

## DENOMINACION DE LA ACCION FORMATIVA

XORNADAS DE TRANSPORTE E  
MANTEMENTO DE VEHICULOS  
SANTIAGO - SEPTIEMBRE 2012

### 1. CONCEPTO DE SOLDADURA

## **INDICE**

### **1. CONCEPTO DE SOLDADURA**

#### **1.1. GENERALIDADES**

#### **1.2. CEBADO DEL ARCO**

#### **1.3. PUNTEADO**

#### **1.4. POSICION DE SOLDADURA**

#### **1.5. METODO OPERATORIO**

#### **1.6. DEPOSITO DE CORDONES**

### **2. DEFECTOS EN LA SOLDADURA**

#### **2.1. DEFECTOS INTERNOS**

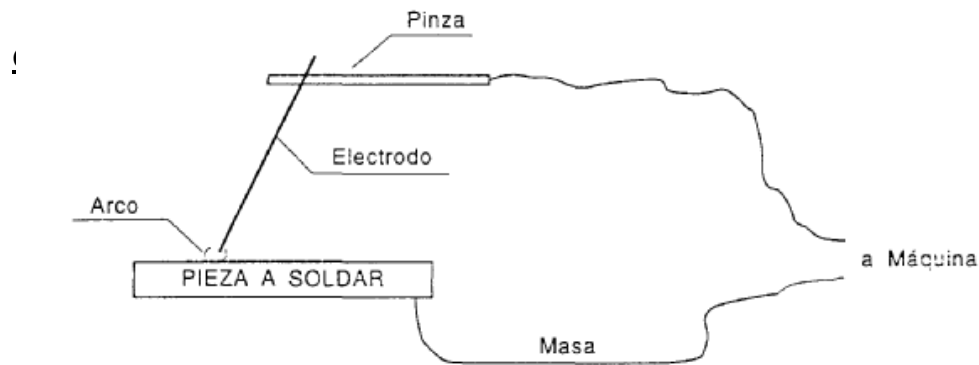
#### **2.2. DEFECTOS EXTERNOS**

## 1. CONCEPTO DE SOLDADURA

### 1.1. Generalidades

La soldadura eléctrica por arco, es la unión de dos piezas por fusión de los bordes de las mismas y de otro elemento que se denomina electrodo, el cual aporta material a la unión.

El arco que se genera ha de ser de gran intensidad y bajo voltaje, de aquí la necesidad de las máquinas de soldadura que se encargan de realizar la transferencia de la corriente eléctrica. Durante la soldadura la temperatura que produce el arco eléctrico, formado entre el electrodo y la masa, funde a aquél, cuyas gotitas son arrastradas hacia la zona de soldadura, pasando así el material del electrodo a las piezas a soldar formándose un baño fundido en el que se encuentran los dos materiales a soldar y el de aportación, que una vez solidificado forma lo que se llama el cordón o costura.

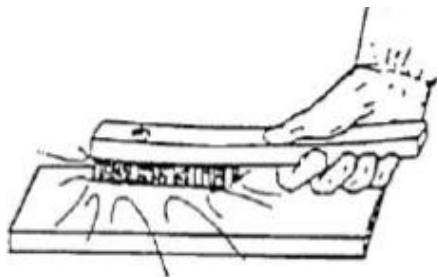


### 1.2 Cepar y mantener el arco eléctrico

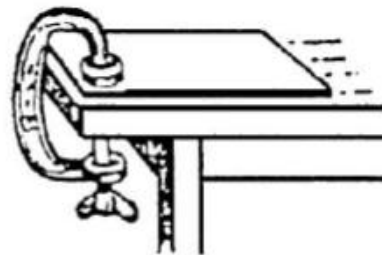
Esta operación se realiza al iniciar la soldadura por arco eléctrico, razón por la cual debe ser dominada con la mayor eficiencia posible. Comprende la acción de producir un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza manteniéndolo sin que se apague.

El proceso de ejecución tiene los siguientes pasos:

- Limpiar la pieza con el cepillo de acero hasta que el material quede limpio de grasas, óxidos y pinturas y de exceso de humedad, protegiéndose la vista con gafas de seguridad.
- Colocar el material sobre la mesa, asegurándose que la pieza queda fija.

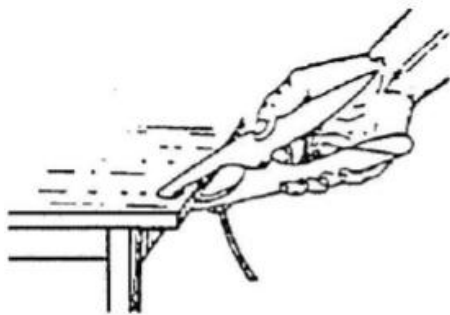


*Limpiar material*

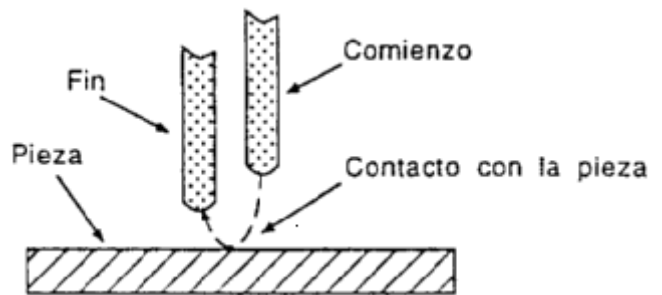


*Colocar material*

- Conectar la máquina, ajustar la polaridad con el electrodo a usar y verificar que los conductores (cables) están en buen estado y aislados.
- Regular el amperaje de la máquina en función del electrodo, la regulación se realizará de acuerdo al sistema que posee la máquina que se utilice.
- Fijar la conexión de masa sobre la mesa de soldar estableciendo buen contacto de la conexión a masa.
- Colocar el electrodo en la pinza porta-electrodo:
  - a. Tomar la pinza porta-electrodo con la mano más hábil.
  - b. Asegurar el electrodo por la parte desnuda del mismo dentro de la mandíbula del porta-electrodo.
  - c. Colocar el equipo protector y controlar su buen estado.



