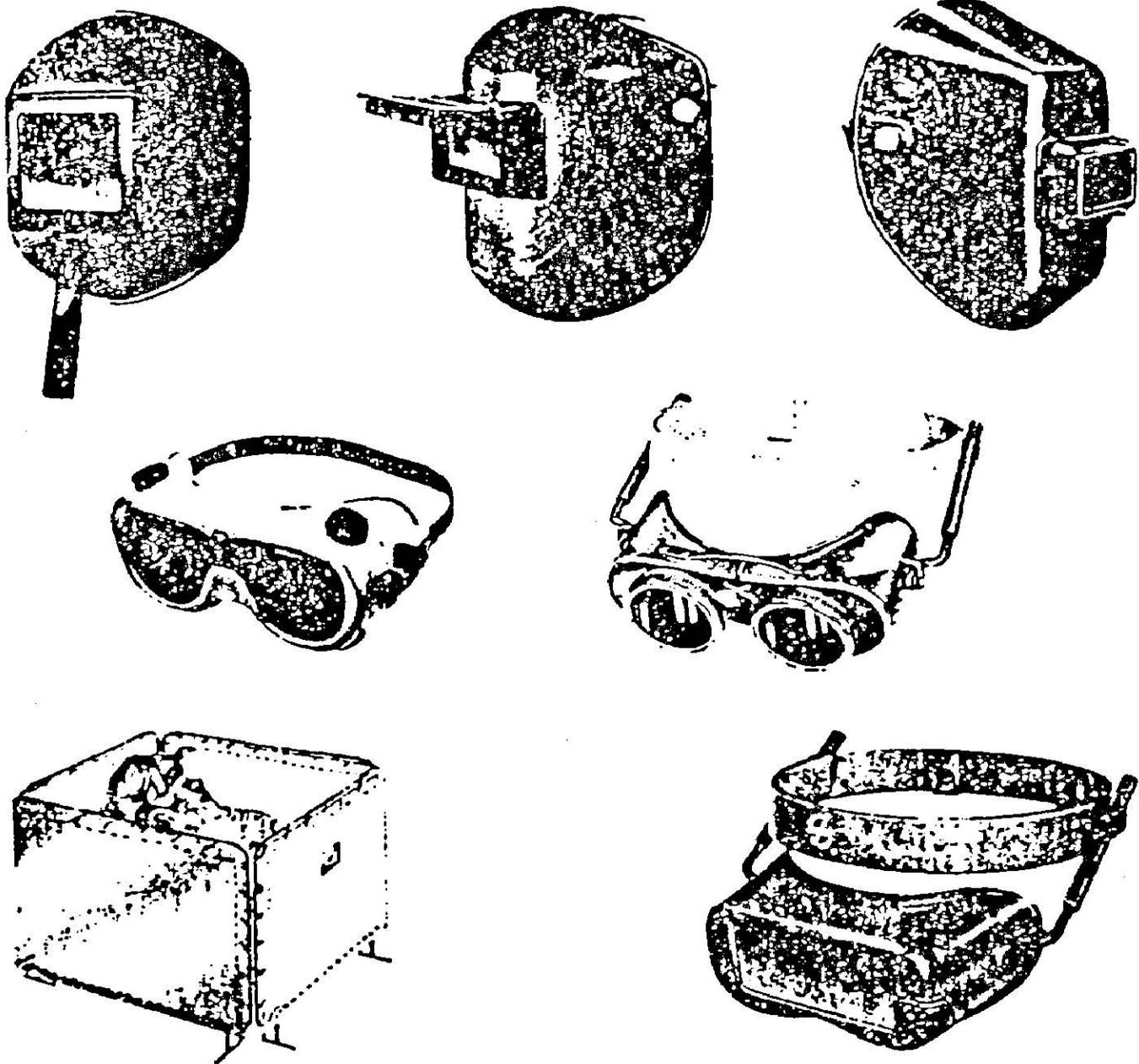
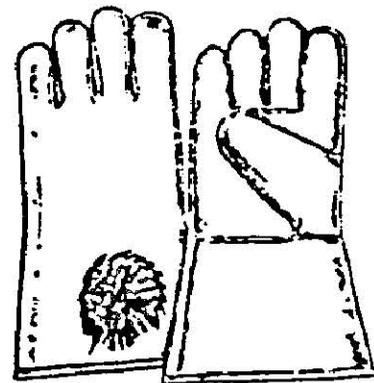
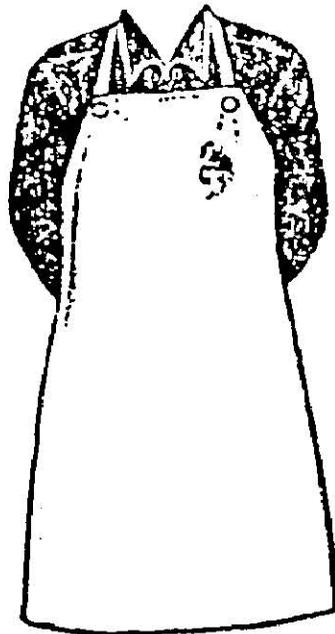
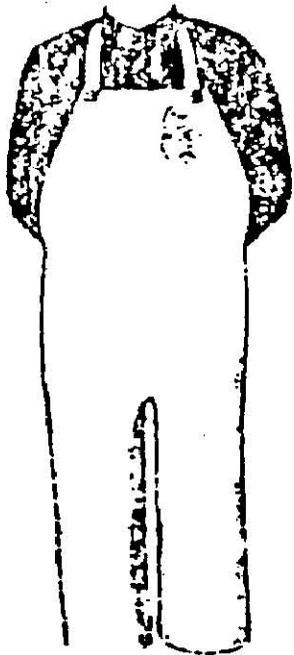
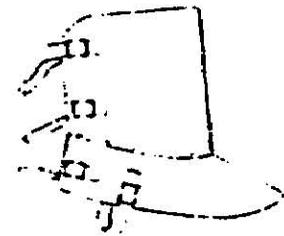
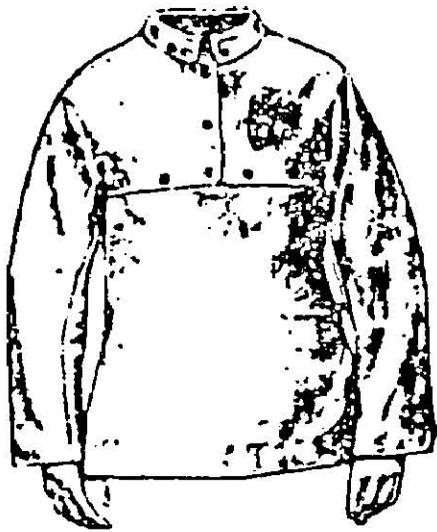


Figura #22  
CONTINUACION



### Algunas recomendaciones generales:

Colocar la maquina en lugares donde no se observa humedad o se caiga fácilmente

Trabajar a una distancia mínima de 2 mts. de donde se encuentra la fuente de poder.

Utilice siempre el casco o careta con lentes del grado correspondiente.

Antes de empezar a soldar examine el lente para ver si se encuentra en buenas condiciones.

Utilice siempre ropa resistente al fuego.

Antes de empezar a soldar, compruebe que las demás personas estén protegidas contra la luz que desprenda el arco.

Utilice ropa de color oscuro, pues el color claro refleja el arco.

Mantenga las mangas de la camisa bajadas hasta el puño y abotone todo el frente hasta el cuello.

Apague la máquina cuando no este en uso.

No deje el electrodo en el porta electrodo

En caso de utilizar gafas, asegurarse que estas cuenten con protectores laterales contra deslumbramientos.

Compruebe que la pieza, el banco de trabajo o ambos estén conectados a tierra.

No realice conexiones a tierra en ninguna tubería.

No sobrecargue los cables.

Nunca forme el arco sobre un cilindro de gas comprimido.

Informe de inmediato si sufre algún deslumbramiento.

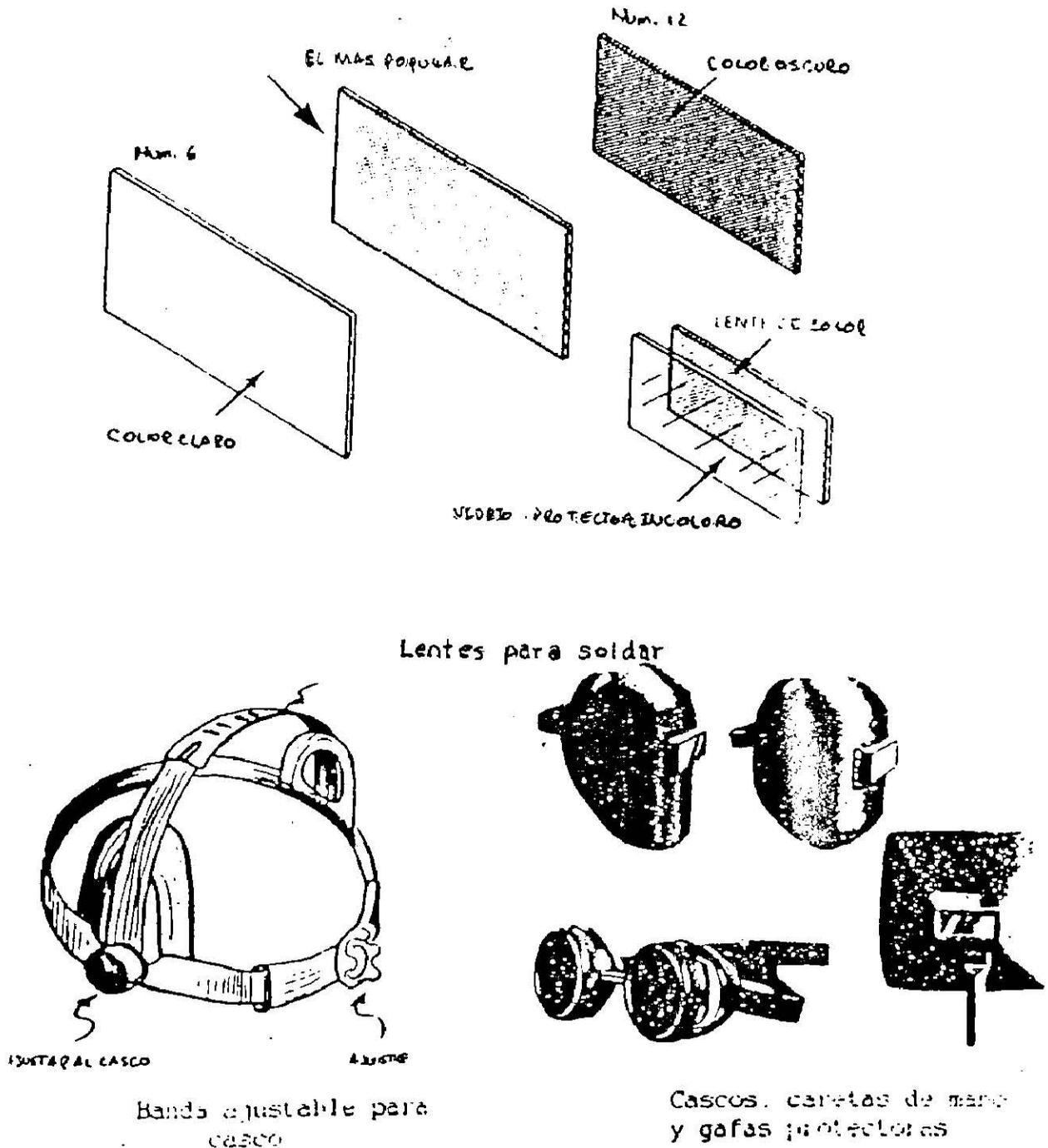
Procure colocar los cabos de los electrodos en un recipiente metálico por separado, no los tire al suelo.

