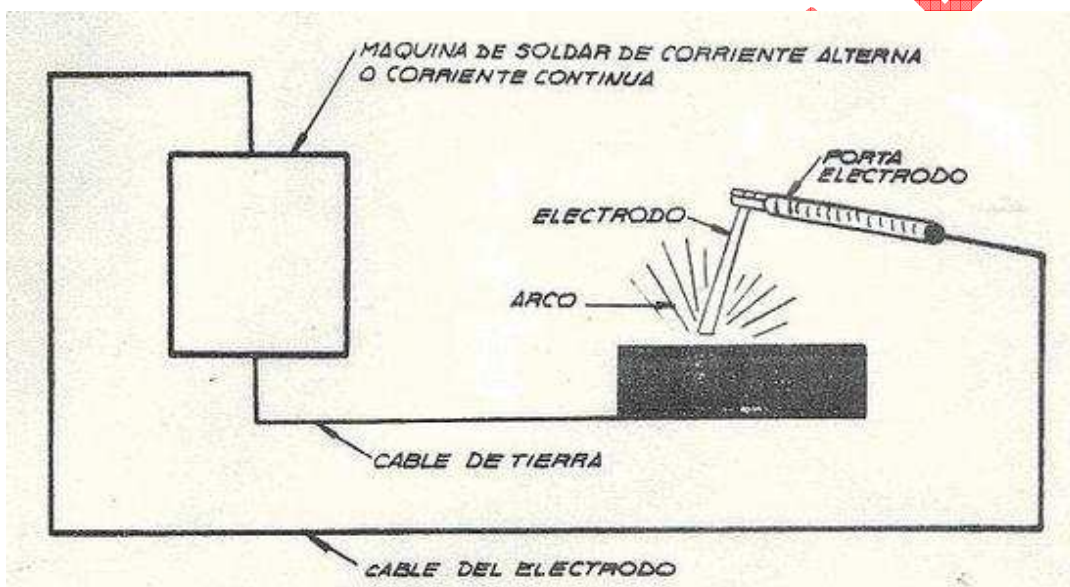


### Proceso de soldadura por arco manual: concepto.

Es un sistema que utiliza una fuente de calor (arco eléctrico ) y un medio gaseoso generado por la combustión del revestimiento del electrodo, mediante el cual es posible la fusión del metal de aporte y la pieza, generando con esto una unión metálica resistente a todos los esfuerzos mecánicos.



La fuente de energía para soldar proviene de una máquina de corriente continua (CC), o de corriente alterna (CA), la cuál forma un circuito eléctrico a través de los cables conductores, del electrodo a la pieza.

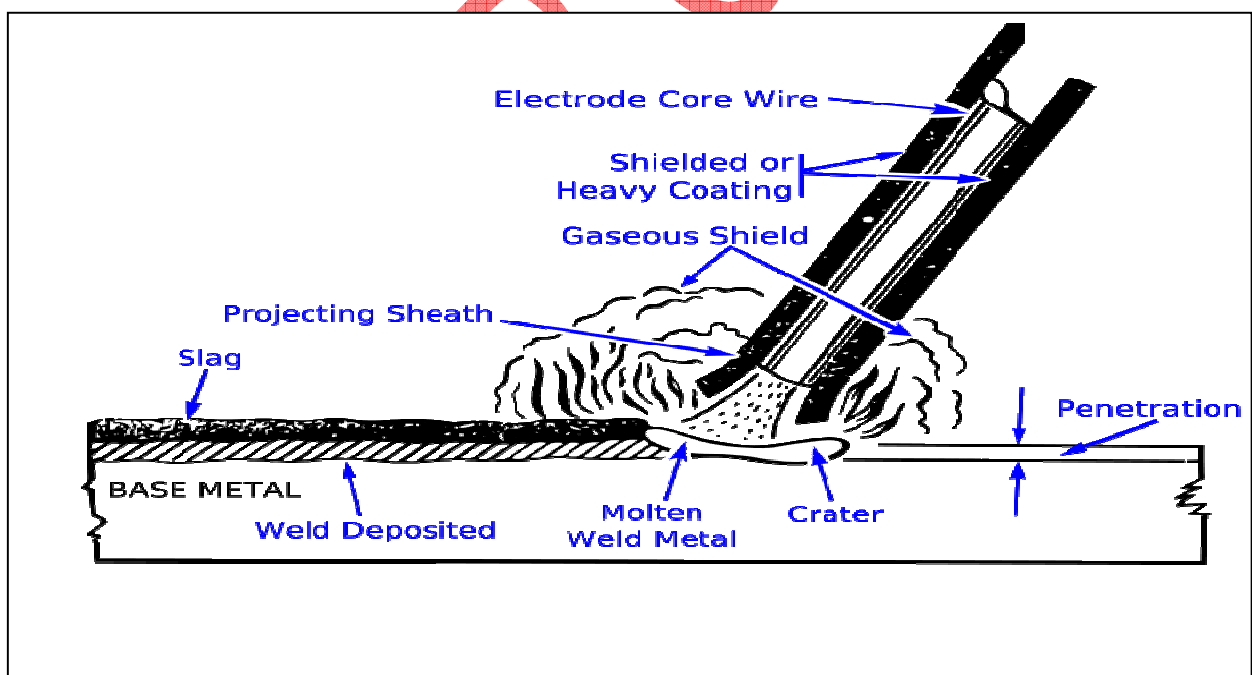
Este circuito se cierra al producirse el contacto entre el electrodo y la pieza. El arco formado es la parte donde el circuito encuentra menor resistencia y es el punto donde se genera la fuente de calor por medio de la cuál se provoca la fusión del material.

Esta temperatura generada (4000 °C) permite también combustionar los componentes del revestimiento, los que al gasificarse cumplen diversas funciones tales como: Desoxidar, eliminar impurezas, facilitar el paso de la corriente, y especialmente proteger al metal fundido de las influencias atmosféricas.

Este sistema se caracteriza por su versatilidad y economía, pudiendo realizarse en trabajos de pequeña y gran envergadura.

La base fundamental de un buen cordón de soldadura es encender correctamente el arco y mantenerlo, en forma continua y estable, todo el tiempo que sea necesario y, sin variar a lo largo del cordón la longitud del arco (1,3 a 3 mm según el tipo de electrodo).

La soldadura con electrodo revestido, implica para el soldador un doble movimiento a coordinar de su brazo: hacia abajo, para mantener la longitud del arco mientras se consume el electrodo y mantener el ángulo de la traslación lateral en el sentido de avance para la conformación del cordón y donde lo requiera el procedimiento un tercer movimiento de oscilación.



### ARCO ELECTRICO

Es el fenómeno físico producido por el paso de una corriente eléctrica a través de una masa gaseosa ( ionización ) generándose en esta zona una alta temperatura, la cual es aprovechada como fuente de calor en todos los procesos de soldadura por arco eléctrico.

**VENTAJAS:**

Se aprovecha como fuente de calor en el proceso de soldadura por arco, con el fin de fundir los metales en los puntos que han de unirse, de manera que se fundan a la vez y formen luego una masa sólida única.

**DESVENTAJAS:**

Provoca irradiaciones de rayos Luminosos, Infrarrojos y Ultravioleta, los cuáles producen trastornos orgánicos, si no se toman las debidas precauciones.

**PRECAUCIONES**

Debe evitar exponerse sin equipo de seguridad a los rayos, por la influencia de estos sobre el organismo, ya que estos causan las siguientes afecciones:

- a) luminosos : producen encandilamiento
- b) infrarrojos : producen quemaduras en la piel
- c) ultravioleta : producen quemaduras en la piel y en los ojos producen un daño no permanente llamado queratoconjuntivitis.

## **ELECTRODO:**

### Concepto:

Varilla metálica especialmente preparada para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco.

