

## SEGURIDAD EN SOLDADURA AL ARCO

Cuando se realiza una soldadura arco, durante la cual ciertas partes conductoras de energía eléctrica están al descubierto, el operador tiene que observar con especial cuidado ciertas reglas de seguridad a fin de contar con la máxima protección personal y también proteger a las otras personas que trabajan a su alrededor.

En la mayor parte de los casos, la seguridad es una cuestión de sentido común. Los accidentes pueden evitarse si se cumplen las siguientes reglas:

### PROTECCION PERSONAL

Siempre utilice todo el equipo de protección necesario para el tipo de soldadura a realizar. El equipo consiste en:

- 1.- **Mascara de soldar**, protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtro de vidrio, de acuerdo a la norma correspondiente.
- 2.- **Guantes de cuero**, tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas.
- 3.- **Coletos o delantal de cuero**, para protegerse de salpicadura y exposición a rayos ultravioletas del arco.
- 4.- **Polainas y casaca de cuero**, cuando es necesario hacer soldadura en posiciones verticales y sobre cabeza, deben usarse estos aditamentos, para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
- 5.- **Zapato de seguridad**, que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.





---

**IMPORTANTE:** Evite tener en los bolsillos todo material inflamable tal como fosforo, encendedores o papel celofán

### PROTECCION DE LA VISTA

La protección de la vista es un asunto tan importante que merece consideración aparte. El arco electrónico que se utiliza como fuente calórica y cuya temperatura alcanza a los 4.000° C, desprenden radiaciones visibles y no visibles. Dentro de estas últimas, tenemos aquellas de efecto más nocivo como son los rayos ultravioletas e infrarojos.

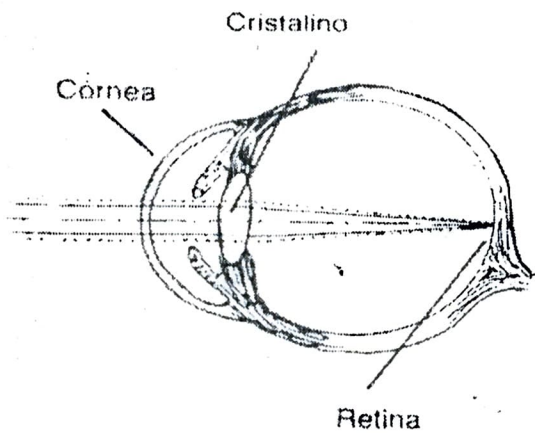
El tipo de quemaduras que el arco produce en los ojos no es permanente, aunque si es extremadamente dolorosa. El nombre común de esta quemadura es "llamarada" y su efecto es como "tener arena caliente en los ojos". Para evitarla, debe utilizarse un lente protector (vidrio inactínico) que ajuste bien y delante de este, para su protección, siempre hay que mantener una cubierta de vidrio transparente, la que debe ser sustituida inmediatamente en caso de resquebrajarse. A fin de asegurar una completa protección, el lente protector debe poseer la densidad suficiente. La siguiente tabla le ayudara a seleccionar el lente adecuado:



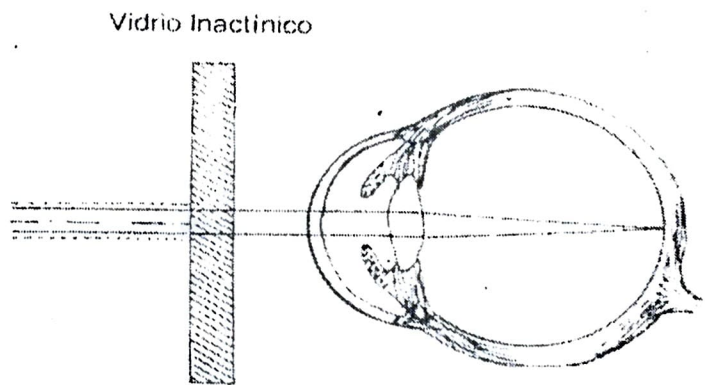
Máximo Amperaje	Grado Lente
30 – 75 Amp.	8
75 – 200 Amp.	10
200 – 400 Amp.	12
Sobre 400 Amp.	14

Influencia de los rayos sobre el ojo humano:

Luminosos      Infrarojos      Ultravioleta



**SIN LENTE PROTECTOR**



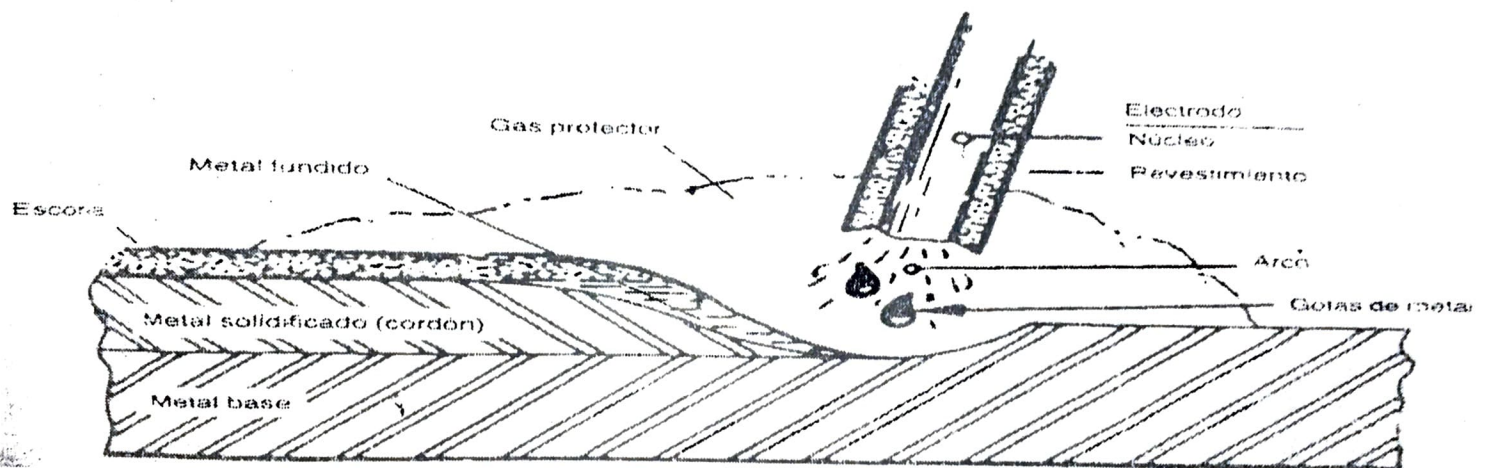
**CON LENTE PROTECTOR**

## SISTEMA ARCO MANUAL

### Descripción del Proceso

El sistema de soldadura Arco Manual, se define como el proceso en que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco electrodo metálico y el metal base que se desea unir.