No cambie de polaridad al estar utilizando la máquina de soldar.

No haga funcionar una máquina de soldar movida por un motos de combustión interna, sin antes comprobar que se tenga suficiente ventilación y descarga de los gases de escape.

Como se puede apreciar la lista de recomendaciones es larga y se pudiera alargar aun más, pero si uno tratara de hacerla lo mejor posible se tendría que hacer un capítulo para esto, aunque normalmente se supone que la persona que va utilizar el equipo de soldar ya tiene los conocimientos básicos, por ende que solo se toman algunas recomendaciones para tratar de hacer un pequeño reglamento de uso del equipo de soldar por arco eléctrico. A continuación se muestran algunos otros dibujos del equipo de seguridad para complementar un poco lo anterior.

Figura #23



## FUNDAMENTOS BASICOS DE LA OPERACION DE SOLDAR

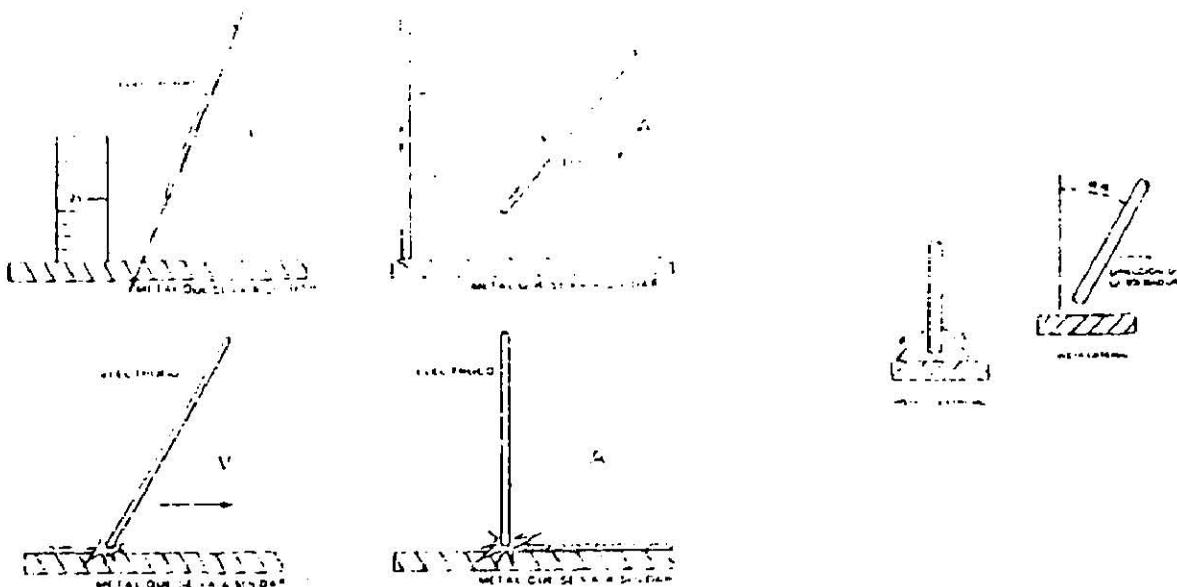
### REGLAS BASICAS PARA UNA SOLDADURA ACEPTABLE.

Existen cuatro puntos básicos que un supervisor, instructor o soldadores deben de observar al trabajar con soldadura de arco. A estos puntos se les llama reglas básicas y enseguida se hablara de ellas.

**LONGITUD DEL ARCO:** La longitud del arco es la distancia entre el electrodo y el metal que se pretende soldar. Se debe mantener a la distancia correcta, la cual es al hacer arco de 3 mm. o 1/8 plg.

**ANGULO DEL ELECTRODO:** El electrodo se debe mantener en el ángulo durante la soldadura, como se muestra en la siguiente figura.

Figura #24



**VELOCIDAD DEL ELECTRODO:** Esta velocidad se debe mantener constante conforma se va soldando para que se pueda realizar un buen cordón de soldadura.

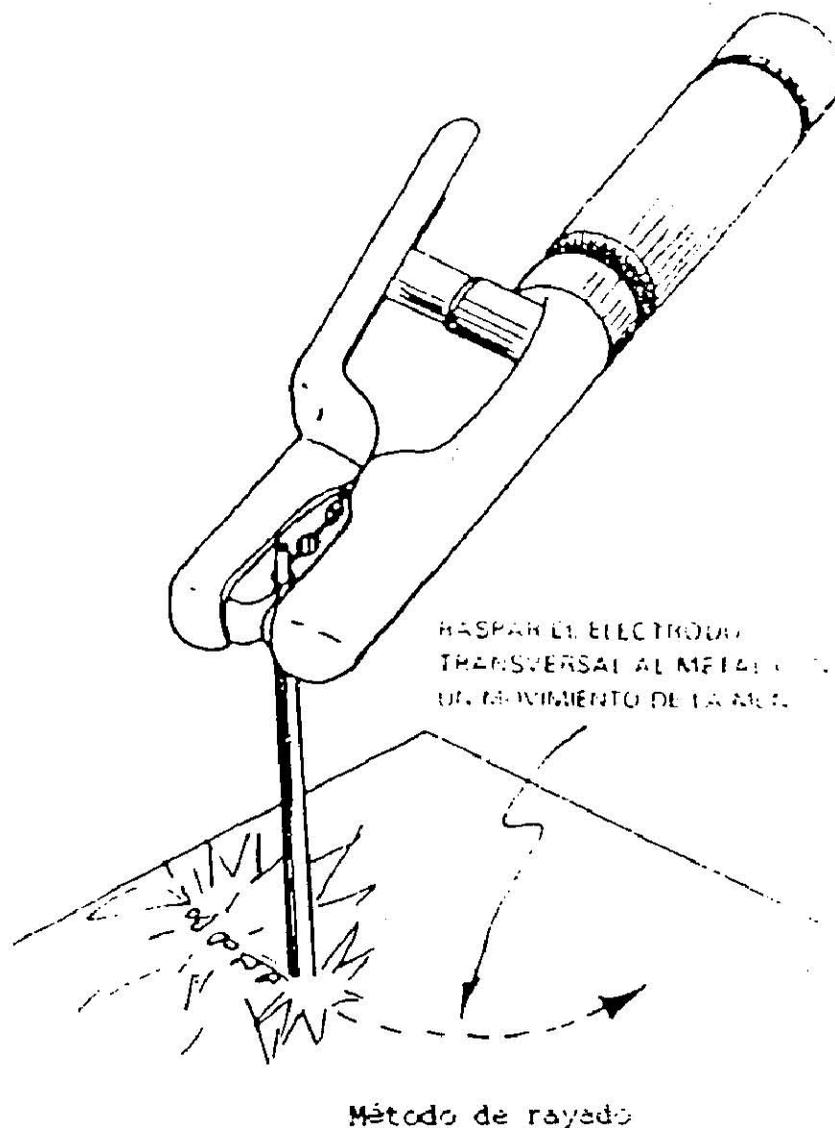
**AMPERAJE:** Una mala utilización de este amperaje o calor, nos produciría una soldadura deficiente.

## FORMACION DEL ARCO

Formar el arco significa tocar el metal que se va a soldar con electrodo para formar un arco eléctrico. Se utilizan dos métodos:

**METODO DE RAYADO:** Este método se puede decir que es similar al movimiento que nosotros realizamos para encender un fósforo, pero en este caso sería como si fuese un fósforo gigante.

Figura #25

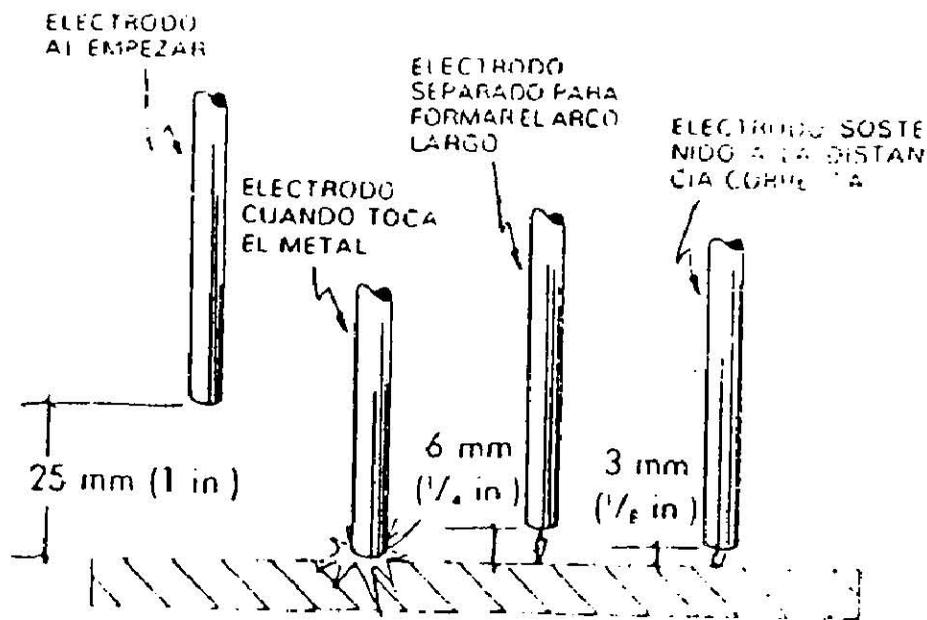


A continuación se explicara un poco más a detalle el procedimiento utilizado para el método de rayado.