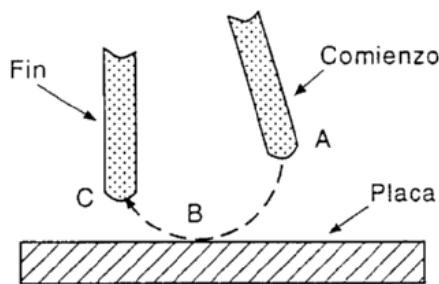
*Fijar conexión*



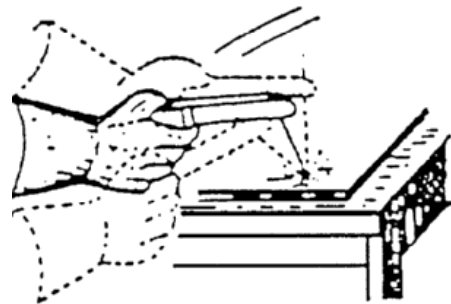
*Tocar pieza con electrodo*

- Cebiar el arco:
  - a. Aproximar el extremo del electrodo a la pieza.
  - b. Protegerse con la careta.
  - c. Tocar la pieza con el electrodo y retirarlo para formar el arco. Detenerse unos segundos antes de avanzar.
  - El cebado puede efectuarse también por raspado.
  - Manténgase el electrodo a una distancia igual al diámetro de su núcleo y en caso de pegarse el electrodo, moverlo rápidamente.
  - Apagar el arco, retirando el electrodo de la pieza. Esperar unos segundos sin avanzar antes de retirarlo para evitar el cráter final.

Es de gran importancia tanto al iniciar como al finalizar la soldadura, detenerse unos segundos sin avanzar antes de empezar el cordón o interrumpir la soldadura.



*Distancia del electrodo*

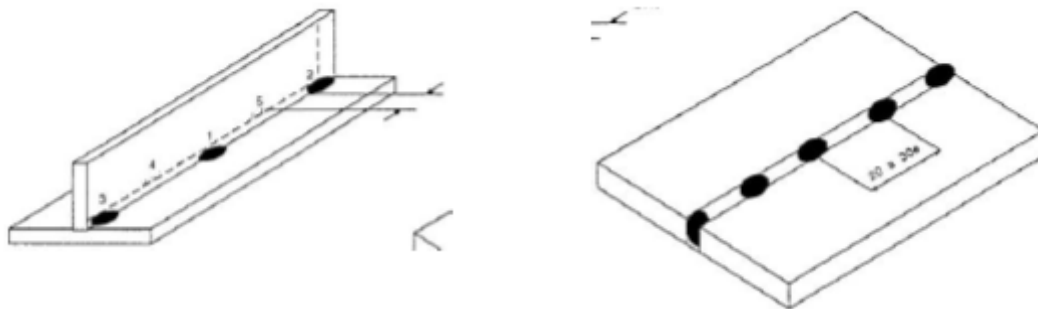


*Apagar arco*

### **1.3. Punteado de las piezas**

Las piezas antes de ser soldadas requieren una preparación previa para lograr su correcta unión: achaflanado de bordes cuando en razón de su espesor o tipo de junta sea necesario; limpieza absoluta, siempre, de óxidos, grasas, pinturas, etc., de los bordes y punteado.

La operación de punteado consiste en sujetar las piezas por medio de pequeñas aportaciones de material (puntos de soldadura) distribuidos convenientemente a lo largo de la junta con el fin de evitar, siquiera en parte, las deformaciones que a causa de los efectos de dilatación y contracción del material se originan por el calor del arco eléctrico. La distancia entre puntos, como norma aproximada a aplicar, es de 20 a 30 veces el espesor de las chapas.



*Orden de los puntos*

### **1.4. Posición de soldadura**

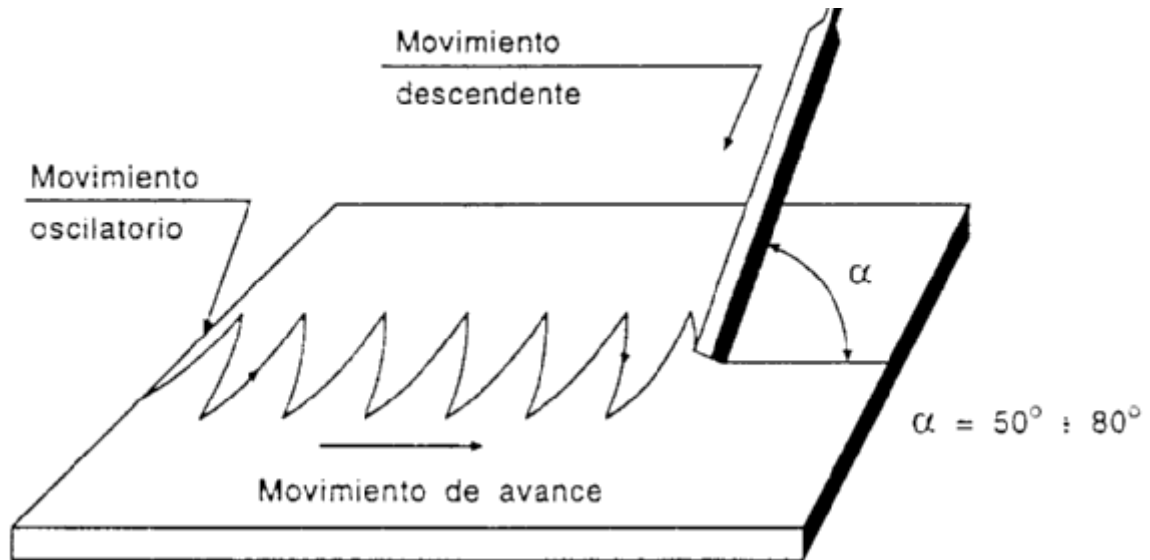
La posición idónea de soldeo es el plano horizontal por las numerosas ventajas que ofrece el método.