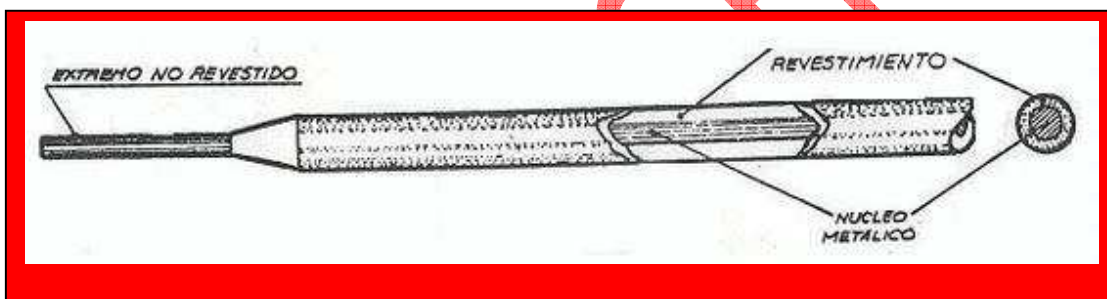
Se fabrican en metales ferrosos y no ferrosos.

### Tipos:

Existen dos tipos de electrodos: El de metal revestido y el no revestido.

## **ELECTRODO REVESTIDO:**

Tiene un núcleo metálico, un revestimiento a base de sustancias químicas y un extremo no revestido para fijarlo en el porta electrodo.



## **PARTES DEL ELECTRODO:**

**NUCLEO:** es la parte metálica del electrodo que sirve como material de aporte. Su composición química varía de acuerdo a las características del material a soldar.

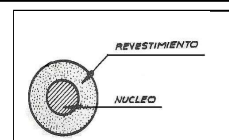
**REVESTIMIENTO:** es un material que está compuesto por distintas sustancias químicas. Tiene las siguientes funciones:

- Dirige el arco conduciendo a una fusión equilibrada y uniforme.
- Crea gases que actúan como protección evitando el acceso del Oxígeno y el Nitrógeno.
- Produce una escoria que cubre el metal de aporte, evitando el enfriamiento brusco y también el contacto del Oxígeno y del Nitrógeno.
- Contiene determinados elementos para obtener una buena fusión con los distintos tipos de materiales.
- Aporta al baño de fusión elementos químicos que darán al metal depositado las distintas características para las cuáles fue formulado.

f) Estabiliza el arco eléctrico.

**CONDICIONES DE USO**

Debe estar libre de humedad y su núcleo debe ser concéntrico  
Debe conservarse en lugar seco.



**ELECTRODO DESNUDO O SIN REVESTIMIENTO**

Es un alambre trefilado o laminado, que solo puede ser empleado en procesos donde exista una protección externa para impedir la acción del Oxígeno y del Nitrógeno. Estos procesos se denominan ATMÓSFERA INERTE. Utilizando para esto gases inertes industriales como el Argón, el Helio, o la mezcla de Argón y Dióxido de carbono.

Este proceso se denomina por soldadura TIG.

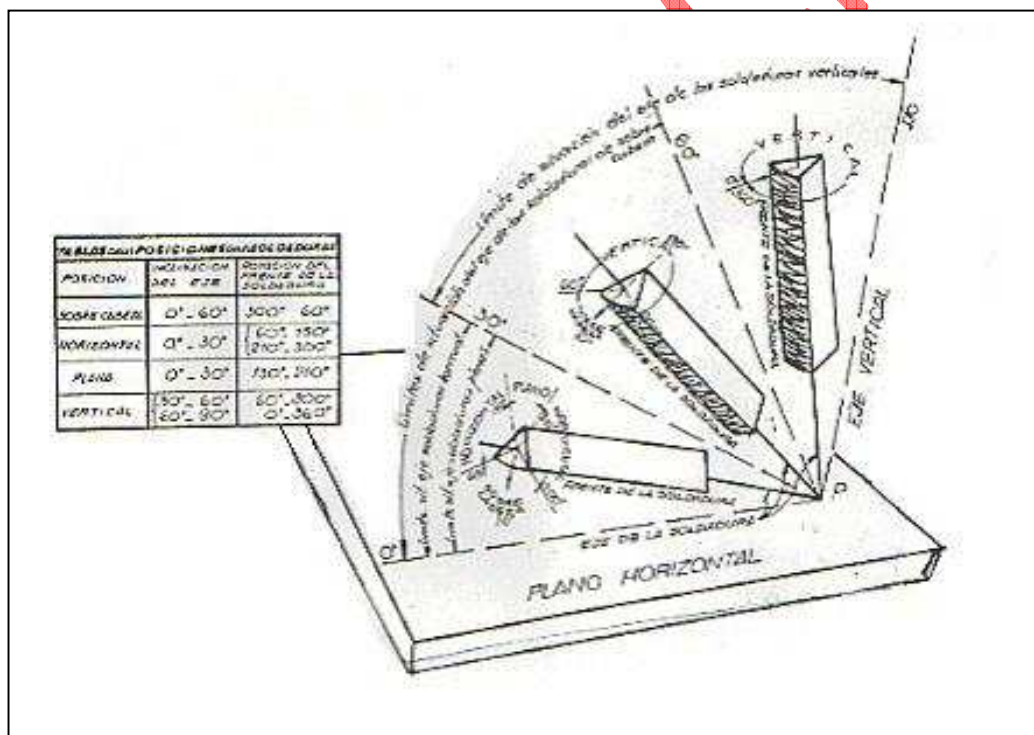
## Posiciones de soldadura

Las posiciones de soldadura, se refieren exclusivamente a la posición del eje de la soldadura en los diferentes planos a soldar. Básicamente son cuatro las posiciones de soldar y todas exigen un conocimiento y dominio perfecto del soldador para la ejecución de una unión soldadura.

En la ejecución del cordón de soldadura eléctrica, aparecen piezas que no pueden ser colocadas en posición cómoda.

Según el plano de referencia fueron establecidas las cuatro posiciones siguientes:

- 1) POSICIÓN PLANA O DE NIVEL
- 2) POSICIÓN HORIZONTAL
- 3) POSICIÓN VERTICAL
- 4) POSICIÓN SOBRE CABEZA



**POSICIÓN PLANA O DE NIVEL:** Es aquella en que la pieza recibe la soldadura colocada en posición plana a nivel. El material adicional viene del electrodo que está con la punta para abajo, depositando el material en ese sentido.

**POSICIÓN HORIZONTAL:** Es aquella en que las aristas o cara de la pieza a soldar está colocada en posición horizontal sobre un plano vertical. El eje de la soldadura se extiende horizontalmente.

**POSICIÓN VERTICAL:** Es aquella en que la arista o eje de la zona a soldar recibe la soldadura en posición vertical, el electrodo se coloca aproximadamente horizontal y perpendicular al eje de la soldadura.

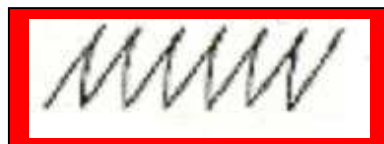
**POSICIÓN SOBRE LA CABEZA:** La pieza colocada a una altura superior a la de la cabeza del soldador, recibe la soldadura por su parte inferior. El electrodo se ubica con el extremo apuntando hacia arriba verticalmente. Esta posición es inversa a la posición plana o de nivel.

### **MOVIMIENTOS DEL ELECTRODO:**

Esta denominación abarca a los movimientos que se realizan con el electrodo a medida que se avanza en una soldadura; estos movimientos se llaman de oscilación, son diversos y están determinados principalmente por la clase de electrodo y la posición de la unión. Ellos son:

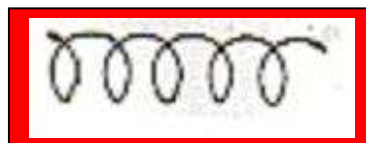
#### MOVIMIENTO DE ZIG - ZAG (LONGITUDINAL):

Es el movimiento zigzagueante en línea recta efectuado con el electrodo en sentido del cordón. Este movimiento se usa en posición plana para mantener el cráter caliente y obtener una buena penetración. Cuando se suelda en posición vertical ascendente, sobre cabeza y en juntas muy finas, se utiliza este movimiento para evitar acumulación de calor e impedir así que el material aportado gotee.