- Compruebe que la grapa para tierra este bien conectada.
- Use su respectiva ropa y equipo de seguridad.
- Debe asegurarse de que el metal se encuentre libre de óxido y mugre.
- Obtenga electrodos para el determinado tipo de trabajo a realizar.
- Ajuste la maquina al amperaje correspondiente.
- Trate de empuñar el electrodo en una forma cómoda y tome la posición correcta para soldar.
- Sostenga el electrodo 25 mm. 0 1 plg. por encima del metal que se va a soldar.
- El electrodo debe estar perpendicular con el metal e inclinado de 20° a 30° en la dirección del movimiento.
- Arranque la máquina.
- Para formar el arco, arrastre o frote el electrodo con rapidez y suavidad sobre el metal que se va a soldar, utilizando solo el movimiento de la muñeca.
- Si se forma correctamente el arco, se producirá una centella de luz.
- Separe el electrodo unos 6 mm. o ¼ plg. Mantenga esa distancia de uno a dos segundos; luego baje el electrodo hasta que quede a 3 mm. o 1/8 plg. del metal que se va a soldar.

**METODO DE GOLPEADO:** Este método como su nombre lo indica se realiza con dos pequeños golpes suaves en sentido vertical.

Figura #26



Método de golpeado.

En este método se puede decir que son los mismos pasos que en los del anterior, excepto por el paso en se dice que el electrodo se arrastra o se frota con rapidez con el metal que se va soldar.

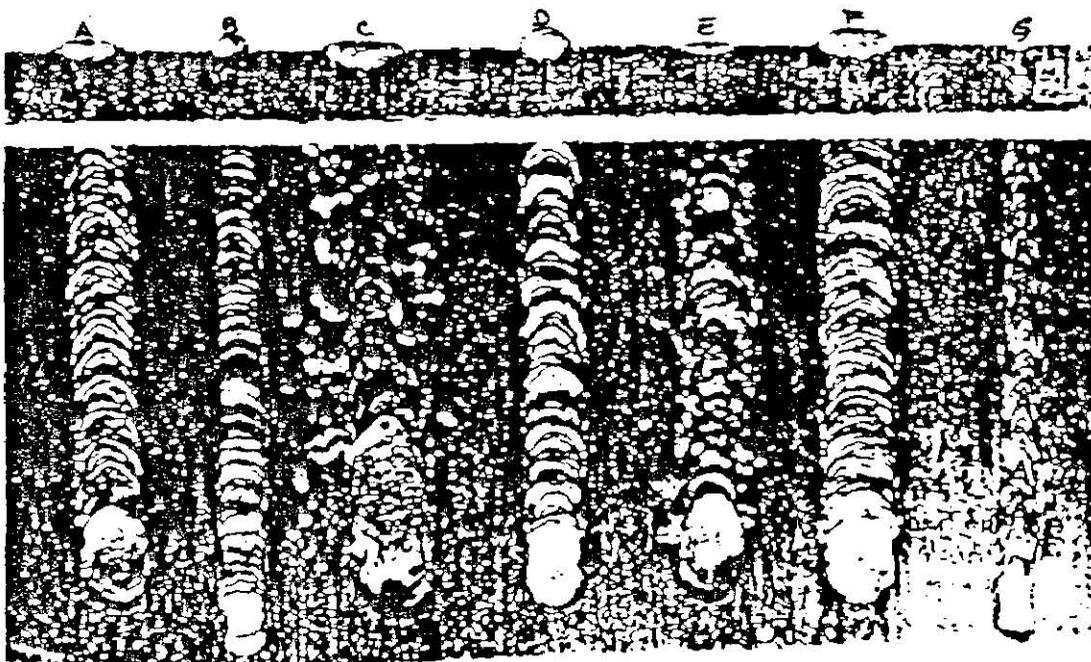
## DEPOSITO DEL CORDON.

Como se puede apreciar en la figura #27 se muestran varios tipos de cordones y se puede apreciar que son algo parecido, pero en el ámbito de la soldadura se les describe de la siguiente forma:

- A. Un buen cordón con un buen amperaje y velocidad.
- B. Un cordón aceptable, pero con muy bajo amperaje.
- C. Un cordón deficiente ya que el amperaje fue excesivo.
- D. Un cordón aceptable ya que el amperaje fue muy bajo e hizo que el metal de la soldadura se acumulara en el metal que se soldó.
- E. Un cordón deficiente ya que también en este caso se utilizó una corriente incorrecta.
- F. Un buen cordón, pero la velocidad de avance fue muy baja. Obsérvese que el cordón esta muy ancho y muy alto.
- G. Un cordón deficiente ya que el amperaje estaba correcto, pero la velocidad de avance fue muy alta.

Como se pudo observar en los comentarios anteriores respecto al acabado de los diferentes cordones de soldadura, un buen acabado se logra con la practica, así que no hay porque preocuparse si a uno le sale muy alto o muy gordo el cordón, siempre y cuando primero se practique en pedazo de metal y no ya en trabajo verdadero, y así de esta forma y con un poco de practica se podrá alcanzar un buen acabado en los cordones de soldadura.

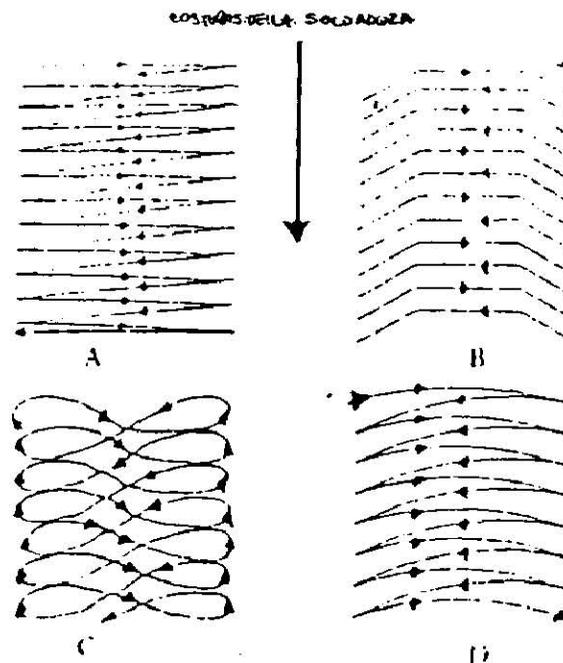
Figura #27



## MOVIMIENTOS DE COSTURA

Cuando se deposita el metal de soldadura, a menudo es deseable hacer una soldadura más ancha que un cordón sencillo. Para esto se mueve el cordón hacia el frente con movimiento de oscilación o vaivén, a lo largo de la línea de soldadura. De los movimientos que se muestran en la figura #16, el tipo "A" es el más común.

Figura #28



Cualquier movimiento que se aplique debe de ser uniforme. Si el de costura o "tejido" no es uniforme ni está bastante cerrado, el resultado será una fusión deficiente y la escoria quedara atrapada entre las soldaduras.

## SOLDADURA Y CORTE OXIACETILENICO

### EQUIPO

El equipo para corte y soldadura es muy diverso, debido a la variación en los diversos diseños de los diferentes fabricantes en estos equipos, pero se generaliza mencionando a los accesorios y aditamentos mas comunes. Un equipo completo para corte y soldadura consta de lo siguiente:

#### CILINDROS

#### REGULADORES DE PRESION

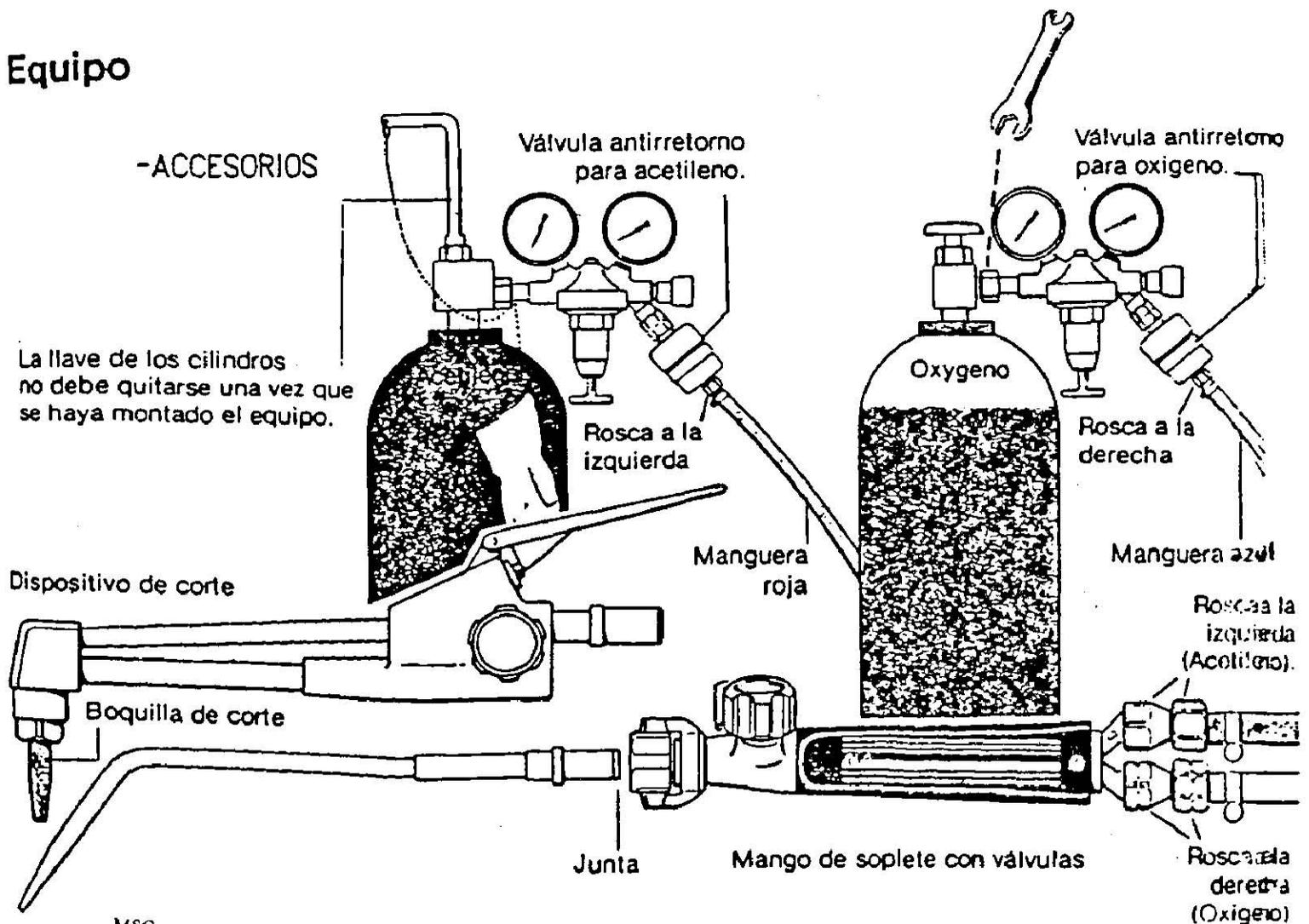
#### MANGUERAS

#### SOPLETES

MANERALES  
MEZCLADORES  
BOQUILLAS  
PARA SOLDADURA  
BOQUILLAS PARA CORTE

Figura #1

### Equipo



## CILINDROS

Se les da el nombre comúnmente de cilindros a los tanques en los que se almacenan los gases a presión. Sin embargo, al acetileno se le denomina acumulador debido a las características que este presenta, las cuales veremos más adelante.