La soldadura al arco se conoce desde fines del siglo pasado. En esa época se utilizaba una varilla metálica descubierta que servía de metal de aporte. Pronto se descubrió que el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera eran causantes de fragilidad y poros en el metal soldado, por lo que al núcleo metálico se le agregó un revestimiento que al quemarse se gasificaba, actuando como atmósfera protectora, a la vez que contribuía a mejorar notablemente otros aspectos del proceso.



El electrodo consiste en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento, donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona eléctrica generada por la corriente de soldadura.

El revestimiento del electrodo, que determina las características mecánicas y químicas de la unión, está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos que cumplen las siguientes funciones:

1 Producir gases protectores para evitar la contaminación y gases ionizantes para dirigir y mantener el arco.



**Electrodo descubierto:** Electrodo de aporte usado en soldadura al arco, consistente en un alambre de metal sólido, sin revestimiento.

**Garganta de una soldadura filete:** Es la distancia más corta desde la raíz de una soldadura a la cara.

**Inclusión de escoria:** Material sólido no metálico, atrapado en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal base.

**Latigazo:** Término aplicado a un movimiento del electrodo, en el cual es usado en soldadura vertical ascendente para evitar la socavación.

**Longitud de Arco:** Distancia desde el extremo del electrodo al punto donde el arco hace contacto con la superficie del trabajo.

**Oscilación:** es la técnica de depositar soldadura en la cual el electrodo se va depositando con un cierto movimiento transversal.

**Pase:** Progresión única longitudinal de una operación de soldadura a lo largo de una unión o depósito. El resultado de un pase es un cordón.

**Penetración:** Es la distancia de la zona de fusión que se extiende bajo la superficie de la parte o partes que han sido soldadas.

**Porosidad:** Presencia de bolsas de gas o huecos en un metal.

**Posición Plana:** Es la posición en que la soldadura se realiza desde el lado superior de la unión y su cara es aproximadamente horizontal.

**Posición Sobrecabeza:** Posición de soldadura, donde esta se realiza desde el lado inferior de la raíz, de manera que el soldador tiene el plano de operación como techo.

**Posición Vertical:** Es la posición de una soldadura en que el eje de una soldadura es aproximadamente Vertical.

**Post-calentamiento:** Calor aplicado a la pieza de trabajo después de soldar o cortar.

**Pre calentamiento:** Calor aplicado a la pieza de trabajo antes de soldar o cortar.



2 Producir escoria para proteger el metal ya depositado hasta su solidificación.

3 Suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación y hierro en polvo.

### DEFINICION DE TERMINOS USUALES EN SOLDADURA

Abertura de Raíz: Separación entre las piezas que serán unidas.

Acero de Alto Carbono: Acero que contiene 0.45% de Carbono o más.

Acero de Bajo Carbono: Acero que contiene 0.20% o menos de Carbono.

Alivio de Tensiones: Calentamiento uniforme de estructuras a una temperatura más baja que el rango crítico, para aliviar la mayor parte de las tensiones residuales, seguidas por un enfriamiento uniforme.

AISI: American Iron and Steel Institute

ASTM: American Society for Testing and Materials

AWS: American Welding Society

Baño de Soldadura: Es aquella porción de soldadura que se funde donde se aplica el calor.

Bolsa de Gas: Cavidad formadas en la soldadura por gas atrapado en ella.

Cordón angosto: Tipo de cordón de soldadura, hecho sin oscilación transversal apreciable.

Cordón de Raíz: Igual a pase de raíz, esto es, cordón inicial.

Cráter: Depresión en la terminación de un cordón de soldadura.

Electrodo con revestimiento: Electrodo de aporte usado en soldadura al arco, consiste en un núcleo de metal con un revestimiento, el que aísla el metal fundido de la atmosfera, mejora las propiedades del metal de soldadura y estabiliza el arco.



Procedimiento de soldadura: Métodos detallados y prácticos, incluyendo procedimientos de unión, implicados en la producción de una soldadura.

Profundidad de fusión: La profundidad de fusión de una soldadura, es la distancia desde la superficie del metal base al punto inferior de las uniones.

Radiografía: Es el uso de energía radiante en la forma de rayos X o rayos Gamma, para pruebas no destructivas de metales.

Resistencia a la tracción última: Es la resistencia a la tracción máxima, que puede causar que el material (usualmente expresada en libras x pulg.<sup>2</sup> o kg/mm<sup>2</sup>).

Respaldo: Material (metal, asbesto, carbono, fundente granulado, etc.) colocando por detrás o por debajo de la unión, para controlar mejor la raíz de la soldadura.

SAE: Society of Automotive Engineer

Salpicaduras: Son partículas de metal expulsadas durante la soldadura y las cuales no forman parte de ella.

Sistema TIG (Tungsten Inert Gas): Es un proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco eléctrico, entre un electrodo de tungsteno (no consumible) y la pieza de trabajo. La protección se obtiene de un gas o de una mezcla de gases inertes.

Socavación: Depresión al pie de la soldadura, que es más baja que la superficie del metal base. El principal factor causante de la socavación es la razón velocidad / amperaje.

Soldadura: Es la unión de metales por medio de calor, el cual es obtenido de una fuente de energía calórica.

Soldadura a tope: Es la unión realizada entre dos piezas de metal aproximadamente en el mismo plano.

Soldadura ascendente: Es una unión efectuada desde la parte inferior a la superior de la pieza.



**Soldadura filete:** Es una soldadura con un corte seccional triangular, uniendo dos superficies en una unión de traslape, unión T o unión esquina.

**Soldadura MIG (Metal Inert Gas):** Proceso de Soldadura al arco, en que la fusión se produce por calentamiento con un arco eléctrico, entre un electrodo consumible alimentado continuamente y la pieza de trabajo. La protección es obtenida de un gas, una mezcla de gases (la cual debe poseer un gas inerte) o una mezcla de un gas y un fundente.