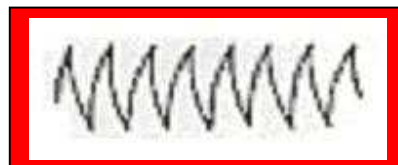
#### MOVIMIENTO CIRCULAR:

Se utiliza esencialmente en cordones de penetración donde se requiere poco depósito; su aplicación es frecuente en ángulos interiores, pero no para relleno de capas superiores. A medida que se avanza, el electrodo describe una trayectoria circular.

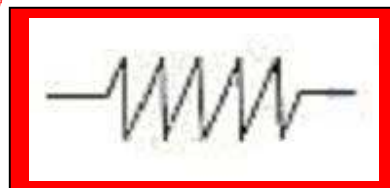


**MOVIMIENTO SEMICIRCULAR:**

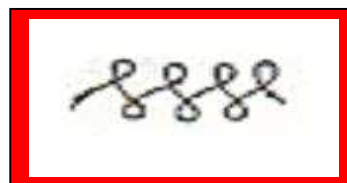
Garantiza una fusión total de las juntas a soldar. El electrodo se mueve a través de la junta, describiendo un arco o media luna, lo que asegura la buena fusión en los bordes. Es recomendable, en juntas chaflanadas y recargue de piezas.

**MOVIMIENTO EN ZIG - ZAG (TRANSVERSAL):**

El electrodo se mueve de lado a lado mientras se avanza. Este movimiento se utiliza principalmente para efectuar cordones anchos. Se obtiene un buen acabado en sus bordes, facilitando que suba la escoria a la superficie, permite el escape de los gases con mayor facilidad y evita la porosidad en el material depositado. Este movimiento se utiliza para soldar en toda posición.

**MOVIMIENTO ENTRELAZADO:**

Este movimiento se usa generalmente en cordones de terminación, en tal caso se aplica al electrodo una oscilación lateral, que cubre totalmente los cordones de relleno. Es de gran importancia que el movimiento sea uniforme, ya que se corre el riesgo de tener una fusión deficiente en los bordes de la unión.





## Arco eléctrico: Encendido y mantenimiento

Esta operación es realizada para iniciar todas las labores de soldadura por arco eléctrico, razón por la cual debe ser dominada con la mayor eficiencia posible.

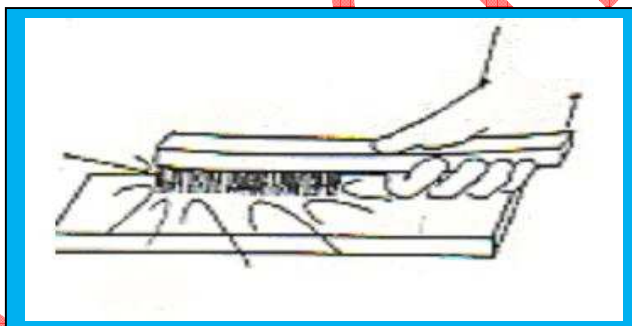
Comprende la acción de producir un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza, manteniéndolo sin que se apague.

### PROCESO DE EJECUCIÓN:

1º PASO: Limpie la pieza con el cepillo de acero

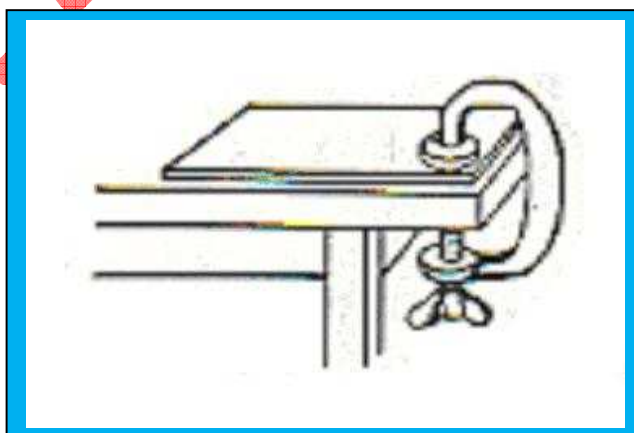
Observación: El material debe quedar limpio de grasas, óxidos y pinturas.

Precaución: Al limpiar la pieza protéjase la vista con gafas de seguridad.



2º PASO: Coloque el material sobre la mesa.

Observación: Asegúrese que la pieza quede fija.



3º PASO:

Encienda la máquina.

Observación: Asegúrese que la polaridad de la maquina esté de acuerdo con el electrodo a usar.

Precaución: Verifique que los conductores (cables), estén en buen estado y aislados.

4º PASO:

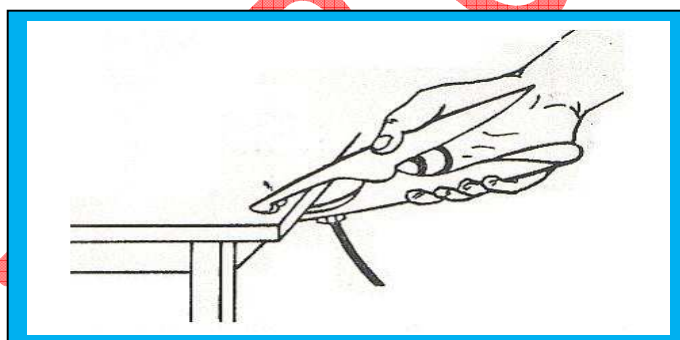
Regule el amperaje de la máquina en función del electrodo.

Observación: La regulación se realizará de acuerdo al sistema que posee la máquina que se utilice.

5º PASO:

Fije la conexión de masa sobre la mesa de soldar.

Observación: Asegure el buen contacto de la conexión a masa.

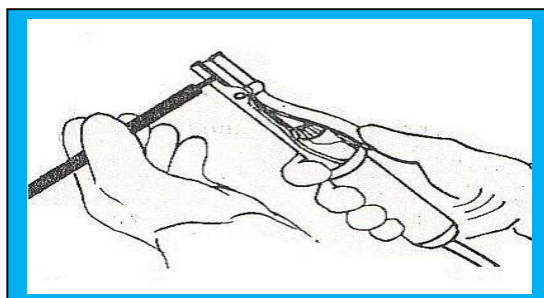


6º PASO:

Coloque el electrodo en la pinza porta electrodo.

a) Tome la pinza porta electrodo con la mano más hábil.

b) Asegure el electrodo por la parte desnuda del mismo dentro del porta electrodo.



**7º PASO:**

Encender el arco.

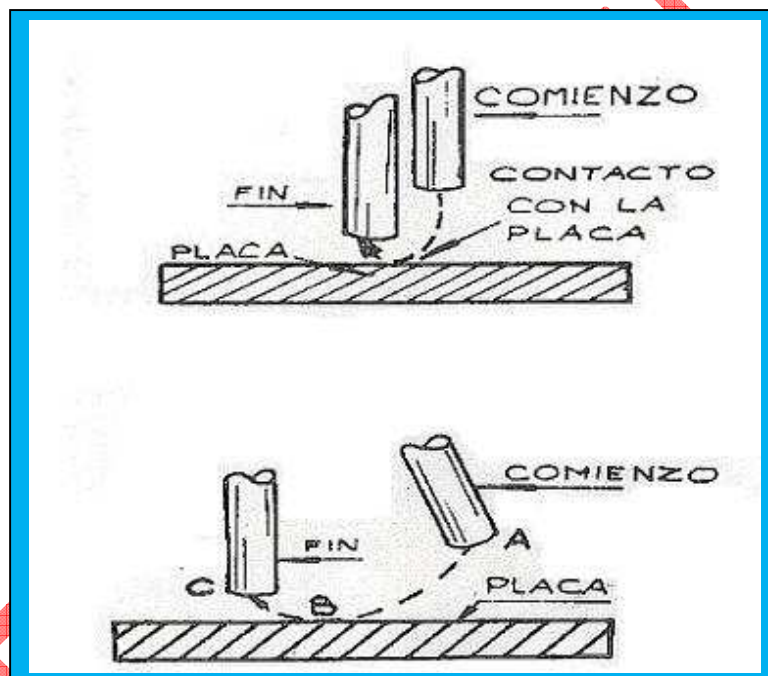
**PRECAUCIÓN:** Colóquese su equipo protector y controle su buen estado.

a) Aproxime el extremo del electrodo a la pieza.

b) Protéjase con la máscara de soldar.

c) Toque la pieza con el electrodo y retírelo para formar el arco

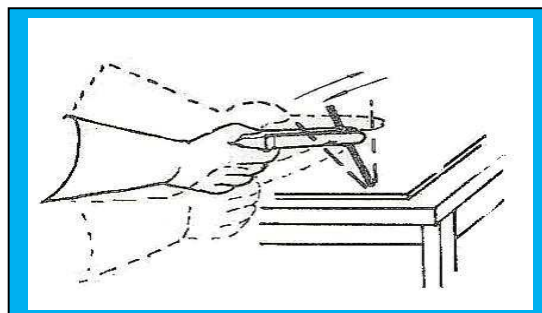
Observación: El encendido puede efectuarse también por raspado.