La secretaria de industria y comercio, codificó con colores con diferentes gases, y estableció como norma pintar un 25 % de la altura del tanque con su color distintivo tomando en cuenta que los recipientes que contengan dos o más gases también abarcara un 25 % de la altura del tanque quitándolo con los colores distintivos de los gases predominando el cuya proporción era mayor. el 75 % restante deberá estar pintado del color distintivo de la compañía fabricante.

A continuación se muestra una tabla con la identificación actual de los recipientes para gases a presión.

Colores Para La Identificación de Recipientes Para Gases A Presión

COLOR DISTINTIVO	CLASE DE GAS	GAS O MEZCLA	TONALIDAD DEL COLOR DISTINTIVO
Rojo	Combustibles	Hidrogeno Etileno Acetileno Ciclopropano	Rojo Bermellón Guinda Rojo Oxido Anaranjado
Verde	Comburentes	Oxigeno Oxido Nitroso	Verde Nilo Verde Botella
Azul	Inertes	Bióxido de Carbono Nitrógeno Argón Helio	Azul Celeste Azul Marino Azul Turquesa Azul Rey
Blanco	Aire		

## CILINDRO DE OXIGENO

Este tanque debido a las altas presiones que resiste se construye con acero de alta resistencia y sin costuras, por lo cual su construcción es a base de forja. Por norma el color del tanque debe de ser verde Nilo, sin embargo, en algunas ocasiones se encuentra en color azul. Su entrada para la conexión del regulador es de tipo "MACHO".

El cilindro de oxígeno se diferencia del cilindro de acetileno por ser más alto y más angosto. A continuación se especifica las medidas, capacidad, peso y presión de los diferentes tanques que existen para el almacenamiento de oxígeno.

Los fabricantes de gases tienen tres tipos de tanques para almacenar oxígeno y son:

El que tiene una capacidad de  $6.343 \text{ m}^3$  ( $224 \text{ ft}^3$ ) cuyas dimensiones son: 1.42 m (56 plg) de altura y 22.8 cm (9 plg) de diámetro. Este tanque pesa aproximadamente 68.946 kg (152 lb) lleno y 60.27 kg (133 lb) vacío.

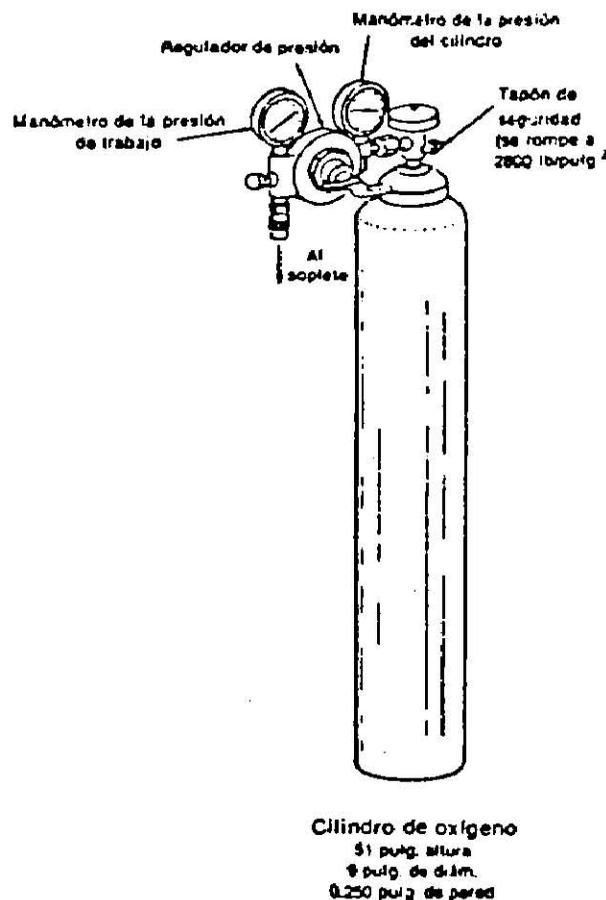
El de  $3.45 \text{ m}^3$  ( $122 \text{ ft}^3$ ) de capacidad, 1.22 m (48 plg) de altura y 17.7 cm (7 plg) de diámetro. Este tanque pesa aproximadamente 40.369 kg (89 lb) lleno y 35.833 kg (79 lb) vacío.

El de  $2.265 \text{ m}^3$  ( $80 \text{ Ft}^3$ ) de capacidad, 0.889 m (35 plg) de altura y 17.7 cm (7 plg) de diámetro. Este tanque pesa aproximadamente 30.390 kg (67 lb) lleno y 27.215 kg (60 lb) vacío.

NOTA: Las dimensiones de su altura incluye el casquillo protector de la válvula

Todos estos tanques tienen una presión de  $154.67 \text{ kg/cm}^2$  ( $2202 \text{ lb/plg}^2$ ) a una temperatura de  $21.1^\circ\text{C}$  ( $70^\circ\text{F}$ ) que es la temperatura promedio del medio ambiente.

Figura #2

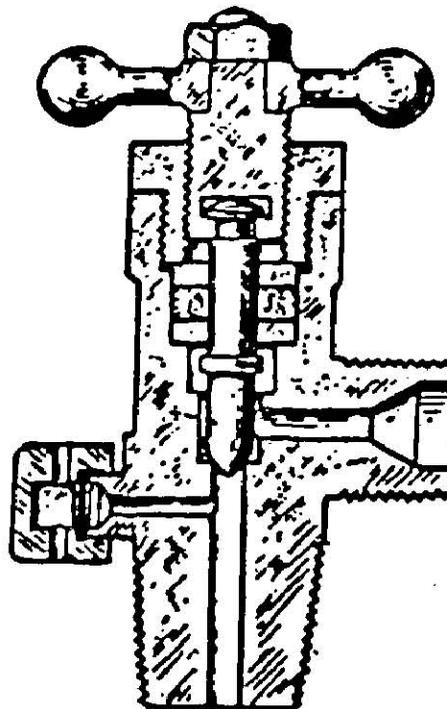
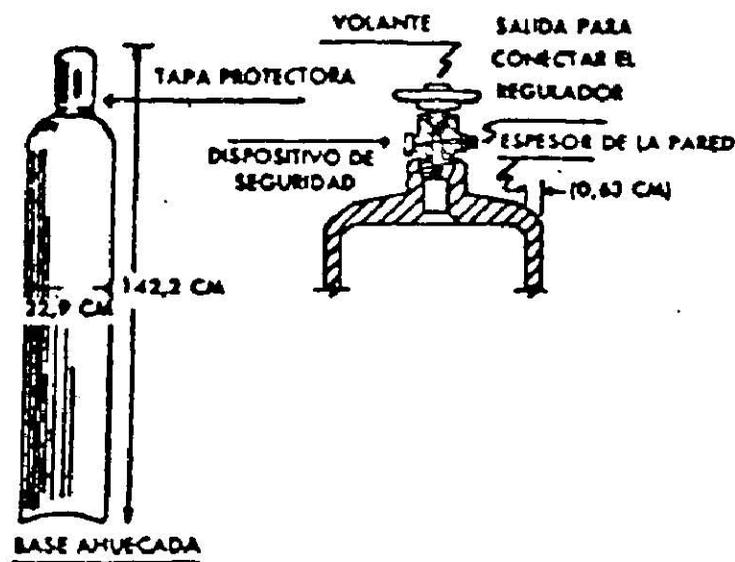


## VALVULAS

Los tanques de oxígeno tienen en la parte superior una válvula especialmente diseñada para soportar altas presiones. Esta válvula cuenta con dispositivo de seguridad que está localizado en el lado opuesto a la conexión del regulador, este dispositivo de seguridad tiene forma de tuerca hexagonal con pequeños orificios. Detrás de esta tuerca hexagonal, se encuentran unas laminas calibradas que se rompen cuando la presión del gas aumenta, dejando así escapar al gas.

Cuando se vaya a trabajar esta válvula, se debe abrir por completo para, permitir el flujo libre del gas.

Figura #3

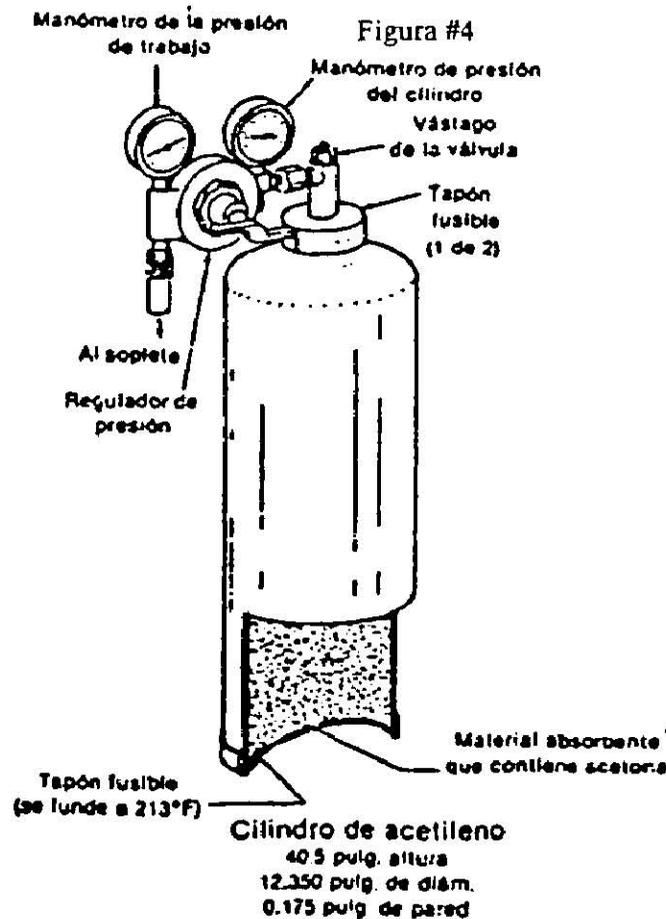


Para la protección de esta válvula, se cuenta con una tapa que se atornilla al anillo del cuello del cilindro.