**Soldadura por pinchazo:** Soldadura usada para propósitos de ensamble solamente.

**Soplo de Arco:** Desviación que sufre el arco eléctrico cuando encuentra fuerzas magnéticas a su paso. Este fenómeno sucede con corriente continua, y generalmente en los extremos de unión.

**Unión de traslape:** Es una unión entre dos piezas sobrepuestas

**Varilla para soldar:** Metal de aporte, en alambre o varilla, usando en proceso oxigas y branzing; y en aquellos procesos al arco en que el electrodo no proporciona el metal de aporte.

**Velocidad de fusión:** Peso o longitud de electrodos fundidos en una unidad de tiempo.

**Voltaje en vacio:** Es el voltaje entre los terminales de soldadura de una fuente poder, cuando no se está soldando.

**Zona Afectada Térmicamente:** Es aquella porción de metal base que no ha sido fundido, pero cuyas propiedades de estructura han sido alteradas por el calor de soldadura o corte.



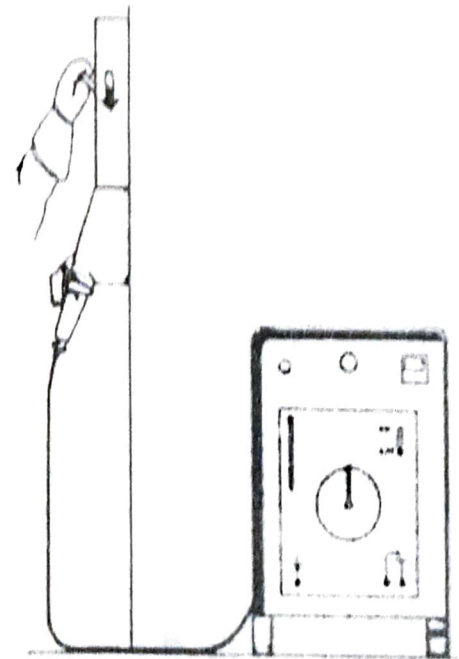
## SEGURIDAD AL USAR UNA MÁQUINA SOLDADORA

Antes de usar la máquina de soldar al arco deben guardarse ciertas precauciones, conocer su operación y manejo, conocer también los accesorios y herramientas adecuadas.

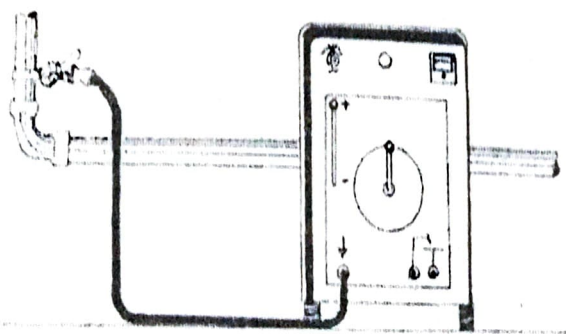
Para ejecutar el trabajo con facilidad y con seguridad, deben observarse ciertas reglas muy simples:

Maquina soldadora (fuente de poder)

Circuitos con corrientes: En la mayoría de los talleres el voltaje usado es de 220 ó 380 volt. El operador debe tener en cuenta el hecho que estos son altos voltajes, capaces de infringir graves lesiones. Por tal motivo es muy importante que ningún trabajo se haga en los cables, interruptores, controles, etc., antes de haber comprobado que la máquina ha sido desconectada de la energía, abriendo el interruptor para desenergizar el circuito. Cualquier inspección en la máquina debe ser cuando el circuito ha sido desenergizado.



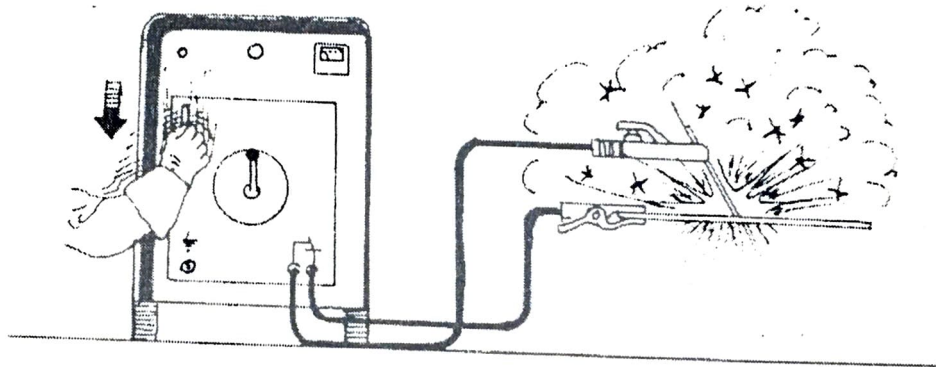
Línea de tierra: Todo circuito eléctrico debe tener una línea a tierra para evitar que la posible formación de corrientes parásitas produzca un choque eléctrico al operador, cuando éste, por ejemplo, llegue a poner una mano en la carcasa de la máquina. Nunca opere una máquina que no tenga su línea a tierra.



**Cambio de polaridad:** El cambio de polaridad se utiliza para cambiar el polo del electrodo de positivo (polaridad invertida) a negativo (polaridad directa). Este cambio nunca debe ser hecho mientras la máquina esté funcionando, todos los cambios de este orden deben ser hechos mientras la máquina no está en uso y el circuito de soldadura ha sido desconectado. En este caso los peligros potenciales son:

Primero: La persona que lo mueve se expone a que dicho arco le produzca severas quemaduras.

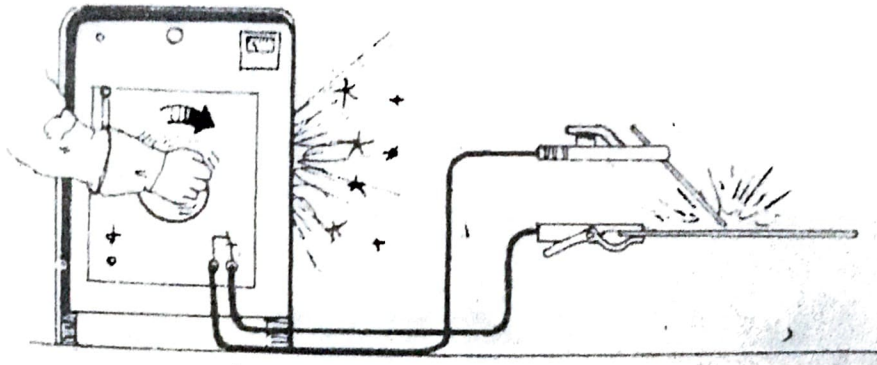
Segundo: Que la superficie de contacto del interruptor sufra quemaduras severas debido a la proyección del arco o corrientes altas.