Tales son, principalmente: facilidad operatoria, mayor velocidad de soldeo, menor riesgo de defectos.

Estos factores influyen favorablemente en la calidad y economía de la obra soldada por lo que se hace aconsejable, siempre que sea posible, la realización de las soldaduras en el plano horizontal. Con este fin se utilizan medios auxiliares electromecánicos (viradores o posicionadores) para situar las uniones horizontalmente en piezas o conjuntos soldados que dado su volumen no pueden ser manejados manualmente. Como es de suponer la utilización de los medios auxiliares tiene sus propias limitaciones y en las grandes construcciones metálicas como barcos, estructuras de puentes o edificios, etc., se hace preciso soldar en la posición de montaje con uniones en: horizontal, vertical, horizontal sobre plano vertical (cornisa), bajo techo o plano inclinado.

### 1.5. Método operatorio

Al realizarse la soldadura se ha de mantener en una determinada posición el electrodo y además imprimirle un movimiento uniforme, que permita una distribución correcta del material fundido, variando la situación y el movimiento del electrodo según sea la posición de la junta a soldar.

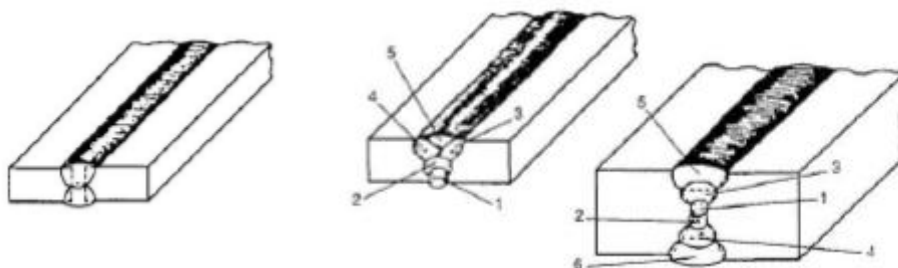


*Movimiento plano horizontal*

En el plano horizontal el electrodo está sometido a tres movimientos fundamentales: movimiento de avance, descendente y oscilatorio.

La irregularidad en cualquiera de estos movimientos produce alteraciones en la altura, anchura y penetración del cordón, resultando sin uniformidad y de feo aspecto. El movimiento oscilatorio que determina la anchura del cordón se suprime cuando el cordón es estrecho. El ángulo de inclinación del electrodo respecto a la pieza, en el sentido de avance, varía entre 50 y 80° según el tipo de electrodo que se utilice. En sentido transversal la posición del electrodo es perpendicular a la pieza.

A continuación se representan tres tipos de uniones a tope muy generalizados, indicándose el orden en el depósito de cordones.

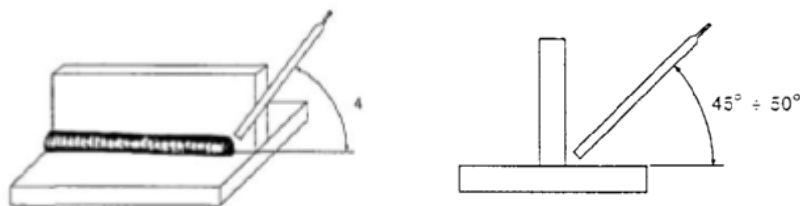


*Tipos de uniones*

El soldeo de uniones en rincón puede realizarse en las posiciones que indican las figuras:



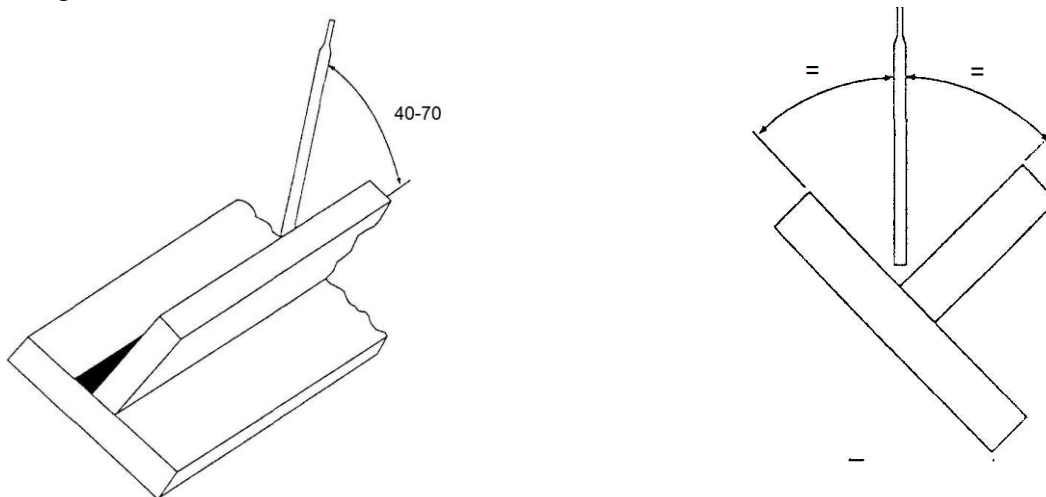
*Uniones en rincón*



*Soldar el Angulo*

Es aconsejable, siempre que sea posible, soldar en ángulo posicionando, por cuanto el riesgo de defectos en el cordón es siempre menor.