### CILINDRO DE ACETILENO

Este tanque a diferencia que el de oxígeno se puede construir por costuras ya que no va a ser sometido a altas presiones. Este tanque se diferencia del tanque de oxígeno por ser más ancho.

La construcción de este tanque es totalmente diferente a la construcción del tanque de oxígeno, está construido por medio de costuras y en el interior del tanque tiene una capa porosa construida a base de asbesto, cemento y carbón, en los diminutos poros de dicha capa se encuentra acetona, la cual tiene la propiedad de absorber un volumen de acetileno mucho mayor que el suyo propio, razón por la cual al cilindro de acetileno se le llama acumulador.



Por norma el color del tanque debe ser rojo oxido, sin embargo en algunos casos se encuentra de color anaranjado.

Las medidas más comunes en los acumuladores son las siguientes:

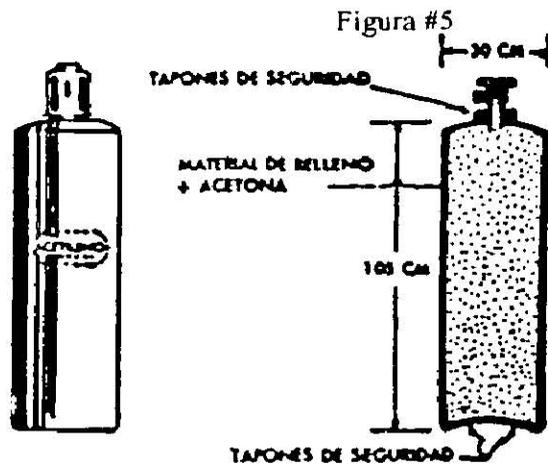
Tiene de altura 100 cm (39.37 plg) o 105 cm (41.34 plg), en ambos casos tienen un diámetro de 30 cm (11.81 plg).

Los cilindros de acetileno dependiendo de sus medidas tienen una capacidad aforada de 1.699 m<sup>3</sup> (60 ft<sup>3</sup>), 2.83 m<sup>3</sup> (100 ft<sup>3</sup>) o 8.49 m<sup>3</sup> (300 ft<sup>3</sup>), cuyos pesos aproximados son:

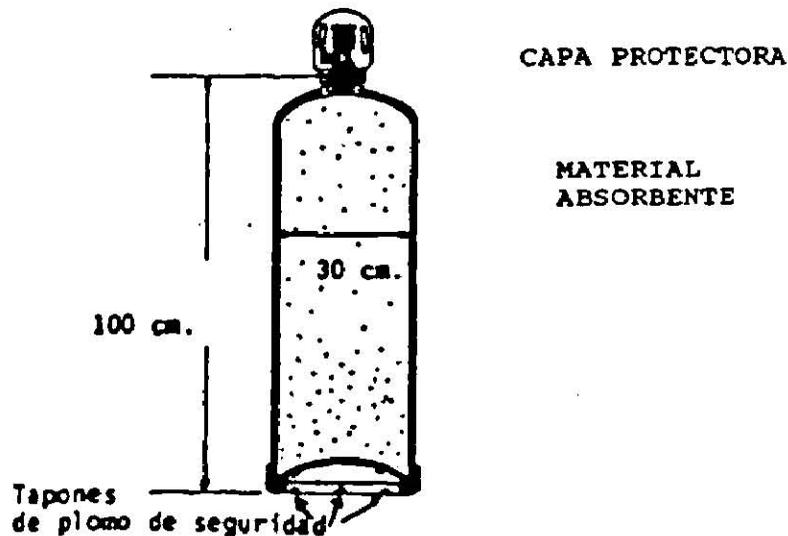
CAPACIDAD DEL TANQUE	PESO EN KG (LB) LLENO	PESO EN KG (LB) VACIO
1.699 m <sup>3</sup>	24.947 kg (55 lb)	23.133 kg (51 lb)
2.83 m <sup>3</sup>	43.998 kg (97 lb)	40.823 kg (91 lb)
8.49 m <sup>3</sup>	108.862 kg (240 lb)	1010.151 kg (223 lb)

Es preciso que la capacidad real de los tanques quede por debajo de la capacidad aforada teniendo un promedio de capacidad real de 5.6 m<sup>3</sup> (197.736 ft<sup>3</sup>).

A la presión a la que se debe de envasar el acetileno es por norma 1.06 kg/cm<sup>2</sup> (15.07 lb/plg<sup>2</sup>), no obstante, debido a la capa porosa con acetona que existe adentro del cilindro se llega a comprimir el acetileno hasta 17 kg/cm<sup>2</sup> (241.79 lb/plg<sup>2</sup>) de 8 m<sup>3</sup> (282.48 ft<sup>3</sup>).



CILINDRO DE ACETILENO



## VALVULAS

Ya que el acumulador de acetileno no es sometido a altas presiones, la construcción de su válvula es mucho más sencilla, esta válvula se abre por medio de una llave de cuadro, la cual debe estar colocada en su lugar, la válvula solo se debe girar vuelta y media.

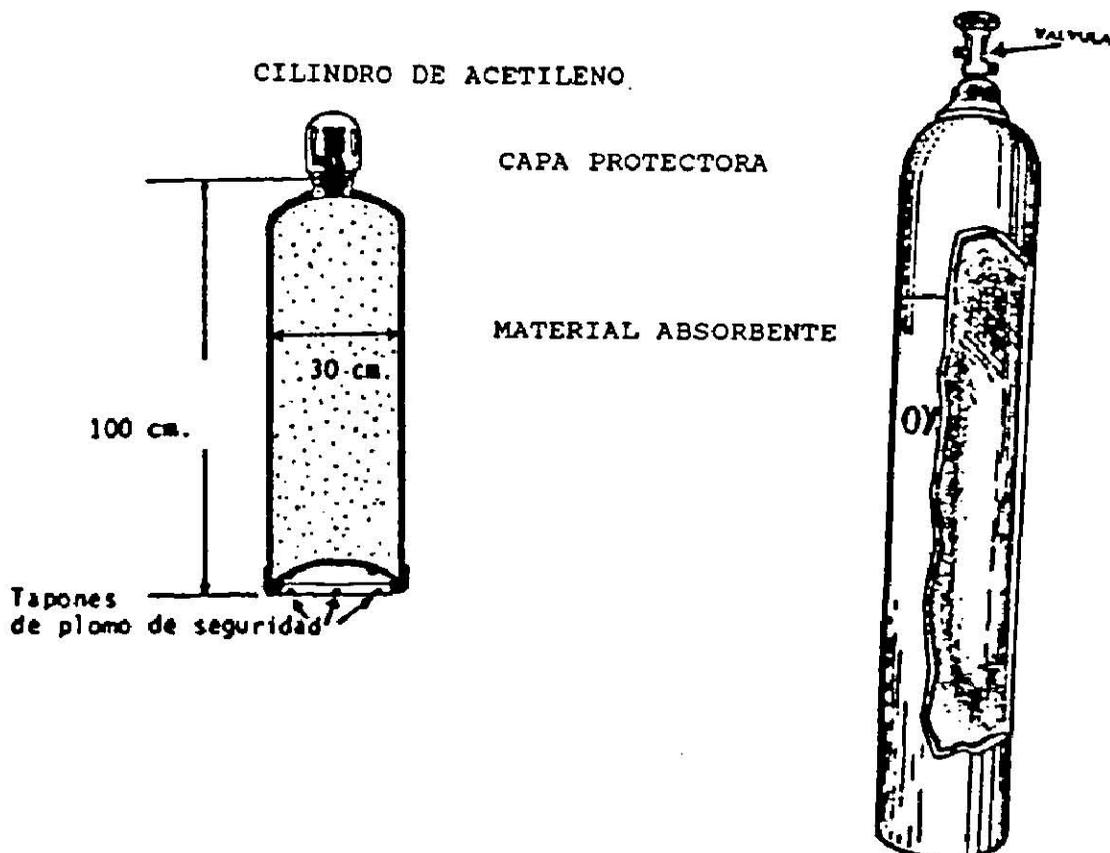
Al igual que en el tanque de oxígeno el de acetileno cuenta con una tapa protectora que se atornilla al anillo del cuello del cilindro.

## TAPONES DE SEGURIDAD

Son bornes de plomo que se encuentran en la parte superior e inferior, tanto en el cilindro de oxígeno como en el de acetileno, estos bornes están hechos de un tipo especial de plomo que se funde a  $104^{\circ}\text{C}$ .

Si por algún motivo la flama oxiacetilénica que tiene una temperatura aproximada de  $3,000^{\circ}\text{C}$  se llega a dirigir a los cilindros, los tapones de seguridad se fundirán dejando escapar el gas.

Figura #6



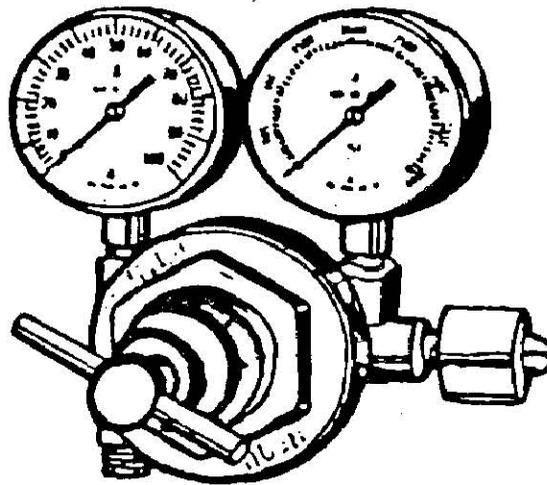
## INDICADORES DE ALTA PRESION

Estos nos marcan la presión existente en el tanque, por tanto tendrán una mayor graduación de presión.

## INDICADORES DE BAJA PRESION

Estos nos indican la presión que existe en la cámara de gas, misma con la que se va a trabajar, estos indicadores tienen una graduación de presión mucho menor.

Figura #7



## MANGUERAS

Las mangueras son diseñadas especialmente para el uso rudo y para soportar relativamente altas presiones, la longitud de estas no está establecido ya que varía dependiendo de los trabajos que se vayan a llevar a cabo. Existen tres diferentes diámetros de mangueras, estos son, 4.8 mm, 6.4 mm y 12.7 mm.

Así como en los tanques existen colores de identificación en algunas mangueras, designando el color verde a las de oxígeno y de color rojo a las de acetileno.