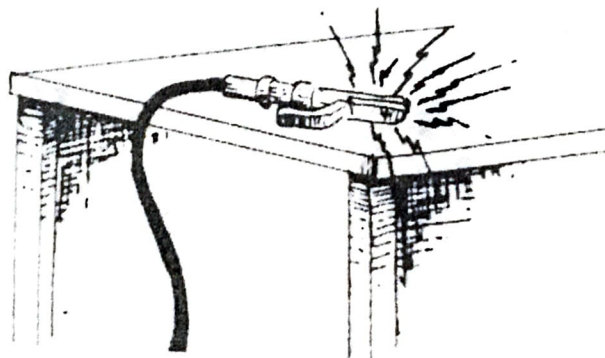
**Cambio de Amperaje:** La palanca para cambiar de amperaje no debe ser movida mientras la máquina está soldando. La operación necesaria para cambiar el amperaje debe hacerse cuando la máquina no está en uso y el circuito de carga ha sido desconectado.

En este caso, el peligro potencial es que el arco causado por la desconexión del circuito de alto amperaje, puede producir quemaduras de consideración en las superficies de contacto. Si el arco se produce varias veces, terminará por hacer inservibles los contactos.

Nunca opere el interruptor que cambia el amperaje cuando el equipo esté soldando.



Circuito de Soldadura: Cuando no está en uso el portaelectrodos, nunca debe ser dejado encima de la mesa o en contacto con cualquier otro objeto que tenga una línea directa a la superficie donde se suelda, El peligro en este caso es que el portaelectrodo, en contacto con el circuito a tierra, provoque en el transformador del equipo un corto circuito.



La soldadura no es una ocupación riesgosa si se observan siempre medidas preventivas adecuadas. Esto requiere de un conocimiento de las posibilidades de daño que pueden ocurrir en las operaciones de soldar y una precaución habitual de seguridad por el operador.



## SEGURIDAD EN OPERACIONES DE SOLDADURA

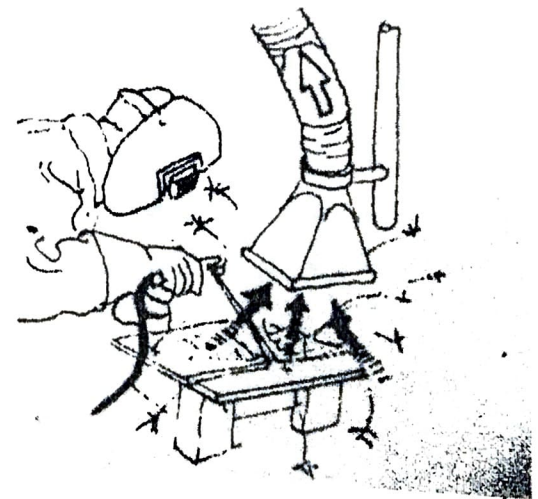
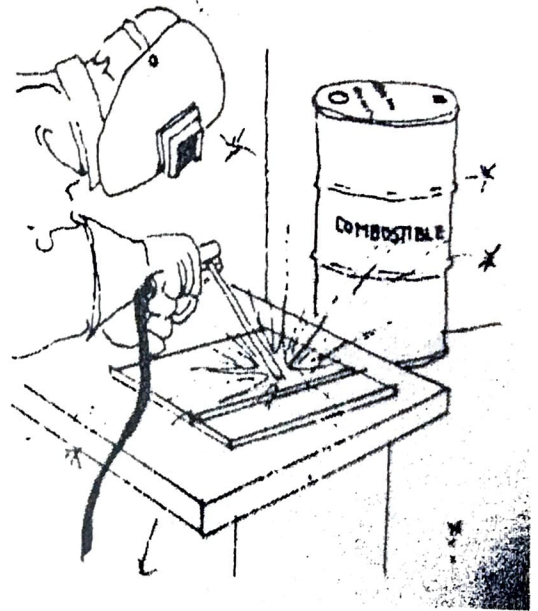
Condiciones ambientales que deben ser consideradas:

**RIESGOS DE INCENDIOS:** Nunca se debe soldar en la proximidad de líquidos inflamables, gases, vapores, metales en polvos, o polvos combustibles.

Cuando pudiera ser que el área de soldadura contuviera gases, vapores o polvos, es necesario tener perfectamente aireado y ventilado el lugar mientras se suelda.

Nunca soldar en la vecindad de materiales inflamables o de combustibles no protegidos.

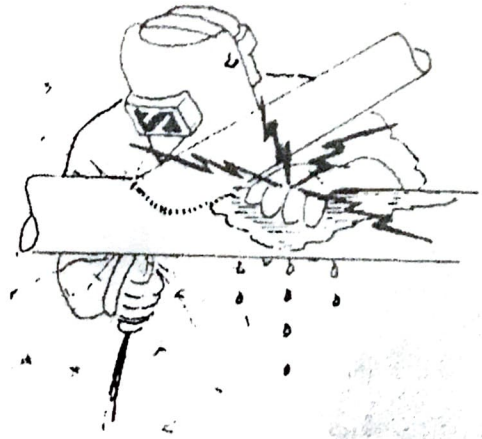
**VENTILACIÓN:** Soldar en áreas confinadas o sin ventilación adecuada puede considerarse una operación arriesgada, porque al consumirse el oxígeno disponible, a la par con el calor de la soldadura y el humo resultante, el operador queda expuesto a severas molestias y enfermedades.



**HUMEDAD:** La humedad entre el cuerpo y algo electrificado, forma una línea a tierra que puede conducir corriente al cuerpo del operador y producir un choque eléctrico.

El operador nunca debe estar en una posa o en un suelo húmedo cuando suelda, como tampoco trabajar en un lugar húmedo.

Deberá conservar sus manos, vestimenta y lugar de trabajo continuamente secos.