La posición del electrodo, movimientos y procedimientos de recargue se significan en las figuras siguientes:



*longitudinal*

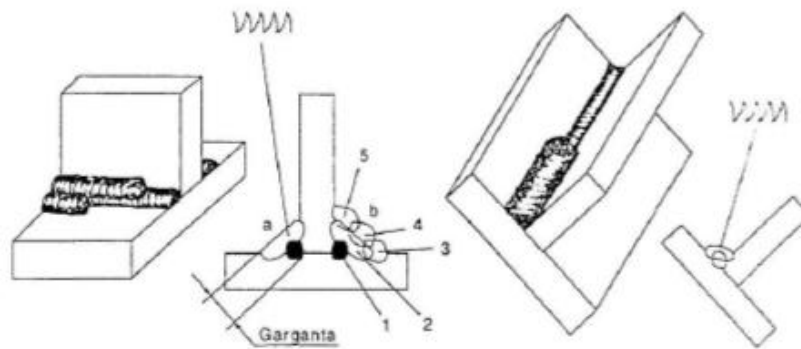
*transversal*

*Posición del electrodo, movimientos y procedimientos*

### **1.6. Depósito de cordones**

Dependiendo de la garganta exigible de cordón en el soldeo en rincón se depositarán uno o varios cordones.

En el rincón sin posicionar puede hacerse el recargue por pasada ancha hasta un cierto límite con un movimiento oscilatorio de la punta del electrodo, realizándose por pasadas estrechas para gargantas o cuellos superiores de cordón sin apenas movimiento transversal del electrodo en el orden indicado en la figura. Para el cordón de raíz (primer cordón que se deposita en el rincón) no se imprime movimiento oscilatorio al electrodo y se procura utilizar un diámetro relativamente pequeño con una intensidad ligeramente superior a la normal con el fin de obtener una buena fusión y penetración del material en la junta. Las juntas en rincón posicionado se sueldan por pasadas anchas.



*Depósito de cordones*

La soldadura en vertical puede realizarse de dos formas: descendente y ascendente.

En vertical descendente los movimientos pueden ser dos: rectilíneo y en zig-zag.

El movimiento rectilíneo se aplica generalmente en el soldeo de chapas finas y cordón de raíz en chapas gruesas. La punta del electrodo se conduce pegada a la chapa, utilizándose electrodos de escoria muy viscosa para que no se adelante al arco. La posición del electrodo es perpendicular en sentido transversal y un ángulo de inclinación de 35-45° en sentido de avance.

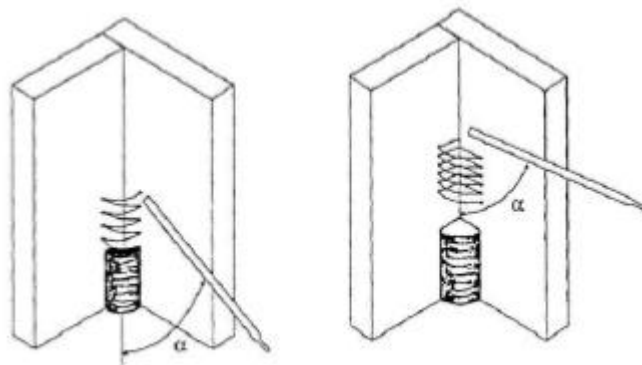


*Movimiento rectilíneo*

El movimiento de zig-zag debe hacerse con rapidez para evitar descolgamientos del material fundido; se aplica, por lo general, en pasadas de recargue en uniones en chaflán y ángulo. El ángulo es variable entre 70 y 90°, siendo de unos 70° con electrodos ácidos y de 80° para rutilos y básicos.



En vertical ascendente se aplica el movimiento oscilatorio y triangular según figuras.