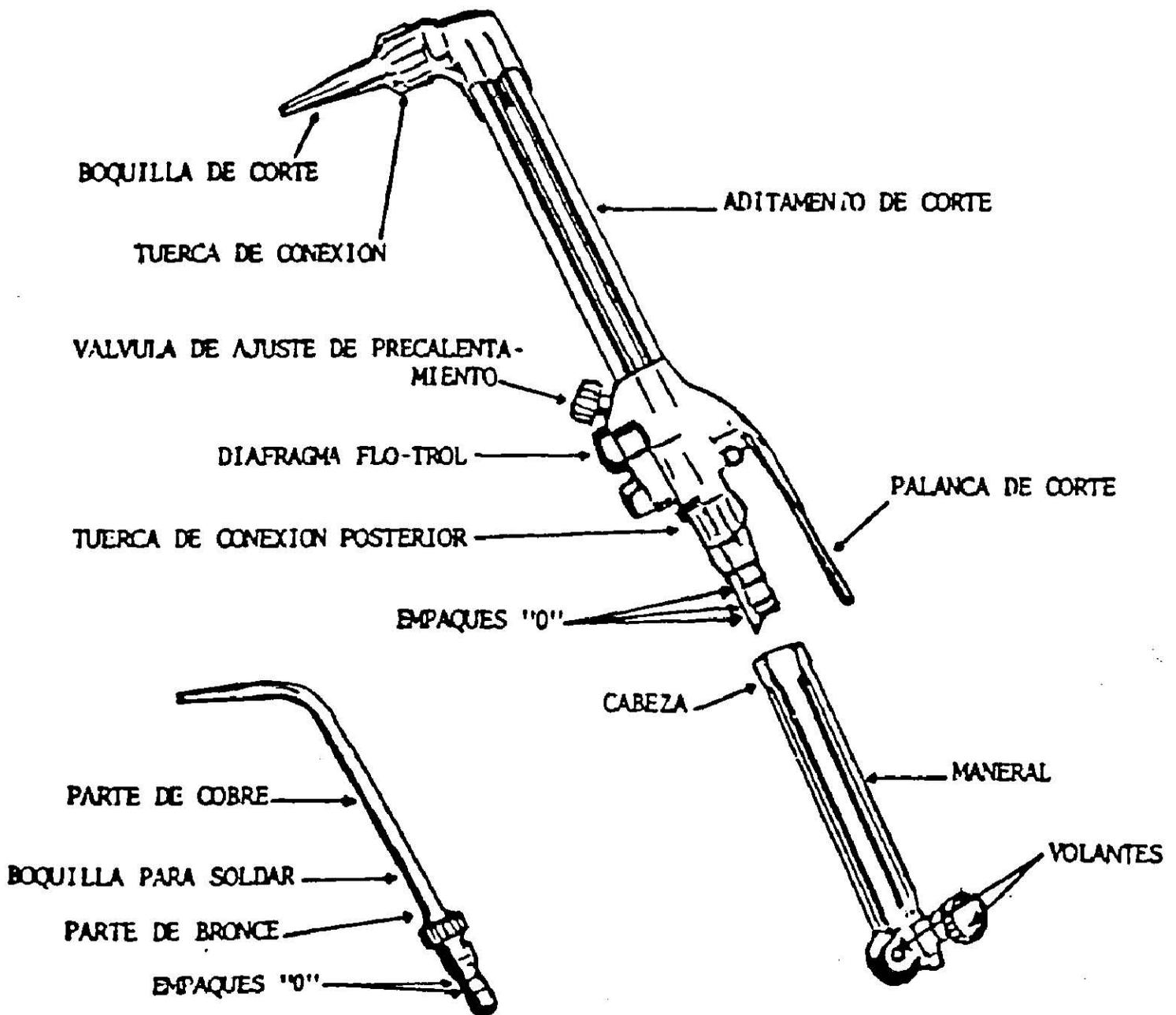
Es preciso indicar que las tuercas de acople de las mangueras (conexiones al regulador y al soplete) son de rosca derecha para las de oxígeno y de rosca izquierda para las de acetileno, esto se hace para evitar posibles equivocaciones.

## SOPLETE

Como se ilustra en la siguiente figura, el soplete para soldadura esta compuesto por un maneral o cuerpo, un mezclador o una boquilla, este soplete es muy versátil, ya que con un simple cambio de aditamentos se convierte en soplete para corte, el soplete para corte consta de un maneral o cuerpo de un mezclador, mismo que se utilizan para el soplete para soldar, de un aditamento para corte, el cual tiene una entrada adicional de oxígeno y boquillas especiales para corte.

Figura #8

## SOPLETE



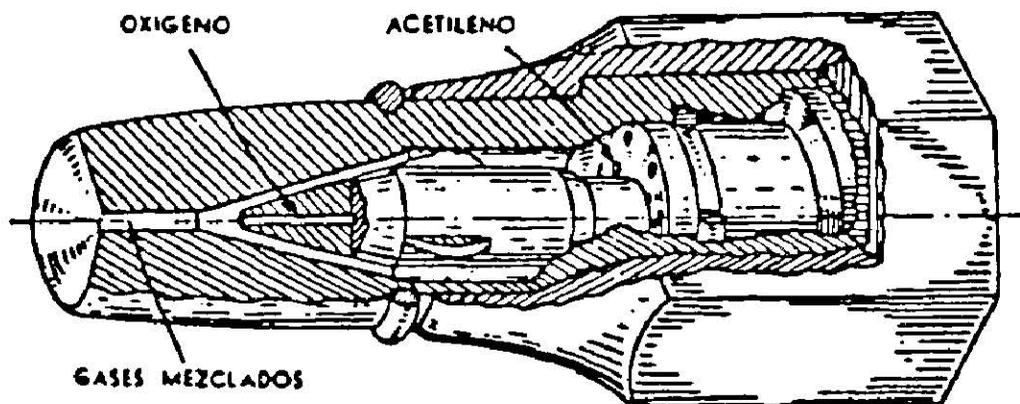
## MANERALES

Como se aprecia en la figura anterior es la parte de donde se va a sujetar el soplete, también se llama "cuerpo" y está diseñado especialmente para evitar que al operador se le resbale.

## MEZCLADORES

Los mezcladores son accesorios que nos sirven para mezclar al oxígeno con el acetileno, y mandarlos a la boquilla una vez ya mezclados. En la siguiente figura se muestra un corte de un mezclador.

Figura #9

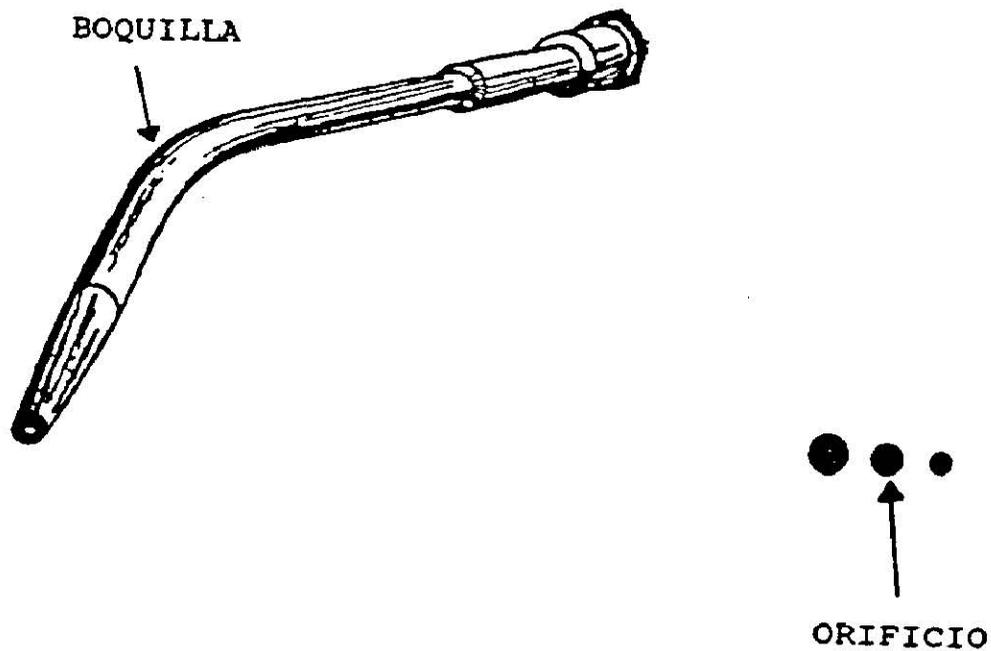


Como el oxígeno sale por la punta del inyector a velocidad relativamente alta, arrastra en su corriente la cantidad adecuada de acetileno. El oxígeno y el acetileno se mezclan totalmente antes de salir por la punta del soplete.

## BOQUILLAS PARA SOLDAR

Las boquillas para soldadura están hechas en cobre y tienen la función de dirigir la mezcla de los gases a la zona de trabajo.

Figura #10



El diámetro de las boquillas varían de acuerdo al espesor del material que se va a soldar, la selección de los diámetros de las boquillas esta en función del espesor del material por calentarse o precalentarse.

## PROCESO DE CORTE OXIACETILENICO

### PRINCIPIO FUNDAMENTAL

En el proceso de corte el principio fundamental es la oxidación de un metal por medio de un chorro de oxígeno, la forma en que se lleva a cabo la oxidación es la siguiente.

Se calienta el metal a cortar con una flama de corte, compuesta por cuatro o más dardos concéntricos, hasta llegar a un punto próximo al de fusión, aplicando en el momento un chorro de oxígeno con el metal al rojo vivo se produce una reacción química quedando el metal cortado en forma de escoria y siendo expulsado por la presión del gas.

Este corte solo se puede llevar a cabo en metales ferrosos, ya que los metales no ferrosos no se oxidan y cuando lo llegan a hacer se forma una capa de oxido refractaria que lo protege aun más contra la oxidación, un ejemplo típico de este caso lo es el cobre, el acero inoxidable, el aluminio, etc.

Sucede algo semejante con el hierro colado, este material contiene en su estructura interna de carbón grafitado el cual es refractario, este carbón grafitado evita calentar uniformemente las capas de grano del metal y por lo tanto el corte uniforme de este.