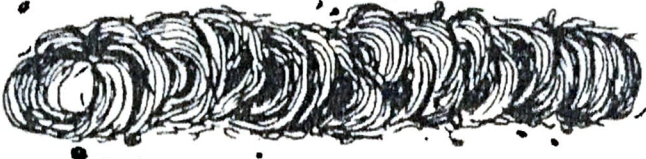
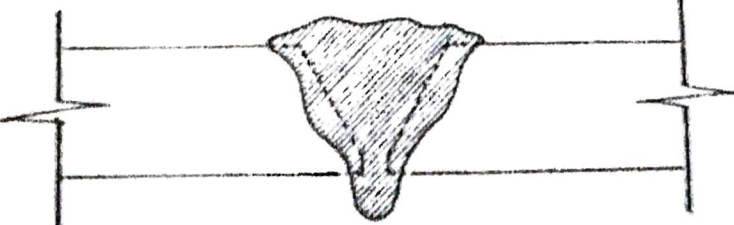
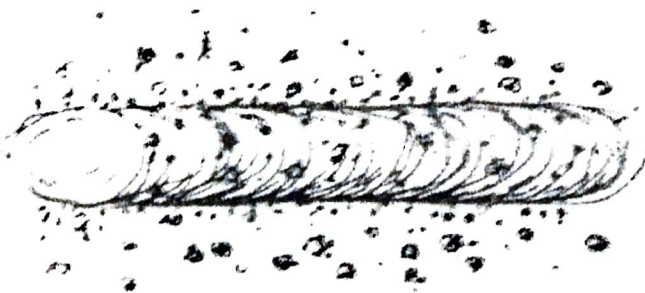
### SELECCIÓN DEL ELECTRODO ADECUADO

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 estas 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 su máquina soldadora
4. En qué posición o posiciones se soldará
5. Tipo de unión y facilidad de fijación de la pieza
6. Si el depósito debe poseer alguna característica especial, como son: resistencia a la corrosión, gran resistencia a la tracción, ductilidad, etc.
7. Si la soldadura debe cumplir condiciones de alguna norma o especificaciones especiales

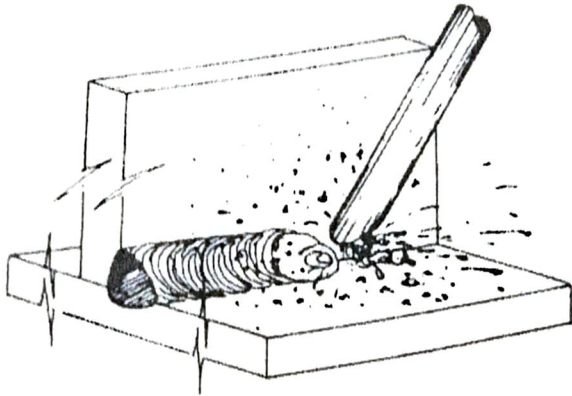
Después de considerar cuidadosamente los factores antes indicados, el operador no debe tener dificultad en elegir un electrodo INDURA, el cual le dará un arco estable, depósitos parejos, escoria fácil de remover y un mínimo de salpicaduras, que son las condiciones esenciales para obtener un trabajo óptimo.

**PROBLEMAS Y DEFECTOS COMUNES EN LA SOLDADURA AL ARCO**

DEFECTO	CAUSAS Y SOLUCIONES
<p data-bbox="56 353 370 398"><b>MAL ASPECTO</b></p> 	<p data-bbox="914 365 1364 409"><b>CAUSAS PROBABLES:</b></p> <ol data-bbox="914 414 1494 638" style="list-style-type: none"> <li>1.-Conexiones defectuosas</li> <li>2.-Recalentamiento</li> <li>3.-Electrodo inadecuado</li> <li>4.-Longitud de arco y amperaje inadecuado</li> </ol> <p data-bbox="914 694 1356 739"><b>RECOMENDACIONES:</b></p> <ol data-bbox="914 743 1559 1052" style="list-style-type: none"> <li>1.-Usar la longitud de arco, el ángulo (posición) del electrodo y la velocidad de avance adecuados.</li> <li>2.-Evitar el recalentamiento</li> <li>3.-Usar un vaivén uniforme</li> <li>4.- Evitar usar corriente demasiado elevada</li> </ol>
<p data-bbox="56 1059 581 1104"><b>PENETRACION EXCESIVA</b></p> 	<p data-bbox="914 1070 1356 1115"><b>CAUSAS PROBABLES:</b></p> <ol data-bbox="914 1120 1412 1243" style="list-style-type: none"> <li>1.-Corriente muy elevada</li> <li>2.-Posicion inadecuada del electrodo</li> </ol> <p data-bbox="914 1299 1339 1344"><b>RECOMENDACIONES</b></p> <ol data-bbox="914 1348 1502 1568" style="list-style-type: none"> <li>1.-Disminuir la intensidad de la corriente</li> <li>2.-Mantener el electrodo a un ángulo que facilite el llenado de bisel.</li> </ol>
<p data-bbox="56 1619 576 1664"><b>SALPICADURA EXCESIVA</b></p> 	<p data-bbox="914 1630 1380 1675"><b>CAUSAS PROBABLES :</b></p> <ol data-bbox="914 1680 1388 1803" style="list-style-type: none"> <li>1.- Corriente muy elevada</li> <li>2.-Arco muy largo</li> <li>3.- Soplo magnético excesivo</li> </ol> <p data-bbox="914 1848 1347 1892"><b>RECOMENDACIONES</b></p> <ol data-bbox="914 1897 1567 2060" style="list-style-type: none"> <li>1.- Disminuir la intensidad de la corriente</li> <li>2.-Acortar el arco</li> <li>3.- Ver lo indicado para "ARCO DESVIADO O SOPLADO".</li> </ol>



### ARCO DESVIADO



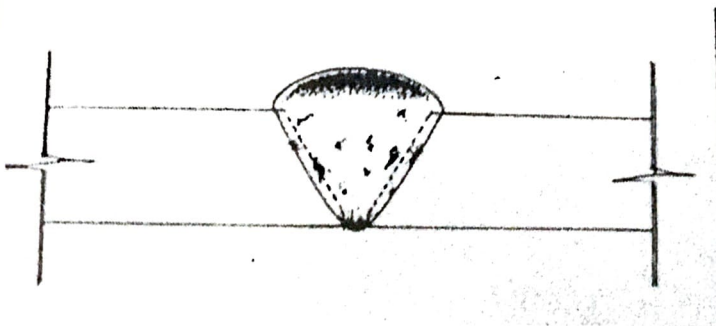
#### CAUSAS PROBABLES

1.-El campo magnético generado por la C.C, que produce la desviación del arco (soplo magnético)