**8º PASO:**

Mantenga el electrodo a una distancia igual al diámetro de su núcleo.

Observación: En caso de pegarse el electrodo muévalo rápidamente.



**9º PASO:**

APAGUE EL ARCO RETIRANDO EL ELECTRODO DE LA PIEZA.

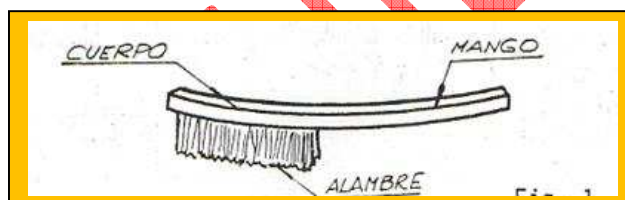
Observación: En caso de necesidad repita los pasos 7, 8 y 9.

**Accesorios del equipo de trabajo**

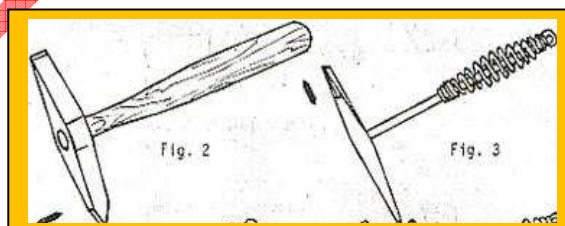
Son herramientas adecuadas para la limpieza de las piezas antes y después de soldar. Se estudian en conjunto a pesar de tener características diferentes.

**CEPILLO DE ACERO**

Está formado por un conjunto de alambres de acero y un mango de madera por donde se sujeta.

**PICA ESCORIA**

Está formado por un mango para sujeción, que puede ser de madera o de metal. Su cuerpo es alargado; uno de sus extremos termina en punta y el otro en forma de cincel. Tiene sus puntas endurecidas y agudas.



### **SEGURIDAD EN SOLDADURA:**

- 1) Asegúrese que su equipo de soldadura al arco está instalado correctamente, conectado a tierra y que esté en buenas condiciones de trabajo.
- 2) Use siempre protectores adecuados para la soldadura que va a ejecutar.
- 3) Use siempre una protección adecuada de los ojos cuando va a soldar, esmerilar o cortar.
- 4) Mantenga su área de trabajo libre de peligros, asegúrese de no tener cerca productos inflamables, volátiles o explosivos.
- 5) No ejecute trabajos de soldadura en lugares con muy poco espacio, sin conocer los cuidados especiales.
- 6) No suelde en recipientes que han contenido combustibles o pinturas sin tomar precauciones especiales.
- 7) No suelde en recipientes cerrados o compartimientos sin proveer ventilaciones y tomar precauciones especiales.
- 8) Use sistemas mecánicos de extracción de gases, en los puntos en que se suelde Plomo, Cadmio, Cromo, Manganeso, Estaño, Bronce, Zinc, o Acero galvanizado.
- 9) Cuando deba soldar sobre una zona muy húmeda, use botas de goma o trabaje sobre una plataforma aislante.
- 10) Si es necesario unir cables, terminales eléctricos u otros, asegúrese que estas uniones estén fuertemente unidas y aisladas.
- 11) No use cables con algún defecto de aislamiento.
- 12) Cuando no esté usando el porta electrodo asegúrese de dejarlo donde no haga contacto con la pieza de trabajo.
- 13) Nunca deje que el porta electrodo toque algún cilindro de gas.
- 14) Bote los desperdicios de los electrodos en un recipiente adecuado, pues las puntas constituyen un peligro.
- 15) Proteja a otros y a sí mismo de los rayos que emanan de la soldadura que usted está ejecutando.

- 16) No suelde cerca de operaciones de desengrase.
- 17) Cuando ejecute un trabajo de soldadura en altura, asegúrese que los andamios o plataformas se encuentren firmes y seguros.
- 18) Cuando se suelde en lugares altos use siempre cinturón, o cuerda de seguridad.
- 19) Cuando use equipo enfriado por agua, asegúrese de que no existen filtraciones.

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

Está constituido por elementos confeccionados en cuero, y son usados por el soldador para protegerse de las partículas incandescentes, del calor y de las irradiaciones producidas por el arco eléctrico.

#### **GUANTES**

Son de cuero o asbesto y su objetivo es cubrir gran parte del antebrazo, a fin de proteger del calor excesivo y de las partículas incandescentes. Debe evitarse tomar piezas muy calientes ya que el cuero se deforma.

#### **DELANTAL O COLETO**

Es de forma común o con protector para piernas. Su objetivo es proteger la parte anterior del cuerpo de las proyecciones incandescentes.

#### **CASACA**

Se utiliza para proteger especialmente la parte del pecho y los brazos. Su uso es frecuente cuando se realizan soldaduras en posición vertical, horizontal y sobre cabeza

#### **MANGAS**

Esta vestimenta tiene por objeto proteger solamente los brazos del soldador. Tiene mayor uso en soldaduras que se realizan en el banco de trabajo y en posición plana. Existe otro tipo de manga en forma de chaleco que cubre a la vez parte del pecho del soldador.

#### **POLAINAS**

Este elemento se utiliza para proteger parte de la pierna y los pies del soldador. Las polainas pueden ser reemplazadas por botas altas y lisas con puntera de acero.

## **CARACTERÍSTICAS DE LA VESTIMENTA DE SEGURIDAD**

El cuero utilizado en vestimenta de seguridad para soldador, es curtido, flexible y liviano, y además está tratado con sales de plomo para impedir las radiaciones del arco eléctrico.

Es importante mantener estos elementos en buenas condiciones de uso, libres de roturas, y su abotonadura en perfecto estado. Deben conservarse limpios y secos para asegurar una buena aislación eléctrica.

### **MÁSCARAS DE SOLDAR**

La máscara de protección está fabricada en fibra de vidrio o fibra prensada, y tiene una mirilla en la cual se coloca un vidrio neutralizador llamado Vidrio Inactínico, protegido por otros vidrios protectores transparentes. Se usa para impedir la acción de las radiaciones del arco eléctrico y además proteger la cara del soldador. En máscaras de soldar existen diferentes diseños, hay también máscaras combinadas con un casco de seguridad para realizar trabajos en construcciones y con adaptaciones para proteger los ojos cuando haya que limpiar la escoria. Las pantallas de mano tienen aplicación en trabajos de armado y punteado por soldadura; su uso no es conveniente en altura o donde el operario requiera sus dos manos para el trabajo.

El vidrio inactínico debe ser seleccionado de acuerdo al amperaje utilizado. Debe mantener la buena visibilidad cambiando el vidrio protector, cuando éste presente exceso de proyecciones.

Evite las filtraciones de luz en la máscara. Esta no debe ser expuesta al calor ni a golpes.

Deben ser livianas y su cintillo ajustable para asegurarla bien a la cabeza.

Requieren un mecanismo que permita accionarla con comodidad.

El recambio de vidrios debe hacerse mediante un mecanismo de fácil manejo.

## Fuentes de poder para soldadura

Son la fuente de corriente eléctrica que mantiene el arco durante la soldadura. Existen en variados tipos y tamaños. Las dos fuentes de poder básicas, son las fuentes de poder de amperaje constante y las fuentes de poder de voltaje constante. Hay máquinas soldadoras que son una combinación de estos dos tipos básicos, pero no son comunes.