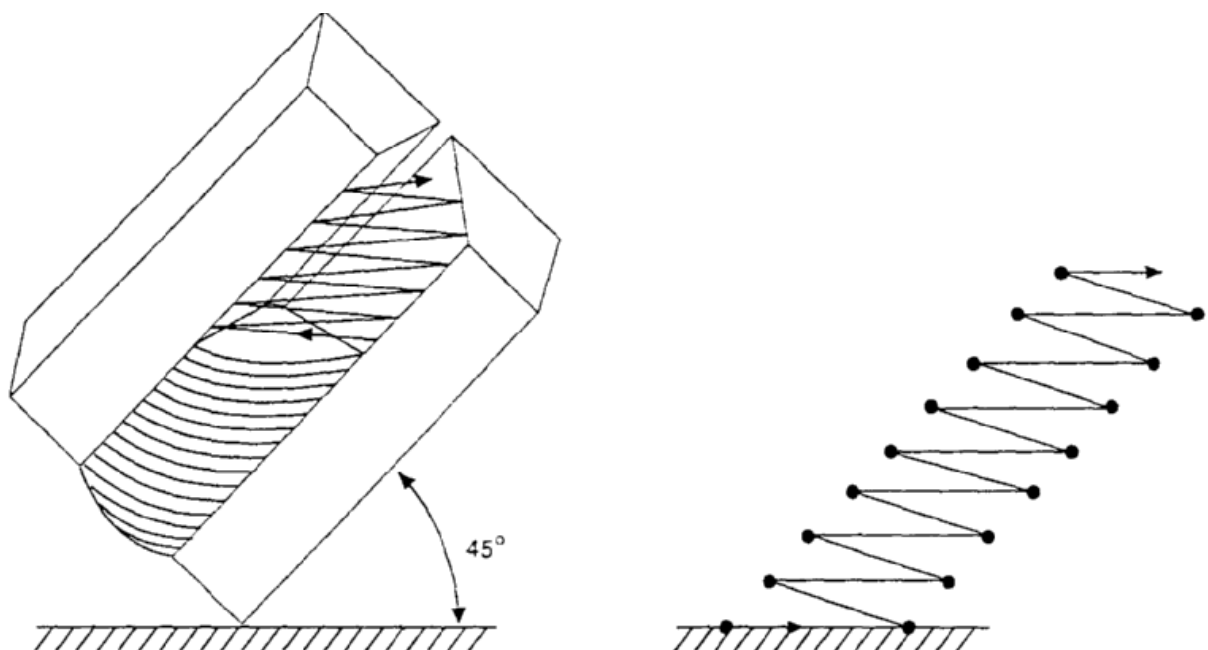


*Movimiento vertical ascendente*

El movimiento triangular es aplicable cuando se desean obtener cordones gruesos en una sola pasada.

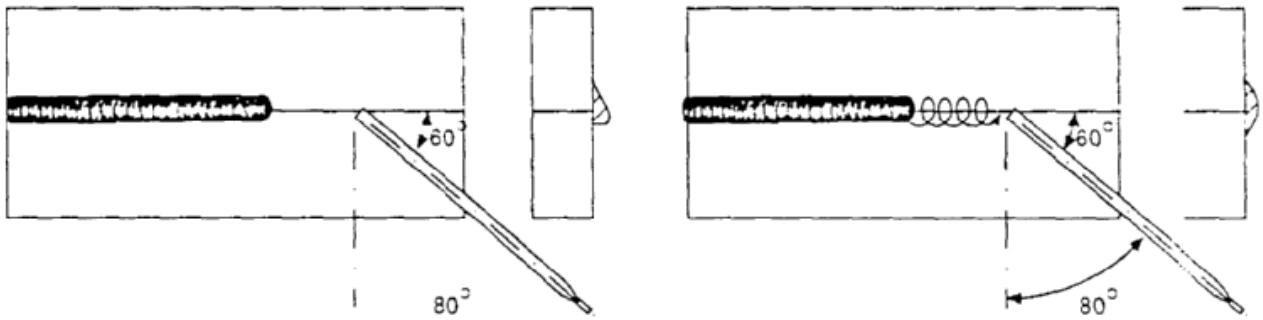
En el movimiento de zig-zag es necesario retener un momento, a punta del electrodo en los extremos de la pasada para que el cordón resulte plano y no se produzcan mordeduras. Para ambos movimientos el ángulo de inclinación del electrodo es variable: con electrodos ácidos es de unos  $45^\circ$  y con básicos y rutilos se halla comprendido entre  $60$  y  $90^\circ$ .

Para el soldeo de piezas en vertical inclinado el movimiento y posición del electrodo son los mismos que para vertical ascendente, procurando que el movimiento de la junta del electrodo en el zig-zag sea paralelo al suelo.



*Soldeo piezas en vertical*

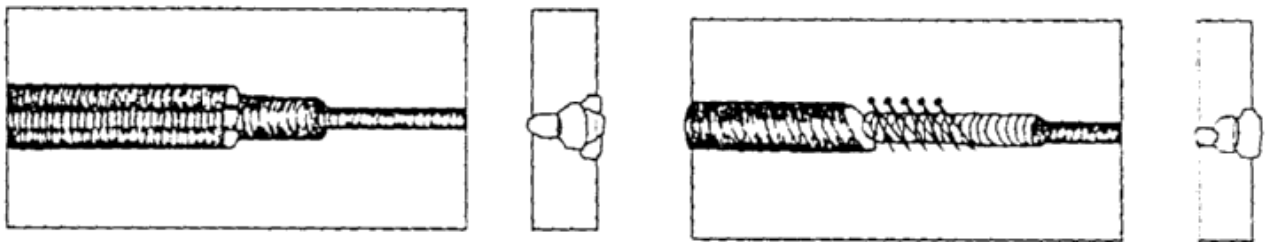
En cornisa los movimientos de electrodo pueden ser los de las figuras siguientes:



*En cornisa*

Estos movimientos son adecuados para el depósito de cordones estrechos, teniendo en cuenta que el metal depositado con movimiento rectilíneo tiene tendencia a descolgarse, como se significa en la figura.

Para cordones anchos con parecidos ángulos de electrodo, se practican los métodos siguientes:

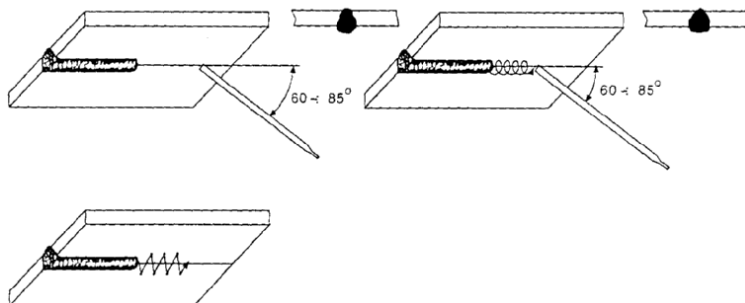


*Cordones anchos*

La soldadura bajo techo se realiza practicando los siguientes movimientos de la punta del electrodo:

- Rectilíneo, para cordones estrechos; el cordón resulta abultado en el centro.
- Circular, para cordones estrechos; cordón menos abultado.
- Oscilatorio (zig-zag) para cordones anchos, con retención a los lados del cordón.

Para todos los casos el ángulo del electrodo respecto a la pieza varía entre 60 y 85°.