#### RECOMENDACIONES

- 1.- Usar C.A
- 2.-Contrarrestar la desviación del arco con la posición del electrodo, manteniéndolo en un ángulo apropiado
- 3.-Cambiar de lugar la grampa de tierra
- 4.- Usar un banco de trabajo no magnético
- 5.- Usar barras de bronce o cobre para separar la pieza del banco

### SOLDADURA POROSAS



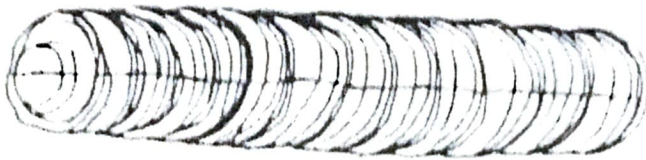
#### CAUSAS PROBABLES

- 1.-Arco corto
- 2.-Corriente inadecuada
- 3.-Electrodo defectuoso

#### RECOMENDACIONES

- 1.-Averiguar si hay impurezas en el metal base
- 2.-Usar corriente adecuada
- 3.-Utilizar el vaivén para evitar sopladuras
- 4.-Usar electrodo adecuado para el trabajo
- 5.-Mantener el arco más largo
- 6.-Usar electrodos de bajo contenidos de hidrógeno

## SOLDADURAS AGRIETADAS



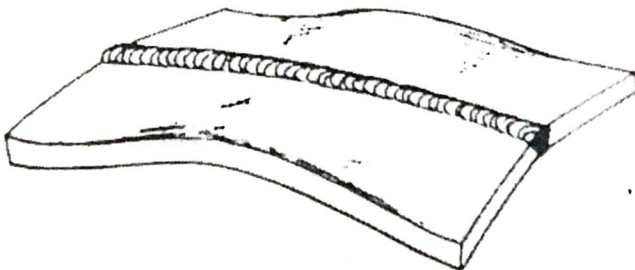
## CAUSAS PROBABLES

- 1.- Electrodo inadecuado
- 2.-Falta de relación entre el tamaño de la soldadura y las piezas que se unen
- 3.- Soldaduras defectuosas
- 4.- Mala preparación
- 5.- Unión muy rígida

## RECOMENDACIONES

- 1.- Eliminar la rigidez de la unión con un buen proyecto de la estructura y un procedimiento de soldadura adecuada.
- 2.- Precalear las piezas
- 3.- Evitar soldaduras con primeras pasadas
- 4.-Soldar desde el centro hacia los extremos y bordes
- 5.-Seleccionar un electrodo adecuado
- 6.-Adaptar el tamaño de las soldaduras al de las piezas
- 7.-Dejar en las uniones una separación adecuada y uniforme

## COMBADURA



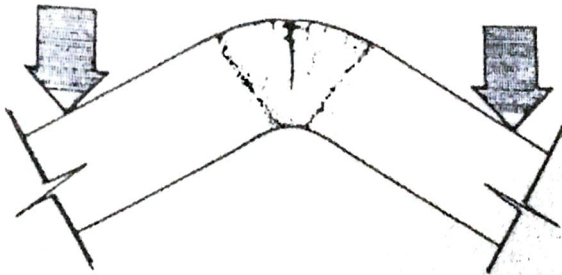
## CAUSAS PROBABLES

- 1.- diseño inadecuado
- 2.-Contracción del metal de aporte
- 3.-Sujección defectuosa de las piezas
- 4.-Preparación deficiente
- 5.-Recalentamiento en la unión

## RECOMENDACIONES

- 1.-Corregir el diseño
- 2.-Martillar con martillo de (peña) los bordes de la unión antes de soldar.
- 3.-Aumentar la velocidad de trabajo(avance)
- 4.-Evitar la separación excesiva entre las piezas
- 5.-Fijar las piezas adecuadamente
- 6.-Usar un respaldo de enfriador
- 7.-Adoptar una secuencia de trabajo
- 8.-Usar electrodos de alta velocidad y moderada penetración

### Soldadura quebradiza



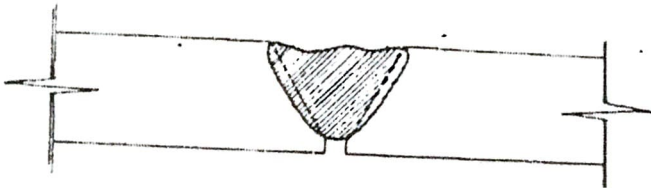
### CAUSAS PROBABLES

- 1.- Electrodo inadecuado
- 2.- Tratamiento no térmico deficiente
- 3.- Soldadura endurecida al aire
- 4.- Enfriamiento brusco

### RECOMENDACIONES

- 1.- Usar un electrodo con bajo contenido en hidrogeno del austenítico.
- 2.- Calentar antes y después de soldar en ambos casos
- 3.- Procurar poca penetración dirigiendo el arco hacia el cráter
- 4.- Asegurar un enfriamiento lento

### Penetración incompleta



### CAUSAS PROBABLES

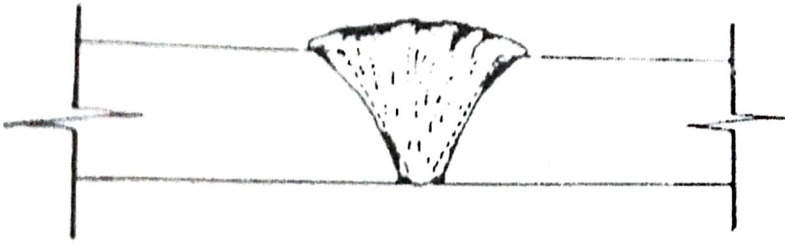
- 1.- Velocidad excesiva
- 2.- Electrodo excesivo
- 3.- Corriente muy baja
- 4.- Preparación deficiente
- 5.- Electrodo de  $\varnothing$  pequeño

### RECOMENDACIONES

- 1.- Usar la corriente adecuada. Soldar con lentitud necesaria Para lograr una buena penetración de raíz.
- 2.- Velocidad adecuada
- 3.- Calcular correctamente la penetración del electrodo
- 4.- Elegir un electrodo del tamaño del bisel
- 5.- Dejar suficiente separación en el fondo del bise