Fuentes de poder de amperaje constante: se usan para la soldadura al arco con electrodos revestidos, arco de tungsteno, plasma, carbón (torch y soldadura), y para la soldadura de puntos. Se puede usar con procesos en los cuáles el alambre es alimentado en forma automática, tales como: Arco Sumergido o Soldadura automática protegida con gas, pero solamente si se usa un alimentador de alambre que controle el voltaje en forma automática. Las fuentes de poder de amperaje constante, producen un efecto de "Drooping" en la curva de Volt/Amper, que no es exactamente constante, pero que se mantiene indiferente bajo diferentes largos de arco. A medida que la carga aumenta, la salida disminuye hasta que el arco se estabiliza.

Si el terminal de trabajo y el de electrodo se juntan, en tal caso el amperaje es máximo y el voltaje cae a 0. El soldador puede controlar el voltaje al variar el largo del arco. Si aumenta el largo del arco aumentará el voltaje y disminuirá ligeramente el amperaje, lo mismo sucederá cuando se disminuya el voltaje, que aumentará el amperaje, este fenómeno permite al soldador controlar la cantidad de calor con que está soldando.

Fuentes de poder de voltaje constante o de potencial constante: mantienen casi un voltaje constante, cualquiera que sea el amperaje. Este sistema se usa en soldaduras automáticas o semi-automáticas con un alimentador continuo de alambre, y son solo de corriente continua. Las fuentes de poder de voltaje constante tienen una curva volt/amper plana. La velocidad con que se derrite el alambre es directamente proporcional con la cantidad de amperes que la máquina producirá. Un alimentador de alambres controla la velocidad del alambre y un control del voltaje selecciona el voltaje que el soldador estime adecuado.

## TIPOS DE FUENTES DE PODER Y SUS CAPACIDADES

Las fuentes de poder Voltaje o Amperaje constantes pueden ser divididas cada una de ellas en dos tipos:

Estáticas o Rotativas. Cada uno de estos tipos puede producir amperaje constante, voltaje constante o ambos.

El transformador es una fuente de poder estático.

Ellos producen corriente alterna, son livianos, pequeños y normalmente los más baratos. El transformador es alimentado de la línea y transforma por inducción la corriente de entrada en aquella que es usada para soldar, proveyendo de las



características volt/amper necesarias para soldadura. Transforma alto voltaje y bajo amperaje de la línea en alto amperaje y bajo voltaje necesario para soldar. El amperaje de salida se ajusta con una perilla y es de una operación silenciosa. Al producir corriente alterna, elimina sopladuras del arco.

Los transformadores son ilimitados porque tienen solo una fase y proveen solo de corriente alterna. Cuando se agrega un rectificador al transformador, la fuente de poder es capaz de producir tanto corriente alterna como continua.

Otro tipo de fuente de poder es el rectificador trifásico, que provee solo corriente continua. Soluciona el problema de la fluctuación de los transformadores monofásicos, provocando una operación silenciosa y un arco muy parejo. Las máquinas rotativas, son motores generadores. Estas máquinas son operadas en conjunto con un motor eléctrico o un motor de combustión interna cuando se desea usarlas en terreno. Ellas pueden producir tanto CA o CC, y tienen un arco más estable.

Todas las fuentes de poder discutidas hasta este punto son máquinas para un solo operador. Hay máquinas para múltiples operadores simultáneos, que permiten mayor productividad en la gran industria. Son normalmente de alto amperaje, con voltaje constante relativamente alto y para fuertes ciclos de trabajo. Los terminales individuales tienen un "Drooping" similar a las máquinas monofásicas.

### CICLO DE TRABAJO

Cada máquina soldadora tiene establecido su ciclo de trabajo, que es una relación entre el tiempo que el arco está encendido y el tiempo total que la máquina está funcionando. Un ciclo de trabajo de un 100% es cuando la máquina es operada en forma continua. Se usa normalmente para soldaduras ejecutadas con soldadoras automáticas. Un ciclo de trabajo de un 60% significa que la capacidad máxima de la máquina puede ser usada solo 6 minutos de un total de 10 minutos continuos. Esto es tiempo suficiente para soldar manual, donde no es posible tener operaciones de soldaduras totalmente continuas.

La polaridad de este electrodo positivo, electrodo negativo o corriente alterna, debe estar claramente indicado en la fuente de poder que se escoja. También debe tener la suficiente capacidad para proveer el máximo amperaje necesario para el trabajo.

La fuente de poder puede estar limitada por la capacidad de la línea a la cuál ésta se conecta. Para uso casero, con 220 volts, es mejor usar una máquina de corriente alterna que consume poca corriente. Para aplicaciones industriales cualquier tipo de transformador o rectificador funcionará bien. Si no hay línea, como cuando se trabaja en terreno, un motor de combustión interna puede ser usado como generador.

### SELECCIÓN DE UNA FUENTE DE PODER

Cuándo se selecciona una fuente de poder, hay cuatro factores que considerar.

- 1- Que proceso de soldadura se va a usar
- 2- Cantidad y tipo de corriente.
- 3- Voltaje disponible en el sitio de trabajo.
- 4- Y factores económicos.

Seleccione una máquina soldadora de amperaje constante para soldaduras manuales.

Una soldadora de amperaje constante es lo mejor para soldaduras semi o totalmente automáticas, en las cuáles el alambre es alimentado en forma constante.

Para soldaduras con electrodos revestidos o soldadura al arco de tungsteno, un amperaje constante es la mejor selección. Para procesos continuos, semi o totalmente automáticos una máquina soldadora de voltaje constante es lo que normalmente se requiere.

Es necesario seleccionar la fuente de poder deseada de acuerdo con las condiciones de producción. Una combinación de CA y CC, puede seleccionarse para un taller pequeño y tiene una gran variedad de aplicaciones. Para soldadura con electrodos revestidos, una máquina soldadora solo de CA, es la más económica.

Compre una fuente de poder de calidad, asegúrese que es la máquina que necesita, no solo para el presente sino para el futuro. Una empresa distribuidora de equipos de soldadura puede ayudarlo a tomar esta decisión.

### **Selección del electrodo adecuado.**

Para escoger el electrodo adecuado, es necesario analizar las condiciones de trabajo en particular, y luego determinar el tipo y diámetro del electrodo que más se adapte a esas condiciones. Este análisis es relativamente simple, si el operador se habitúa a considerar los siguientes factores:

- 1 Naturaleza del metal base
- 2 Dimensiones de la sección a soldar
- 3 Tipo de corriente que entrega la máquina soldadora
- 4 Posición de soldadura
- 5 Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza
- 6 Características especiales del depósito de soldadura como son resistencia a la corrosión, tracción, etc.
- 7 Cumplimiento de las normas o especificaciones especiales.

#### 1.- NATURALEZA DEL METAL BASE

Las propiedades mecánicas y composición química del metal base deben ser conocidas. Por lo tanto, la IDENTIFICACIÓN es absolutamente necesaria para

seleccionar apropiadamente el electrodo correcto. Si la identificación no es posible, se debe hacer test basados en aspectos de apariencia superficial, magnéticos, resistencia al cincel, fractura, térmico y apariencia de chispa.

TEST	ACERO BAJO CARBONO	ACERO ALTO CARBONO	ACERO INOXIDABLE	ACERO FUNDIDO
APARIENCIA	GRIS OSCURO	GRIS OSCURO	BRILLANTE PLATEADO	GRIS OPACO
MAGNÉTICO	MAGNÉTICO	MAGNÉTICO	NO MAGNÉTICO	MAGNÉTICO
TÉRMICO	FUNDE RAPIDO	FUNDE RAPIDO	FUNDE RAPIDO	FUNDE LENTO
CHISPA	NO RAMIFICADA	MUY RAMIFICADA	AUSENCIA DE CHISPA	CORTA Y MUY ROJA

## 2.-DIMENSIONES DE LA SECCIÓN A SOLDAR

Este factor determina el diámetro (  $\phi$  ) del electrodo de acuerdo a su RENDIMIENTO.

Además en espesores gruesos el electrodo debe tener máxima ductilidad para evitar grietas en la sección soldada.