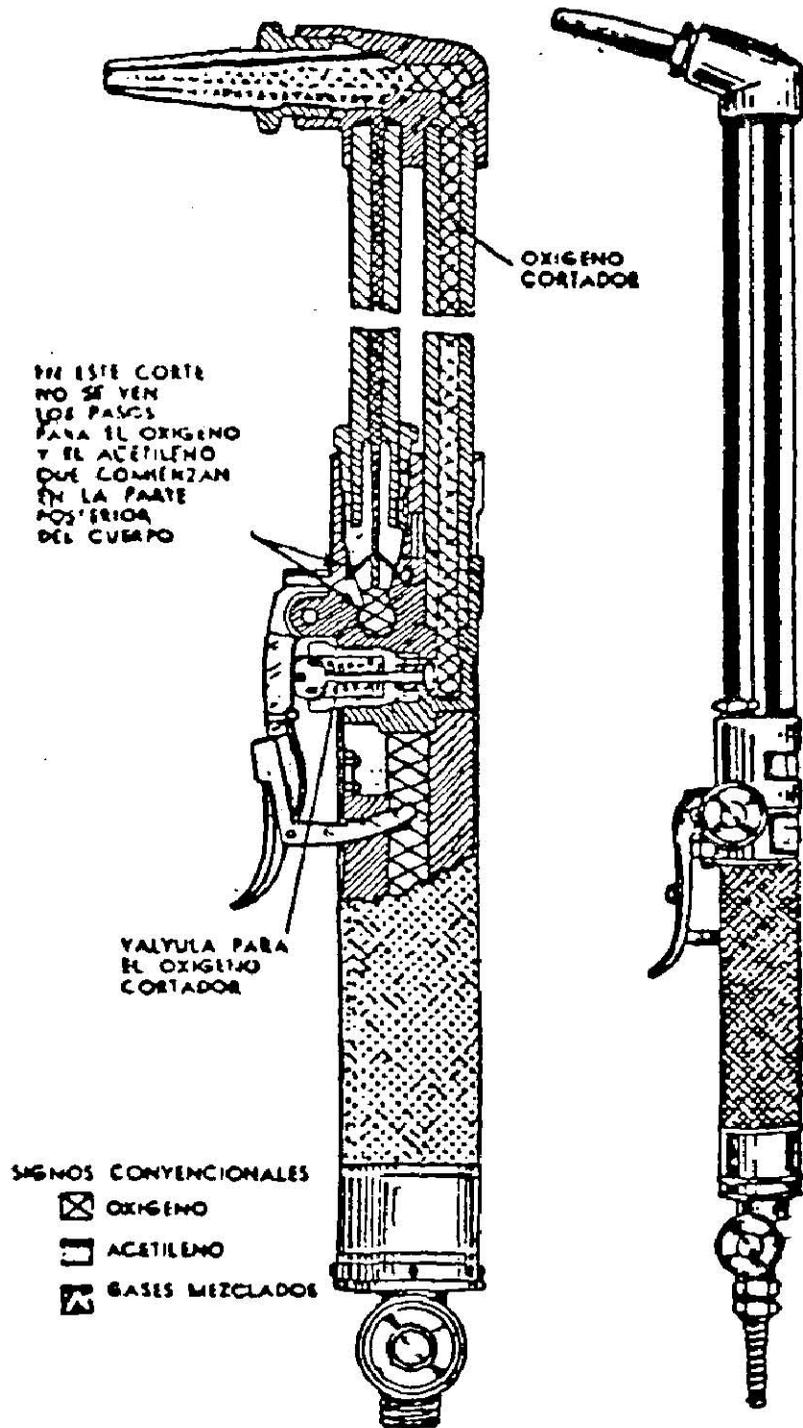
Es necesario indicar que existen sopletes para corte en las que no se pueden cambiar sus partes componentes, así como también existen dos tipos de soplete ya sea para corte o soldadura y son:

### EL TIPO INYECTOR

### EL TIPO DE PRESION MEDIA

Figura #11

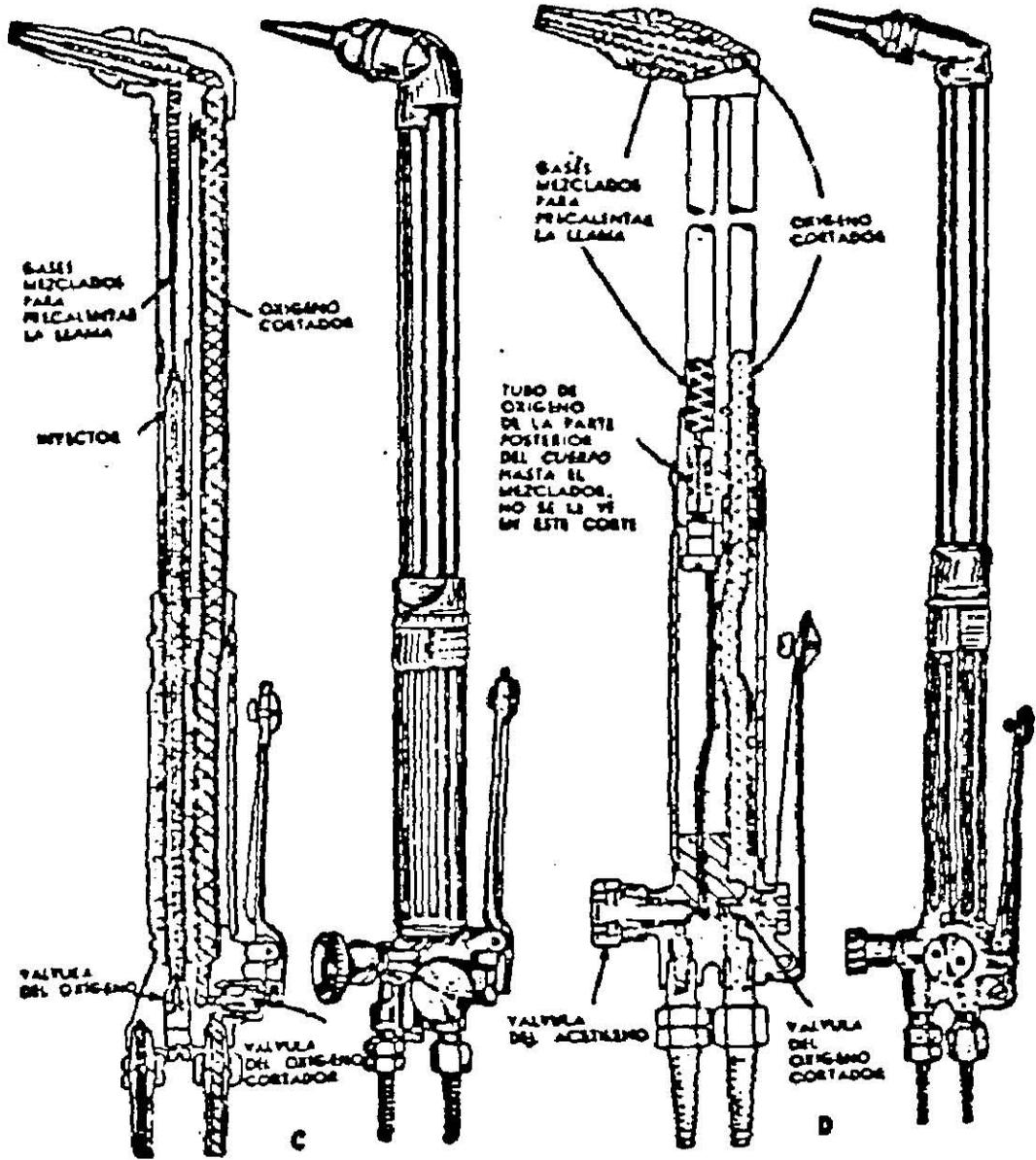
TIPOS DE SOPLETE



EL SOPLETE CORTADOR TIPO PUROX "E" UTILIZA UN MEZCLADOR DE PRESION COMPENSADA, LO MISMO QUE LOS SOPLETES SOLDADORES DEL MISMO TIPO.

Figura #11

TIPOS DE SOPLETE  
CONTINUACION



SIGNOS CONVENCIONALES

OXIGENO

ACETILENO

GASES MEZCLADOS

(C) Sopleto cortador tipico, tipo inyector. (D) Sopleto cortador tipico, tipo provista intermedia.

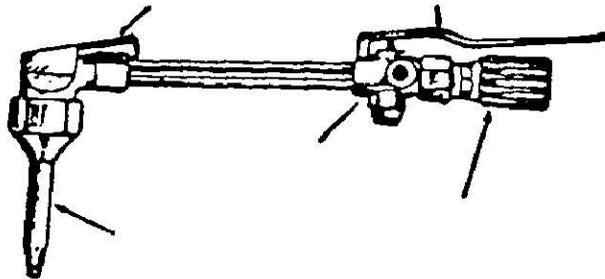
**ADITAMENTOS DE CORTE**

Son conexiones que se adaptan al maneral del soplete convirtiéndolo así en soplete de corte, estos aditamentos tienen una válvula y un conducto adicional para la alimentación directa de oxígeno que va hasta la boquilla.

Figura #12

TOBERA MEZCLADORA-  
DONDE SE MEZCLAN-  
LOS GASES PRECALENTADORES

PALANCA DE OXIGENO.  
PARA CORTE



VALVULA DE AJUSTE-  
DEL OXIGENO DE-  
PRECALENTAMIENTO

TUERCA DE UNION-  
DE LA TOBERA CON  
EL MANDO

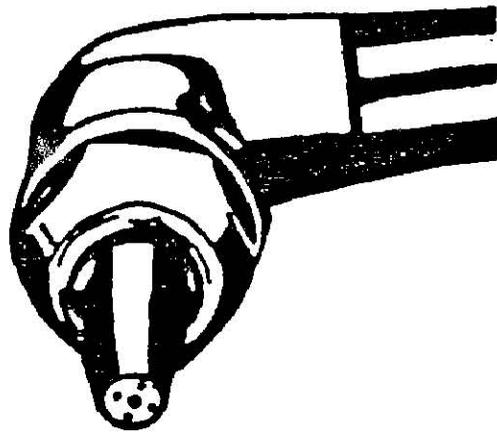
TOBERA DE CORTE

## BOQUILLAS PARA CORTE

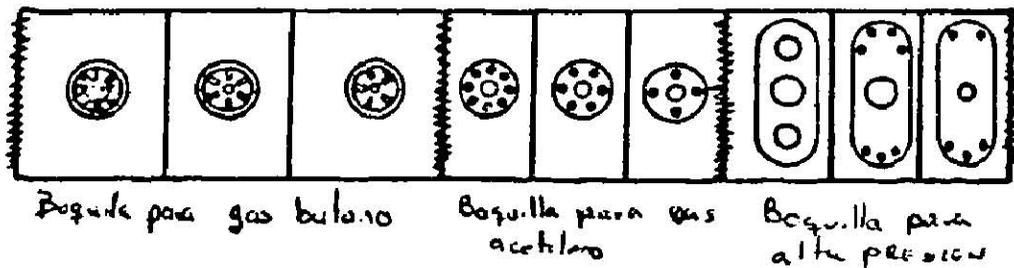
Al igual que las de la soldadura están hechas de cobre y tienen la función de dirigir la mezcla de los gases y el chorro de oxígeno a la zona de trabajo, estas boquillas tienen un orificio en el centro por donde sale la alimentación directa de oxígeno y varios orificios alrededor (concéntricos) por donde sale la mezcla de oxígeno y acetileno, esta flama es la que nos sirve de precalentamiento.

El diámetro de las boquillas de corte al igual que las de soldadura, varían de acuerdo al espesor del material que se va a cortar.