### Fusión deficiente



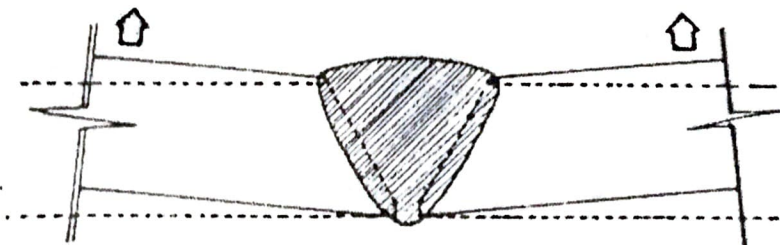
### CAUSAS PROBABLES

- 1.-Velocidad inadecuada
- 2.-Corriente mal graduada
- 3.-Preparacion deficiente
- 4.-Tamaño del electrodo inadecuado

### RECOMENDACIONES

- 1.-Adaptar el  $\varnothing$  del electrodo al ancho del bisel
- 2.-La oscilación debe sr lo suficientemente amplia como para fundir los costados de la unión
- 3.-Graduar la corriente para lograr aporte y penetración adecuado
- 4.-Detenerse levemente en los bordes, para lograr una buena fusión

### Distorsión (deformación)



### CAUSAS PROBABLES

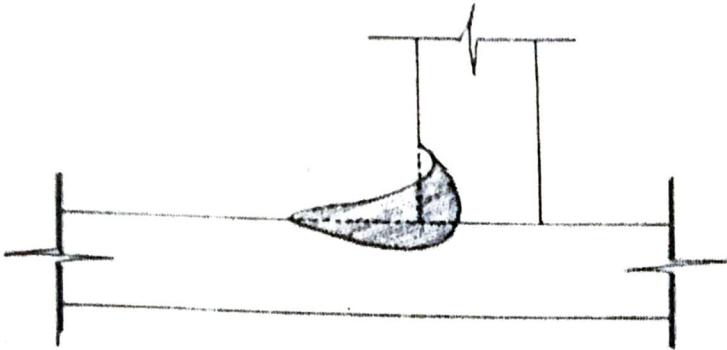
- 1.-Calentamiento desigual o irregular.
- 2.- Orden ( secuencia ) inadecuada de operación
- 3.-Contraccion del metal de aporte.

### RECOMENDACIONES

- 1.- Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas.
- 2.-Conformar las piezas antes de Soldarlas
- 3.-Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o Conformación antes de soldar.
- 4.- Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme
- 5.-Inpeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.



## Socavado



### CAUSAS PROBABLES

- 1.- Manejo defectuoso del electrodo
- 2.- Selección inadecuada del tipo del electrodo
- 3.- Corriente muy elevada

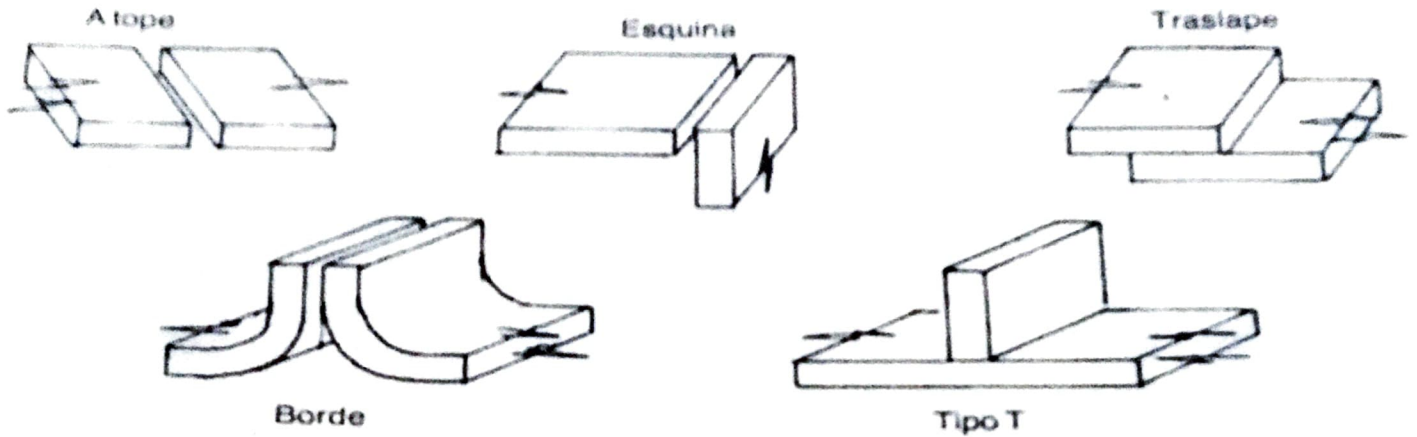
### RECOMENDACIONES

- 1.- Usar vaivén uniforme en las soldaduras de tope
- 2.- Usar electrodos adecuados
- 3.- Evitar el vaivén exagerado
- 4.- Usar corriente moderada y soldar lentamente
- 5.- Sostener el electrodo a una distancia prudente del plano vertical al soldar filetes horizontales.