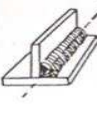






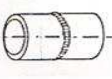

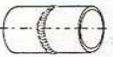

## 3.-TIPOS DE CORRIENTE

Algunos electrodos están diseñados para operar solo con corriente continua (CC). Sin embargo la gran mayoría están indicados para ambos tipos de corriente CA y CC.



## 4.- POSICIÓN DE SOLDADURA

Los electrodos están diseñados para ser usados en posiciones específicas. Siempre que sea posible hay que llevar la pieza a una posición plana, que es la más cómoda y con mayor rendimiento

PLANO	HORIZONTAL	VERTICAL	SOBRECABEZA
			
			
			

### 5.-TIPOS DE SOLDADURAS:

 TOPE SIN BISEL	 TOPE CON BISEL	 TOPE CON DOBLE BISEL	 TOPE CON UNA PLANCHA BISELADA	 TOPE CON UNA PLANCHA DOBLE BISEL
 TOPE BISEL EN U	 TOPE DOBLE BISEL EN U	 TOPE BISEL EN J EN UNA PLANCHA	 TOPE DOBLE BISEL J EN UNA PLANCHA	 FILETE SIMPLE
 FILETE SIMPLE	 DOBLE FILETE	 DOBLE FILETE	 UNION V DE LADOS DOBLADOS	 UNION DE FLANGE
 CORDON	 TAPON	 PUNTO DE ARCO SENCILLO		

### 6.- CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Para materiales que serán soldados y sometidos a condiciones especiales tales como la alta resistencia a la tracción, corrosión, abrasión, temperatura, se debe elegir el electrodo más parecido a las propiedades del metal base.

## Generalidades de los electrodos. Propiedades y selección

### CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Para materiales que serán soldados y sometidos a condiciones especiales tales como la alta resistencia a la tracción, corrosión, abrasión, temperatura, se debe elegir el electrodo más parecido a las propiedades del metal base.

### NORMAS ESPECIALES

Existen varias formas que en casos especiales deben ser consideradas al seleccionar el electrodo.

### GENERALIDADES DE LOS ELECTRODOS

La influencia de los electrodos en la calidad de la soldadura es decisiva, por lo cual el soldador ha de prestar la máxima atención a la elección del electrodo correcto para cada trabajo. Fundamentalmente, se exige de un electrodo que haga posible un fácil encendido y mantenimiento del arco voltaico y que la costura de soldadura (cordón) relleno con el mismo, por su composición y propiedades se diferencie lo menos posible del metal base. Debe tenerse en cuenta también que la polaridad incorrecta, en el caso de corriente continua origina una insuficiente penetración.

a) Características: Los electrodos de varilla se suministran en longitudes de 350 y 450 mm y diámetros de 2,4 a 6,4 mm, a los cuales se les aplica un revestimiento o material mineral-orgánico (que dé al electrodo sus características específicas), por medio de sistema llamado "Extrusión", lo que permite que el revestimiento quede totalmente uniforme y concéntrico con el núcleo, lo que significará excelente soldabilidad y eliminación de arcos erráticos en su aplicación. Los distintos componentes del revestimiento tienen por objeto formar un gas protector que se oponga a una ligera escoria que aparezca en la superficie cubriendo el metal líquido y que sólo se solidifique con lentitud.

b) Almacenamiento: Los electrodos en general se han de tratar con precauciones en su almacenamiento para que el recubrimiento no se aplaste ni absorba humedad, pues de lo contrario perderán sus cualidades.

### PROPIEDADES DE LOS ELECTRODOS

Al someter a prueba un metal depositado mediante arco eléctrico, es importante eliminar algunas variables (diseño de unión, análisis del metal base, etc.), por lo que se ha universalizado la confección de una probeta longitudinal de metal depositado, para luego maquinarla y someterla a prueba de tracción para conocer su punto de fluencia, resistencia a la tracción y porcentaje de alargamiento. Para pruebas de calificación de soldadores se usa un doblado guiado, haciéndose en diversas posiciones según sea la característica de operabilidad del electrodo, pudiendo ser plano, vertical, horizontal o sobrecabeza luego se dobla una probeta ya sea de cara o de raíz, para verificar la homogeneidad de la soldadura, cualquier falta de fusión se hace notar por grietas en los costados del cordón, como así

también los poros e inclusión de escoria, que se traducen en agrietaduras del depósito.

### DIÁMETROS MÁS COMUNES Y SUS AMPERAJES

electrodo Pulg. - mm	Longitud Pulg. - mm	Amperaje Min. - Max.
3/32" - 2,4mm	14" - 350mm	40 Amp. a 60 Amp.
1/8" - 3,2mm	14" - 350mm	60 Amp. a 80 Amp.
5/32" - 4,0mm	14" - 350mm	80 Amp. a 120 Amp.
3/16" - 4,8mm	14" - 350mm	120 Amp. a 180 Amp.
1/4" - 6,4mm	18" - 450mm	180 Amp. a 300 Amp.

El diámetro de los electrodos representa el diámetro de su núcleo.

### CLASIFICACION E IDENTIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS:

Debido a la gran cantidad de electrodos que se fabrican para efectuar trabajos específicos, es necesario saber qué métodos de identificación existe, como se clasifican y para qué trabajo específico fueron diseñados. Hay muchas maneras de clasificar los electrodos, entre ellas tenemos:

Clasificación por color según norma internacional. El método más sencillo de identificar a un electrodo corriente es por el color de su revestimiento y un código de colores (extremo del electrodo) que ha sido establecido para los grandes grupos de la clasificación por normalización internacional.

Clasificación de los electrodos según su revestimiento: Se distinguen básicamente los siguientes tipos de revestimientos:  
 CELULOSICOS RUTILICOS MINERALES  
 BÁSICOS HIERRO EN POLVO

CLASIFICACIÓN CELULOSICOS: Son llamados así por el alto contenido de celulosa que llevan en el revestimiento, siendo sus principales características:

- Máxima penetración
- 10- Solidificación rápida
- 11- Buenas características de resistencia
- 12- Elasticidad y ductilidad
- 13- Presentación regular

CLASIFICACIÓN RUTILICOS: Se denominan así por el alto contenido de rutilo (óxido de titanio) en el revestimiento, y sus principales características son:

- 14- Penetración mediana a baja
- 15- Arco suave
- 16- Buena presentación
- 17- Buena resistencia

CLASIFICACIÓN MINERALES: Los principales componentes del revestimiento de estos electrodos son óxidos de hierro y manganeso siendo sus cualidades más relevantes:

- 18- Buena penetración
- 19- Buena apariencia del depósito
- 20- Buenas propiedades mecánicas
- 21- Alta velocidad de deposición

CLASIFICACION BÁSICOS O BAJO HIDRÓGENO: Su nombre se debe a la ausencia absoluta de humedad ( Hidrógeno ), en su revestimiento, y sus características principales son:

- 22- Alta ductibilidad
- 23- Máxima resistencia en los depósitos
- 24- Alta resistencia a los impactos a baja temperatura
- 25- Depósitos de calidad radiográfica
- 26- Penetración mediana a alta

CLASIFICACION HIERRO EN POLVO:

A esta clasificación pertenecen todos los electrodos cuyo revestimiento contiene una cantidad balanceada de hierro en polvo, siendo sus cualidades más importantes:

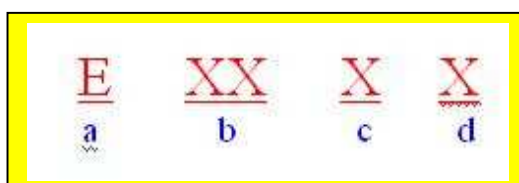
- 27- Se aumenta el rendimiento del electrodo
- 28- Suaviza la energía del arco
- 29- Se mejora la presentación del cordón
- 30- Mejora la ductilidad

**CLASIFICACIÓN AWS-ASTM**

Debido a que hay muchos tipos diferentes de electrodos en el mercado, puede resultar muy confuso escoger los correctos para el trabajo que se va a ejecutar. Como resultado la AWS (American Welding Society ) estableció un sistema numérico aceptado y utilizado por la industria de la soldadura.