Figura #13



BOQUILLA PAR CORTAR



## ACCESORIOS

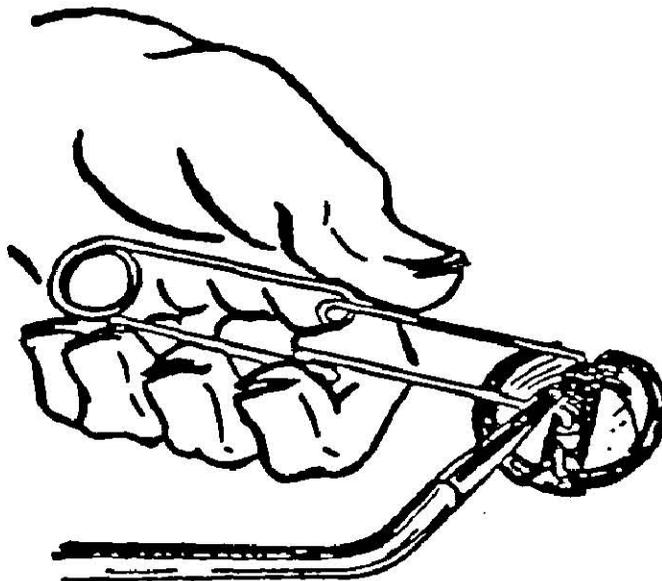
Como complemento del equipo de corte y soldadura del equipo oxiacetilénico se cuenta con los siguientes accesorios:

- ⇒ Encendedor de fricción
- ⇒ Limpiador de boquillas
- ⇒ Gafas
- ⇒ Llaves
- ⇒ Guantes, petos y polainas

## ENCENDEDOR DE FRICCIÓN

También se le llama encendedor de cazuela, este produce una chispa que enciende la flama de corte o soldadura.

Figura #14



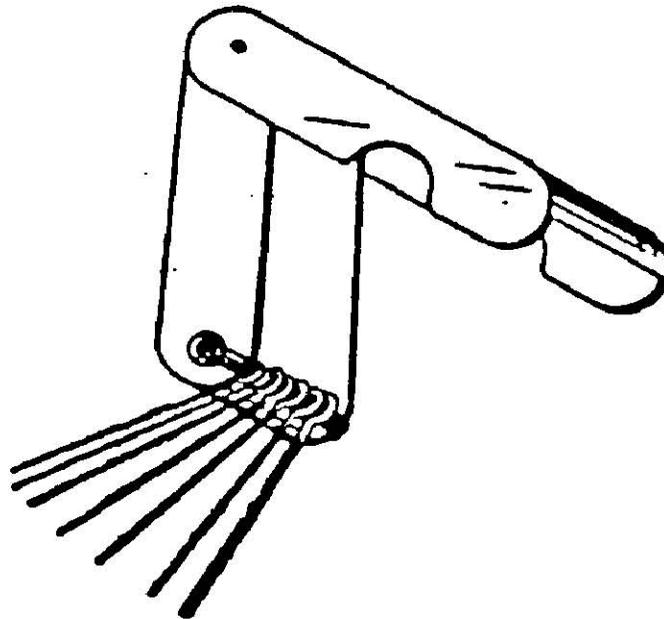
ENCENDEDOR DE FRICCIÓN

## LIMPIADOR DE BOQUILLAS

Los limpiadores de boquillas se utilizan cuando se llegan a tapar los orificios de las boquillas, están diseñadas especialmente para no ensanchar los orificios ni maltratar el fino acabado del interior de las boquillas.

Figura #15

### *LIMPIADOR DE BOQUILLAS PARA SOLDAR*



## GAFAS

Nos sirven para la protección de los ojos contra la luz intensa del soplete y de las chispas que saltan de la zona de fusión, además nos sirven para la localización exacta del dardo de la flama, estas gafas tienen lentes oscuros de seis sombras generalmente, que son protegidos por dos vidrios transparentes.

## TIPOS DE FLAMA

Existen cuatro tipos de flama que produce el soplete oxiacetilénico, de los cuales solo se utilizan tres. Los tipos de flama son los siguientes.

### FLAMA HUMEANTE

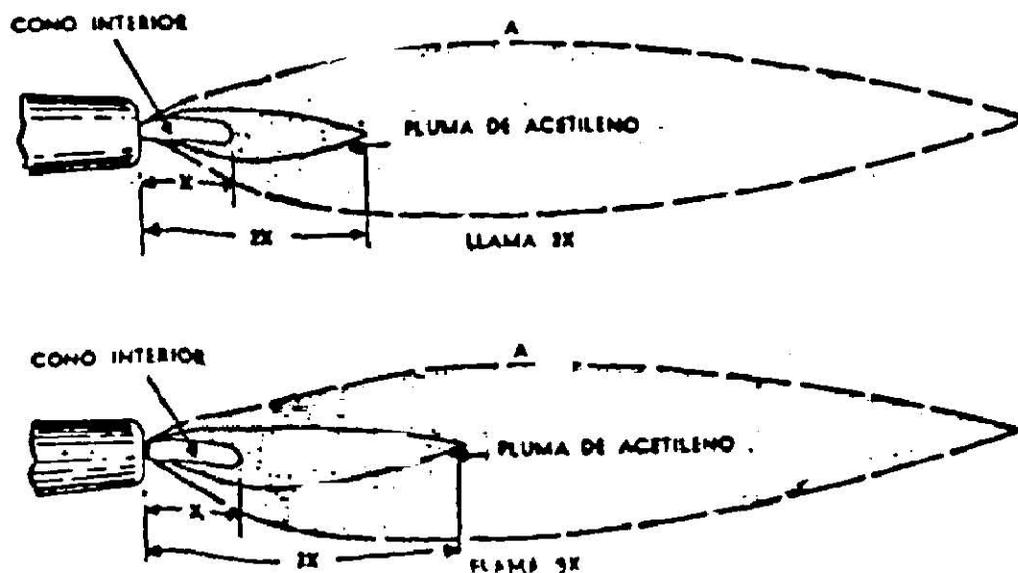
Este tipo de flama no se utiliza para soldadura, ya que produce una temperatura muy baja, es la primera flama que se obtiene en el soplete, se caracteriza por ser de color amarillo y desprender hollín ya que es solo la combustión del acetileno.

### FLAMA CARBURANTE, CARBORIZANTE O REDUCTORA

Esta flama se caracteriza por tener un cono interior (dardo), una pluma y cono exterior, tiene mayor proporción de acetileno que de oxígeno, y se utiliza para soldar algunos tipos de aluminio.

Figura #16

#### FLAMA CARBURANTE



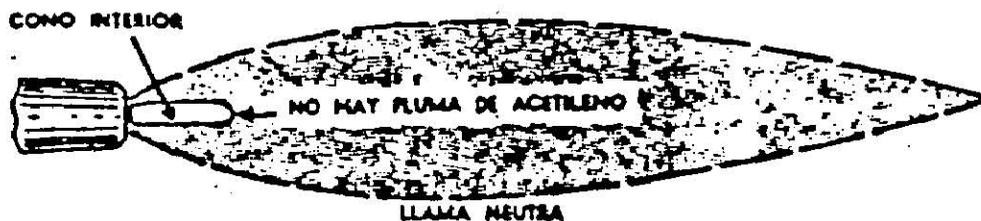
## FLAMA NORMAL O NEUTRA

Esta flama es la que se utiliza normalmente para corte y soldadura, consta de un cono interior redondeado o dardo y de un cono exterior, esta flama no tiene pluma, la proporción que tiene tanto de oxígeno como de acetileno es la misma.

Es conveniente recalcar que en la boquilla de corte aparecen tantos conos interiores o dardos como orificios concéntricos existan en esta.

Figura #17

### FLAMA NORMAL

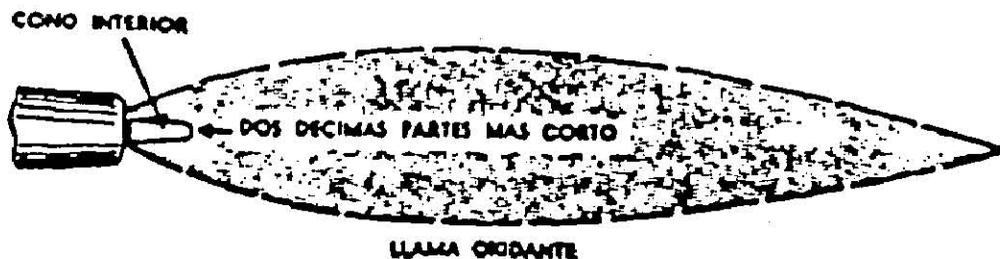


## FLAMA OXIDANTE

Este tipo de flama consta de cono interior puntiagudo o dardo y de un cono exterior y al igual que la flama normal no tienen pluma, esta flama tiene mayor proporción de oxígeno que de acetileno y se utiliza para soldar algunos tipos de hierro colado.

Figura #18

### FLAMA OXIDANTE



## LLAMA DE CONTRA EXPLOSION

Este tipo de llama se presenta cuando desaparece la llama del soplete produciendo chasquido o estallido, la llama se vuelve a encender cuando accidentalmente se acerca el soplete al metal base.

Cuando ocurre esto es necesario cerrar inmediatamente las válvulas del soplete y enfriar la boquilla en agua dejando la válvula de oxígeno abierta permitiendo así un flujo constante del gas.

Algunas de las causas posibles son las siguientes:

- La boquilla toca el metal.
- El orificio de la boquilla esta obstruido por algún pedazo de metal.
- La boquilla esta floja.
- La boquilla esta sobrecalentada.

## LLAMA DE RETROCESO

Este tipo de llama se presenta cuando desaparece la flama del soplete produciendo al instante un silbido o chillido acompañado generalmente por la salida de humo negro.

Cuando esto ocurre es necesario cerrar las válvulas del soplete primero la de oxígeno y las válvulas de los cilindros.

Algunas posibles causas son las siguientes:

- Presiones incorrectas de oxígeno y acetileno.
- La boquilla toca el metal base.
- Métodos impropios para encender el soplete.
- El orificio de la boquilla esta obstruido por algún pedazo de metal.

## BIBLIOGRAFIA

TITULO: MANUAL DE SOLDADURA DE HYLSA  
AUTOR: GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
EDITORIAL: SIN REFERENCIA  
EDICION: SIN REFERENCIA

TITULO: SOLDADURA  
AUTOR: JAMES A. PENDER  
EDITORIAL: Mc GRAW HILL  
EDICION: TERCERA 1989

TITULO: ELECTROSOLDADURA  
AUTOR: A. RUIZ MIJAREZ  
EDITORIAL: REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.  
EDICION: DECIMA IMPRESION 1988