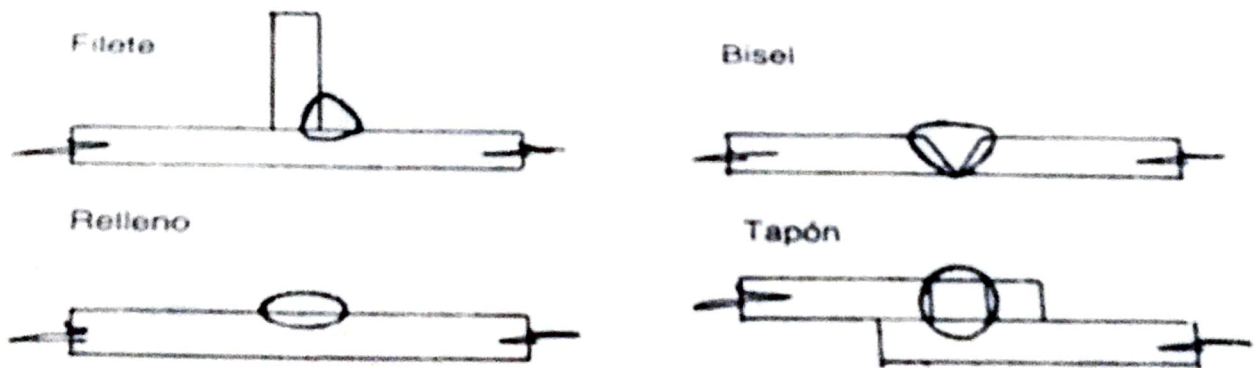


## ESQUEMAS BASICOS

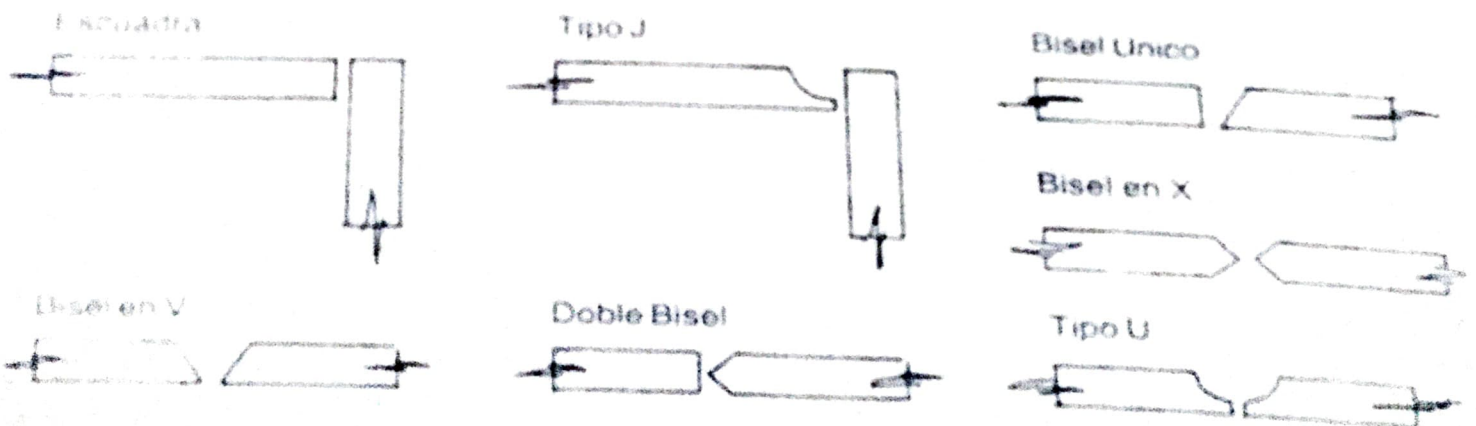
### TIPOS DE UNION



### TIPOS DE SOLDADURA



### VARIACIONES DE BISEL

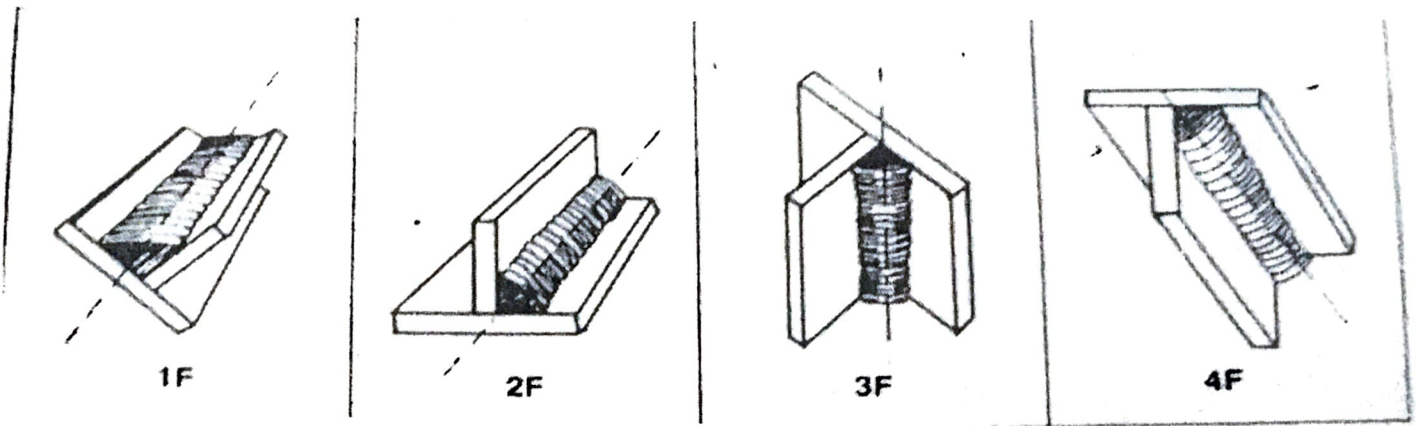




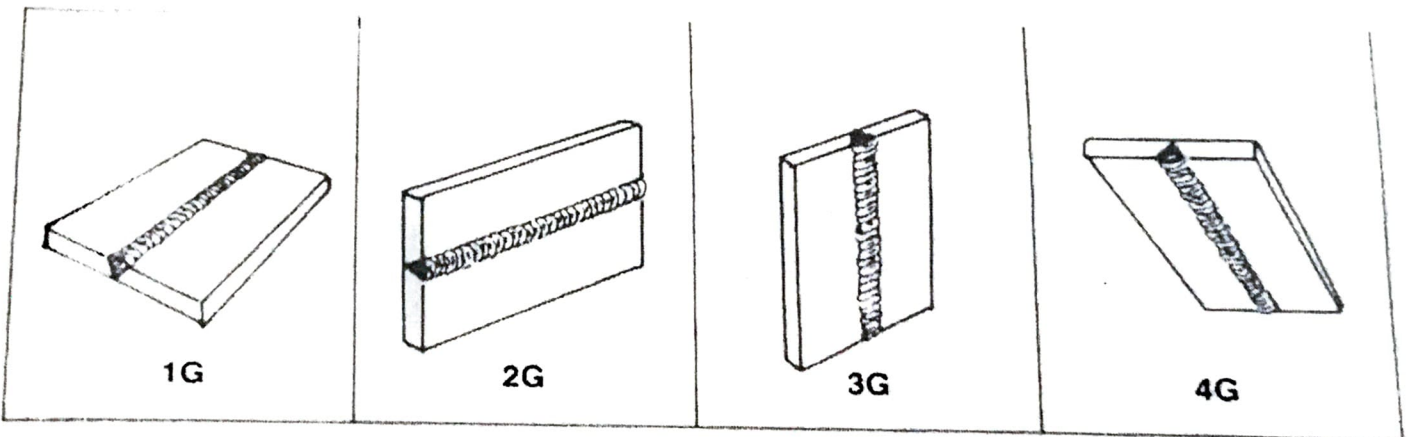
# POSICIONES EN SOLDADURAS

Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
-------	------------	----------	-------------

## Uniones de filetes



## Uniones biseladas



## Uniones de tuberías