**NOMENCLATURA DE LOS ELECTRODOS PARA ACERO DULCE**

Se especifican cuatro o cinco dígitos con la letra E al comienzo, detallados a continuación:



- a: Prefijo E de electrodo para acero dulce  
 b : Resistencia a la tracción mínima del depósito en miles de libras por pulgada cuadrada (Lbs/pul<sup>2</sup>)  
 c : Posición de soldar.  
     1- TODA POSICIÓN  
     2- PLANA HORIZONTAL  
 d: Tipo de revestimiento, Corriente eléctrica y Polaridad a usar según tabla

ULTIMO DIGITO	CARACTERISTICAS ULTIMO DIGITO		
	TIPO DE REVESTIMIENTO	CORRIENTE ELECTRICA	POLARIDAD
0	Celulósico sódico	CC	PI
1	Celulósico Potásico	CA - CC	PI
2	Rutilico Sódico	CA - CC	PD
3	Rutilico Potásico	CA - CC	PD - PI
4	Rutilico + Hierro en polvo	CA - CC	PD - PI
5	Bajo hidrógeno sódico	CC	PI
6	Bajo hidrógeno Potásico	CA - CC	PI
7	Mineral + Hierro en polvo	CA - CC	PD - PI
8	Bajo hidrógeno + Hierro en polvo	CA - CC	PI

CC : Corriente continua  
 CA : Corriente alterna  
 PD : Polaridad Directa (Electrodo negativo)  
 PI : Polaridad invertida (Electrodo positivo)



### **Soldadura de tope sin bisel posición plana horizontal**

Esta operación consiste en unir piezas por sus bordes, soldadas desde el lado superior en posición plana, siendo la más común y conveniente en todo trabajo del soldador.

Es usada frecuentemente en las construcciones metálicas, por ejemplo: Cubiertas de barcos, fondos de estanques y carrocerías.

#### **PROCESO DE EJECUCIÓN**

1 Prepare las piezas

2 Ubique y fije las piezas en posición plana

Observación: La separación de las piezas varía de acuerdo al espesor de las mismas y al diámetro del electrodo a utilizar.

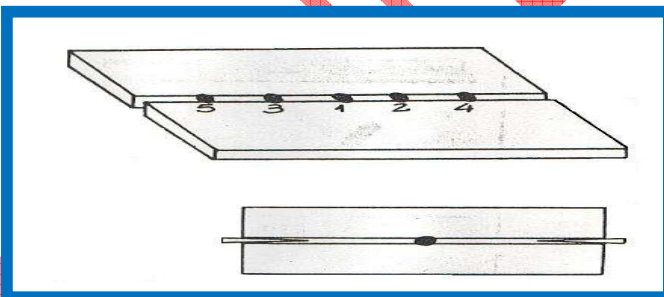
3 Encienda y regule la máquina

4 Ejecute puntos de soldadura

#### **Observaciones:**

1) El punteado debe ser alternado.

2) Mantenga la separación de las piezas durante el punteado



5 Limpie los puntos con pica escoria y escobilla de acero

6 Inicie la ejecución del cordón de soldadura

a) Inclíne el electrodo en dirección al avance ( $75^\circ$  aproximadamente)

b) Oscile el electrodo cubriendo los bordes.

Observación:

Si la penetración es insuficiente, aumente la intensidad de la corriente.

c) Penetre a través de ambos bordes hasta la parte inferior manteniendo una

velocidad de avance constante.

7 Interrumpa el cordón

8 Limpie el cráter

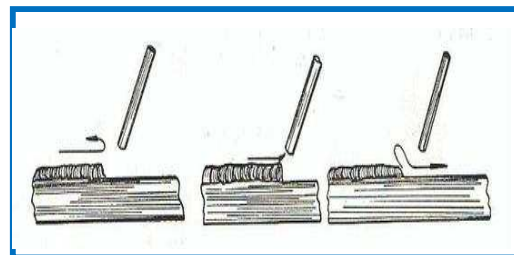
9 Reinicie el cordón

Observación: Precaliente y rellene el cráter antes de continuar.

10 Finalice el cordón

Observación: Al finalizar el cordón, llene el cráter depositando material.

11 Limpie todo el cordón con pica escoria y escobilla de acero.



**Soldadura de tope con chaflan o bisel simple**

Tiene por objeto unir piezas de espesores superiores a 3 mm, para lo cual se efectuará un chaflanado o bisel previo a la ejecución de la soldadura, con la finalidad de conseguir la mayor penetración lo que dará a la soldadura una mayor resistencia.

Se aplica en construcciones de estanques, trenes, refinerías y construcciones de gran envergadura.

**PROCESO DE EJECUCIÓN****1 Prepare el material**

a) Limpie las piezas biseladas con cepillo de acero

Observación: El talón debe tener la misma altura en ambas piezas.

b) Fije las piezas sobre la mesa de trabajo para evitar las contracciones del material.

2 Encienda y regule la máquina de soldar.

3 Ejecute puntos de fijación.

Al realizar este paso es conveniente usar puntos bajos pero bien fusionados.

4 Limpie los puntos efectuados usando pica escoria y cepillo de acero.

**PRECAUCIÓN:** Al limpiar los puntos, protéjase los ojos con gafas de seguridad.

**5 Suelde**

a) Inicie el cordón de raíz

Observación: Al iniciar el cordón, encienda el arco dentro del bisel.

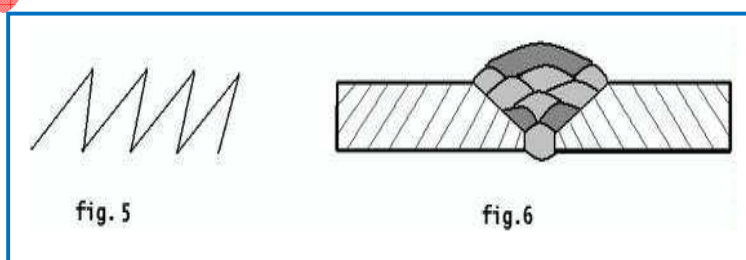
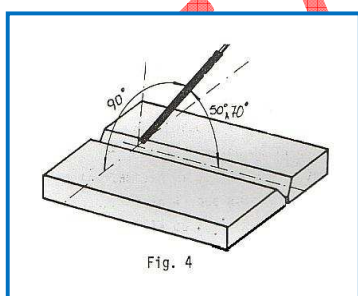
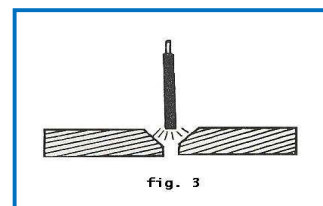
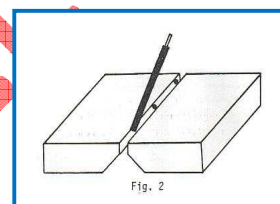
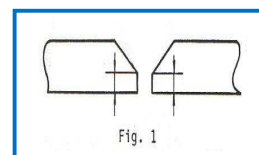
b) Incline el electrodo (fig. 4)

c) Avance oscilando el electrodo (fig. 5)

d) Finalice y limpie el cordón

6 Deposite el resto de los cordones hasta que cubran el bisel (fig. 6)

Observaciones: Después de cada pasada limpie el cordón depositado y en el caso de tener que empalmar, limpie el cráter.