*Angulo electrodo para casos en Angulo*

Un factor muy importante a considerar para la obtención de soldaduras de calidad es la regulación adecuada de la intensidad. Esta, principalmente, va relacionada con el diámetro del electrodo y la posición de soldeo; sin embargo influyen otros factores como tipo de electrodo, temperatura de la pieza, preparación y separación de los bordes, etc.

## 2. DEFECTOS EN LA SOLDADURA

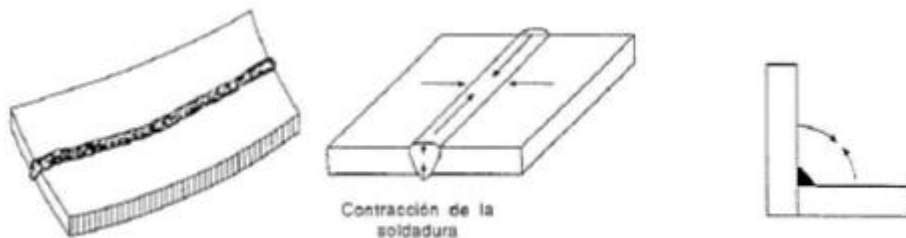
Durante la realización de una unión soldada, son muchos los defectos que pueden aparecer. Con el fin de razonar las causas que los producen y las formas de evitarlos, vamos a dividir los defectos en dos tipos: defectos externos y defectos internos.

### 2.1. Defectos externos

Los principales defectos externos que pueden hallarse en un cordón de soldadura son:

#### 1. Deformación de piezas

Por regla general se puede decir que toda construcción tiene un determinado grado de rigidez; al unir las diversas partes de que consta por soldadura y debido a la localización del calor en las juntas a soldar se producen en el material dilataciones y contracciones de distinta magnitud, lo que da lugar al nacimiento en el material de tensiones internas las cuales cuando son superiores al límite elástico del metal pueden llegar a producir deformaciones importantes no tolerables en ningún caso. Son muchos los métodos existentes para evitar o al menos disminuirlas al máximo.



*Deformación de piezas*

### MÉTODOS PARA REDUCIR TENSIONES

Calentamiento de la pieza antes y después de la soldadura para compensar las tensiones entre el cordón y la pieza.

Se martillea el cordón para impedir una contracción brusca del cordón y el material continuo.

Soldando a pasos sólo en la pasada de raíz con una buena secuencia de soldadura, método empleado mucho en la construcción de vigas armadas.

### **MÉTODOS PARA REDUCIR LAS DEFORMACIONES**

Como ya hemos indicado se ha de soldar de forma que las tensiones creadas no excedan del límite elástico del material pues en este caso se producen deformaciones en él, para evitarlo se ha de tener en cuenta lo siguiente:

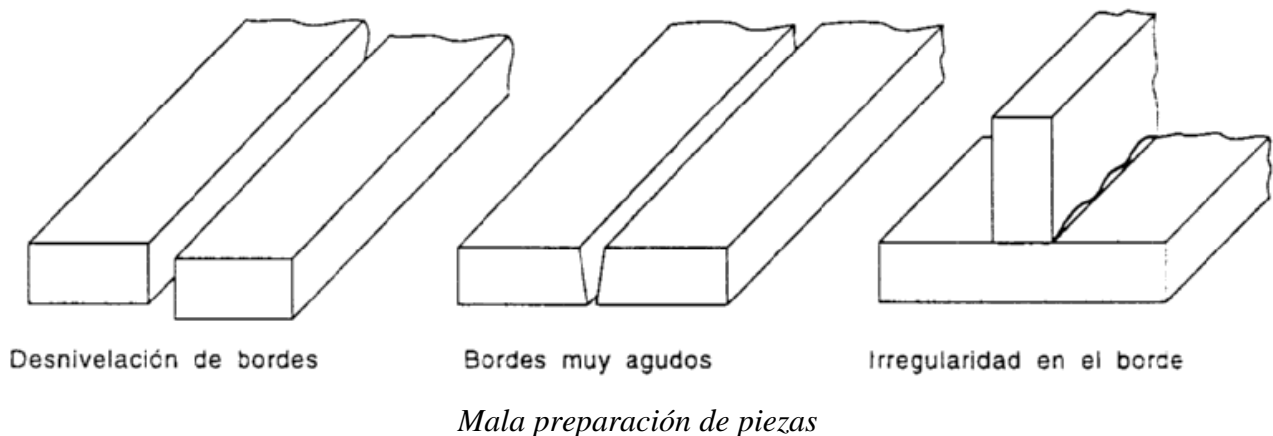
- Dar preferencia al orden de ejecución que permita una distribución tal que en todo momento el material depositado esté situado simétricamente al mayor número de elementos simétricos.
- Evitar localizar cantidades elevadas de calor.

### **EMPLEO DE VARIOS SOLDADORES**

- Comenzar a soldar las uniones que provoquen una máxima contracción.
- Descomponer la obra en prefabricados.
- Empezar a soldar por el centro.

#### 2. Mala preparación de piezas

Una mala preparación de los bordes a unir nos produce casi siempre defectos en la unión, tales como:



### **FALTA DE FUSIÓN DE LOS BORDES**

Por no ser una línea recta la junta y ser prácticamente imposible dirigir el arco al centro de la misma. También al existir desnivelación ocurre lo mismo.

### **PENETRACIÓN NO UNIFORME**

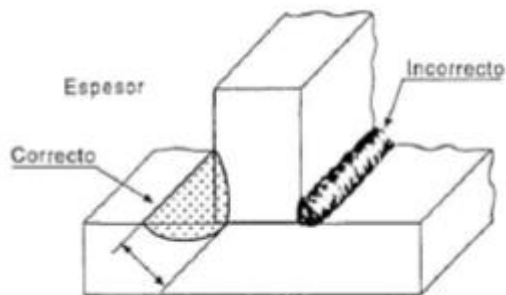
Ya que al haber una separación desigual a lo largo de la junta, unas veces habrá descolgamiento de material y otras no habrá llegado a penetrar lo suficiente.