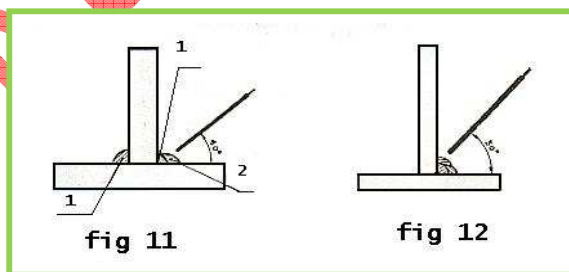
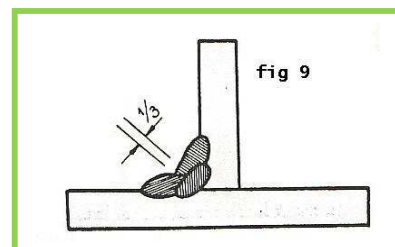
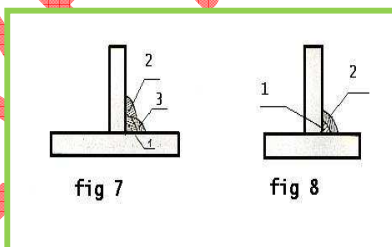
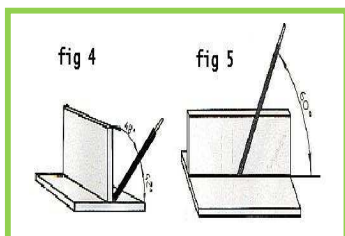
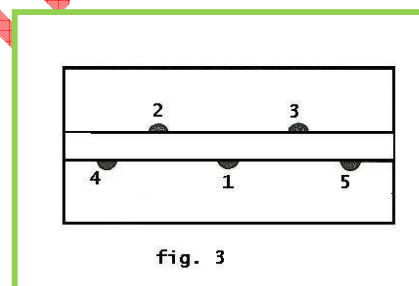
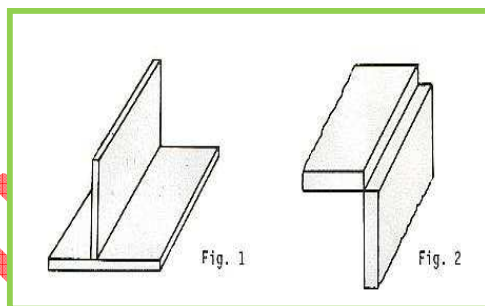


**Soldadura en ángulo en posición plana horizontal:**

Tiene por objeto unir dos piezas que forman un ángulo entre sí. Esta operación constituye una de las bases dentro del aprendizaje, ya que su aplicación es muy frecuente. Su uso es muy común dentro de toda obra que se ejecute con uniones soldadas.

**PROCESO DE EJECUCIÓN**

- 1.-Prepare las piezas formando un ángulo. (figs. 1 y 2)
  - 2 Encienda y regule la máquina.
  - 3 Puntee las piezas en forma alternada (fig. 3)
  - 4 Suelde
    - a) Inicie el cordón de raíz.
    - b) Incline el electrodo (figs. 4 y 5)
    - c) Avance y oscile el electrodo con movimiento Zig-Zag
    - d) Finalice el cordón.
  - 5 Deposite el resto de los cordones ( Figs. 7 y 8 )
    - a) Oscile el electrodo en el resto de los cordones con movimiento Zig-Zag curvo (Fig. 10 )
    - b) Deposite el segundo cordón inclinando el electrodo de acuerdo a la fig. 11
    - c) Deposite el tercer cordón inclinando el electrodo de acuerdo a la fig. 12
- Observación: Al finalizar, limpie los cordones.



**Tensiones y deformaciones de piezas soldadas.**

Son fenómenos físicos producidos por la acción de la temperatura que provocan deformaciones en las piezas soldadas.

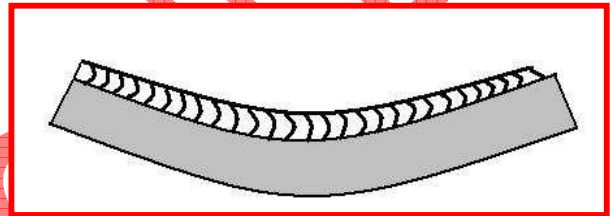
Los mismos están presentes en todos los procesos donde hay aplicación de calor y enfriamiento, produciendo así dilataciones y contracciones respectivamente.

**TIPOS DE DEFORMACIONES**

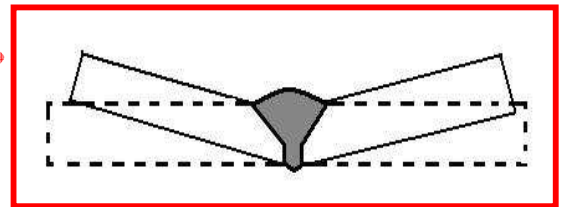
Las contracciones se presentan en forma transversal y longitudinal.

**CONTRACCIÓN LONGITUDINAL**

Al depositar un cordón de soldadura sobre la cara superior de una plancha, relativamente delgada y perfectamente plana, la cuál no ha sido fijada, ésta se doblará hacia arriba en dirección al cordón a medida que este se enfría.

**CONTRACCIÓN TRANSVERSAL**

Si dos planchas se sueldan a tope, y las mismas, no han sido sujetas correctamente, éstas, se curvarán aproximándose entre sí en sentido transversal, debido al enfriamiento del cordón de soldadura.



Las contracciones son perjudiciales en la soldadura, ya que al no poderse eliminar totalmente, producen tensiones y grietas internas en las piezas. Para neutralizar estos efectos se tomarán las siguientes medidas:

- Se fija la pieza por medio de prensas o refuerzos
- Se distribuye en forma equilibrada el calor en la pieza
- Se procede al pre y post calentamiento
- Se compensan los efectos del calor

Observación: Cuando se realicen soldaduras en piezas de espesor y éstas se fijen por medio de prensas y refuerzos, deberá considerarse un tratamiento térmico o mecánico posterior para aliviar las tensiones internas provocadas durante el proceso de soldadura.

## DEFECTOS EN LAS SOLDADURAS

Una buena soldadura debe ofrecer entre otras cosas, seguridad y calidad. Para alcanzar estos objetivos se requiere que los cordones de soldadura sean efectuados con un máximo de habilidad, buena regulación de la intensidad y buena selección de electrodos.

## CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA SOLDADURA

Una buena soldadura debe poseer las siguientes características:

- a) Buena penetración
- b) Exenta de socavaciones
- c) Fusión completa
- d) Ausencia de porosidades
- e) Buena apariencia
- f) Ausencia de grietas

### BUENA PENETRACIÓN

Se obtiene cuando el material aportado, funde la raíz y se extiende por debajo de la superficie de las partes soldadas.

### EXENTA DE SOCAVACIONES

Se obtiene una soldadura sin socavaciones cuando, junto al pie de la misma, no se produce en el metal base ningún ahondamiento que dañe la pieza.

### FUSION COMPLETA

Se obtiene una buena fusión cuando el metal base y el metal de aporte forman una masa homogénea.

### AUSENCIA DE POROSIDADES

Una buena soldadura está libre de poros cuando en su estructura interior no existen bolsas de gas ni inclusiones de escoria.

### BUENA APARIENCIA

Una soldadura tiene buena apariencia cuando se aprecia en toda la extensión de la unión, un cordón de soldadura pareja sin presentar hendiduras ni sobremontas.

### AUSENCIA DE GRIETAS

Una soldadura sin grietas se presenta cuando en el material aportado, no existen rajaduras o fisuras en toda su extensión.

## RECOMENDACIONES PARA EJECUTAR UNA BUENA SOLDADURA

Para una buena penetración:

- Utilice la intensidad suficiente.
- Seleccione electrodos de buena penetración
- Prepare un bisel apropiado en piezas de espesores mayores.
- Deje una separación adecuada entre las piezas a soldar.

Para una soldadura exenta de socavaciones:

- 40- Use una oscilación adecuada y con la mayor uniformidad posible.
- 41- Mantenga la altura apropiada del arco.

Para obtener una buena fusión:

- 42- La oscilación debe cubrir los bordes de la junta.
- 43- La corriente adecuada producirá depósitos y penetración correctas.
- 44- Evite que el metal en fusión se deposite fuera de la unión.

Para obtener una total ausencia de porosidades:

- 45- Limpie debidamente el metal base.
- 46- Permita mas tiempo a la fusión para que los gases escapen.
- 47- Use la intensidad apropiada.
- 48- Mantenga la oscilación de acuerdo a la junta.
- 49- Use el electrodo apropiado.
- 50- Mantenga el arco a una distancia apropiada.

Para una buena apariencia:

- 51- Evite el recalentamiento por depósito excesivo.
- 52- Use oscilación uniforme.
- 53- Evite los excesos de intensidad.