## INCLUSIONES DE ESCORIA

Sobre todo en el caso de soldaduras en chaflán cuando éstos son muy agudos al picar la escoria no es fácil quitarla.

### 3. Falta de resistencia del cordón

Fundamentalmente este defecto se da en las uniones en ángulo donde es necesario un tamaño mínimo de la garganta del cordón la cual es la altura del triángulo rectángulo isósceles máximo inscrito en el cordón.

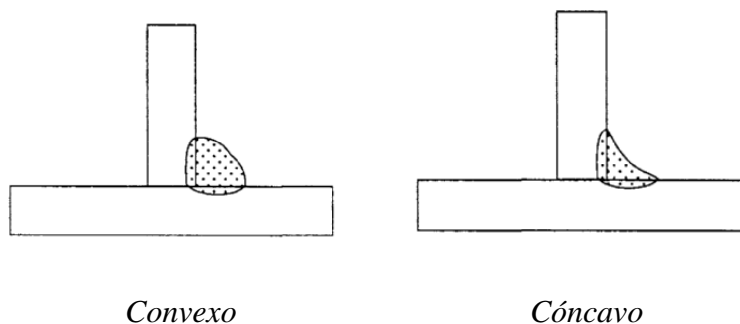


### 4. Cordón convexo

Produce efectos de una entalla a lo largo del cordón disminuyendo las características mecánicas. En los cordones interiores este defecto da lugar a inclusiones de escoria y falta de fusión; se debe a intensidad baja.

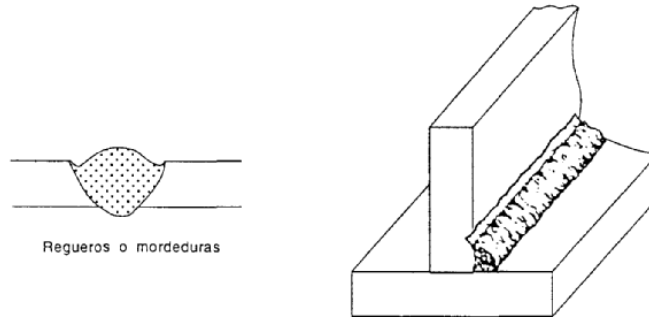
### 5. Cordón cóncavo

Da lugar a disminución de la sección útil de la pieza disminuyendo la resistencia por exceso de intensidad o arco muy largo.



## 6. Mordeduras

Es un defecto que produce una entalla en los laterales del cordón.

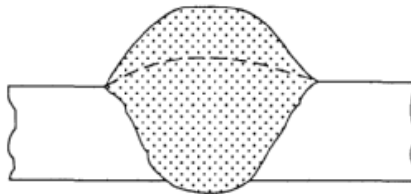


*Mordeduras*

Normalmente este defecto es consecuencia de un mal método operatorio o un exceso de intensidad. Tienden a aparecer en la soldadura con electrodos básicos en uniones en chaflán.

## 7. Sobre espesor del cordón

El cordón cóncavo es perjudicial entre otras cosas porque disminuye la sección útil y por consiguiente las características mecánicas; un sobre-espesor también es perjudicial pues nos trae consigo una mayor rigidez de obra no distribuyéndose bien las tensiones cuando la obra ha de soportar fuerzas dinámicas.



*Excesivo espesor del cordón*

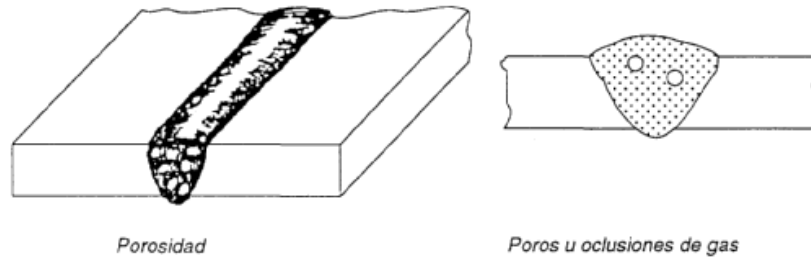
Se debe a un mal método operatorio o a una intensidad demasiado baja.

## **2.2. Defectos internos**

Los principales defectos internos son:

### 1. Porosidades

Se denominan poros las oquedades globulares que no tienen materia sólida en su interior.



### Porosidades

Se producen al consumirse en exceso los elementos desoxidantes quedando en menos cantidad para combinarse con los gases que se desprenden durante el proceso de soldadura. Salen como consecuencia de un exceso de intensidad y arco largo en soldadura. Las fuentes que pueden dar lugar a poros son:

- ELECTRODOS HÚMEDOS

Dando lugar a poros de hidrógeno nefastos ya que los poros globulares pueden ser iniciación de fisuras.

- METAL BASE OXIDADO

En la soldadura del óxido de hierro, se libera hierro y se produce gas que da lugar a poros.

- METAL BASE CON PINTURA

Las pinturas con el calor se descomponen dando lugar a gases los cuales pueden quedar ocluidos en la soldadura.

- METAL BASE CON EXCESO DE AZUFRE

Cantidades superiores al 0,03% de azufre en el metal base dan lugar durante la soldadura, sobre todo si es por el procedimiento semiautomático, a la formación de anhídrido sulfuroso el cual puede dar lugar a poros.

## 2. Fisuras

### TIPOS DE FISURAS

Uno de los problemas más graves que se pueden presentar al realizar la soldadura de una construcción metálica es la fisuración.

Los tipos de fisuras que pueden aparecer son: transversales, longitudinales y de cráter.

- **TRANSVERSALES:** son fisuras perpendiculares al eje de soldadura, suelen producirse en las soldaduras que sufren una gran contracción, soldaduras a baja temperatura.

- **LONGITUDINALES:** son grietas paralelas al eje de soldadura; corrientemente aparecen en el centro del cordón; su causa puede ser como extensión de las fisuras de cráter o de las fisuras en el cordón de raíz.
- **DE CRÁTER:** proceden de la contracción del metal al pasar del estado líquido al sólido el material.



longitudinales



De cráter

Su causa principal es la interrupción brusca del arco formándose el cráter acompañado de un pequeño rechupe del material, éste último es un punto de concentración de tensiones.

Para evitar la fisuración en el cráter se pueden adoptar una de las siguiente medidas:

- Pre calentamiento previo consiguiendo de esta forma evitar la contracción brusca del material de la parte posterior del cráter disminuyendo las tensiones que se acumulan en él.
- Aportar mayor cantidad de material al final del cordón reteniendo el electrodo y cortando el arco.

### CAUSAS DE APARICIÓN DE FISURAS

Entre las causas por las que pueden aparecer fisuras en una obra soldada destacaremos las siguientes:

**RIGIDEZ DE LA OBRA:** las fisuras aparecen cuando las piezas a soldar son muy rígidas. Una de las principales causas por las que una obra es rígida es el gran espesor del material; cuando así ocurra debe pre calentarse el material para evitar que el enfriamiento del cordón sea excesivamente rápido; también se evita la fisuración haciendo una distribución ordenada de cordones facilitando la contracción de las piezas.

**MATERIAL BASE CON GRASA O ACEITE:** tanto la grasa como el aceite al descomponerse por la acción del calor producido por el arco eléctrico dejan en libertad carbono el cual se combina con el metal aportado dando como resultado un material en el cordón de alta resistencia y poca elasticidad.



**EXCESO DE INTENSIDAD EN LA SOLDADURA:** al soldar aceros de alto contenido en carbono este elemento se difunde hacia el metal aportado, siendo esta difusión proporcional a la intensidad; la soldadura sufre una recarburación favoreciendo la fisuración.

Al soldar un acero con exceso de impurezas, éstas forman con el hierro eutécticos que dan lugar a fisuración del cordón. Cuando nos encontramos con un problema de este tipo debemos emplear metal de aportación rico en manganeso con el fin de que por medio de la reacción de éste con el azufre se evite la formación del entéctico.

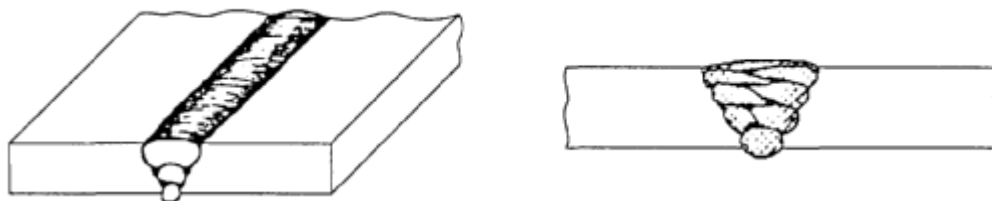
De cualquier forma disminuyendo la intensidad y bajando la mezcla del metal base con el de aportación, disminuiríamos el riesgo de fisuras.

**CORDÓN CON POCA ALTURA DE CUELLO:** los cordones con poca altura de cuello son a veces incapaces de soportar las contracciones de las piezas soldadas apareciendo fisuras a lo largo del cordón; este tipo de fisuras se evita disminuyendo la velocidad de soldadura para que el cordón sea de mayor garganta.

Para finalizar el apartado de formación de fisuras diremos que el cordón de raíz es el más propenso a fisuración en la soldadura de cualquier junta ya que el enfriamiento es muy rápido porque comparado el material fundido con el resto es muy pequeño y el calor se disipa muy rápidamente por ellos; es importantísima la inspección meticulosa de este cordón de raíz antes de depositar los siguientes cordones.

### 3. Inclusiones de escoria

Se denominan inclusiones de escoria a los productos salidos resultantes de la soldadura, óxidos o silicatos, los cuales por su menor densidad tienden a sobrenadar en el baño de fusión.



*Oclusiones de escoria*

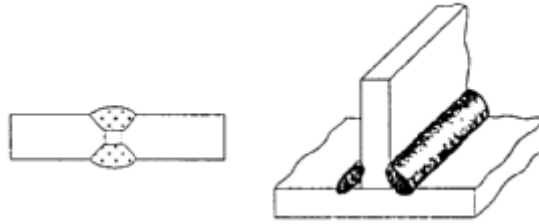
Estos productos cuando el enfriamiento es muy rápido pueden quedar dentro del cordón de soldadura.

La principal causa de las inclusiones es el adelantamiento del baño de fusión.

Las inclusiones se producen fácilmente en chaflanes muy agudos, mordeduras y cordones convexos.

#### 4. Falta de penetración

Se llama así a la falta de fusión en ambos bordes de la junta en toda su extensión quedando discontinuidad en todo el cordón de raíz o entre cordones.



*Falta de penetración interior*

Entre las principales causas de este defecto citaremos:

- Arco muy largo.
- Baja intensidad.
- Mucha velocidad de soldadura.
- Poca separación.
- Talón excesivo.
- Chaflán muy cerrado.
- Mal método operatorio.

#### 5. Falta de fusión de bordes

Se dice esto cuando han quedado sin fundir uno o los dos bordes de la junta en toda su extensión o en puntos aislados.



*Pegamento interior*

Generalmente aparece este defecto en la raíz de las juntas mal cinceladas; también puede aparecer cuando el material base tiene en su superficie una capa excesiva de óxidos.