

**MATERIAL DIDACTICO
DE AUTOAPRENDIZAJE**
***SOLDADURA CON ARCO METALICO
PROTEGIDO***
DIANA ZUNIGA ROJAS

San José, CR: INA, 2011



**Instituto
Nacional de
Aprendizaje**

ÍNDICE

Presentación	.....	3
Introducción	.....	4
Objetivos	.....	5
Capítulo 1	.....	8
Capítulo 2	.....	33
Capítulo 3	.....	41
Capítulo 4	.....	57
Capítulo 5	.....	76
Capítulo 6	.....	88
Capítulo 7	.....	95
Bibliografía	.....	99

PRESENTACION

El siguiente material ha sido elaborado mediante Normas establecidas por el Instituto Nacional de Aprendizaje para la elaboración de Material Didáctico.

Consta de información referente al módulo de Soldadura Oxiacetilénica, el cual se utilizara como material de apoyo; ya que, refuerza los conocimientos impartidos por la persona docente durante el desarrollo de los objetivos del módulo.

El material se encuentra estructurado de la siguiente manera: consta de hojas de trabajo independientes, cada una forma parte de capítulos enumerados; los cuales están ligados a los objetivos específicos, y a su vez; del tema central el cual obedece al objetivo general.

Cada capítulo brinda información básica acerca de la temática a tratar, por esta razón, el estudiantado y las personas docentes deben considerar este material como punto de partida para la búsqueda y complementos con contenido de mayor profundidad.

El profesorado debe generar estrategias para garantizar un adecuado aprovechamiento del material entregado a las personas participantes, de igual forma, debe velar por que se cumpla el objetivo para el cual fue diseñado.

INTRODUCCION

El siguiente Portafolio contiene información acerca del proceso de Soldadura con Arco Metálico Protegido (SMAW).

En él, encontrará información actualizada, la cual, le servirá como apoyo para la ejecución del módulo de Soldadura con Arco Metálico Protegido, código MMCM387; Nos ayudará a homologar el conocimiento técnico que se debe transmitir a las personas participantes.

Este trabajo ha sido diseñado mediante la secuencia lógica del módulo de formación y capacitación profesional; por lo tanto, está dividido por objetivos y estos a su vez en los contenidos teóricos y prácticos a desarrollarse en el mismo.

Cabe resaltar que un portafolio de evidencias puede cumplir diferentes funciones, las cuales van desde el apoyo a la persona docente como al estudiantado, permitiéndole conocer el avance y el desarrollo de la materia; asimismo, puede ser utilizado como una herramienta para la evaluación de las personas participantes.

Por otra parte, cabe destacar que la elaboración de un portafolio de evidencias se puede ver como un producto interminable, ya que éste, tiene principio, pero carece de fin, por lo cual constantemente se puede estar enriqueciendo con innumerables aportes; ya sean por el conocimiento y la práctica de las personas involucradas en el proceso o mejor aún, por recursos técnicos, tecnológicos e innovadores a los cuales los procesos de soldadura están sujetos y que tanto fabricantes como entendidos en la materia ofrecen cotidianamente a la luz del conocimiento público.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Soldar aceros de bajo carbono, fundiciones (hierro fundido), aceros inoxidable y aluminio mediante el proceso de soldadura y corte con arco metálico protegido (SMAW), aplicando los conocimientos técnicos y en condiciones de calidad, seguridad y conservación ambiental.

Objetivos específicos

- Tomar conciencia de las actitudes y comportamientos propios, evidenciados en el proceso de formación, mediante los lineamientos establecidos.
- Explicar los fundamentos tecnológicos aplicados al proceso SMAW para su posterior aplicación en la industria metalmeccánica según las normas establecidas.
- Desarrollar actividades socioafectivas aplicadas a los valores mediante el “Manual de actividades para estimular la empleabilidad desde el aula”.
- Soldar en posición plana con el proceso SMAW, sobre acero bajo carbono, acatando lo dispuesto por la AWS y las respectivas normas de seguridad, salud e higiene ocupacional.
- Reconocer las posiciones normalizadas en juntas de filete que se utilizan en la fabricación de estructuras.
- Distinguir las partes de una soldadura de filete en placa a través de su nomenclatura.

- Realizar soldaduras con filete en posición (1F) sobre acero bajo contenido de carbono según las normas establecidas por el código ASME sección IX.
- Identificar defectos externos e internos, causas en las soldaduras de filete y plancha según las normas AWS D 1.1, ASME IX.
- Soldar en filete en posición (2F, 3F y 4F) sobre acero bajo contenido de carbono según las normas establecidas por el código ASME, sección IX.
- Examinar probetas de soldadura mediante ensayos destructivos (ED) y no destructivos (END) para la comprobación de la calidad en soldaduras en ranura y con filete en placa.
- Distinguir las partes de una soldadura de ranura en placa a través de su nomenclatura.
- Seleccionar el tipo de bisel de acuerdo al proceso de soldadura y espesor del material a soldar.
- Soldar en junta a tope, canto cuadrado, posición plana, sobre acero bajo contenido de carbono según las normas establecidas por el código ASME, sección IX.
- Soldar en ranura en placa posición (1G, 2G, 3G) sobre acero bajo contenido de carbono según las normas establecidas por el código ASME sección IX.
- Tomar conciencia de la importancia de la protección ambiental y el cuidado del entorno laboral a través de la reflexión grupal.
- Identificar los aceros ferrosos y no ferrosos por medio de sus características y soldabilidad según la clasificación.

- Soldar en posición plana sobre acero inoxidable, fundiciones y aluminio con el proceso SMAW, aplicando las normas ASME y AWS en condiciones de seguridad, salud e higiene ocupacional.
- Cortar metales por medio de electrodos para hacer ranuras y chaflanes o reparaciones utilizando los equipos requeridos manteniendo las respectivas normas de salud y seguridad ocupacional.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DEL PROCESO: SOLDADURA Y CORTE CON ARCO METÁLICO PROTEGIDO

Subtemas:

- 1.1) Historia de la Soldadura.
- 1.2) Concepto de soldadura.
- 1.3) Definición del proceso SMAW.
- 1.4) Clasificación de los procesos.
- 1.5) Máquinas de soldar.
- 1.6) Instalación de la máquina de soldar a la red primaria.
- 1.7) Funcionamiento del circuito para soldadura con arco.
- 1.8) Regulación del equipo de soldar.
- 1.9) Conductores y aisladores.
- 1.10) Simbología de la soldadura según INTECO (ISO2553).
- 1.11) Organización del puesto de trabajo.

1.1 HISTORIA DE LA SOLDADURA

Practicada desde que la humanidad aprendió a trabajar los metales. Está considerado como un proceso crudo, sucio y primitivo en el cual, el único requisito era derretir un poco 2 piezas metálicas, de manera que, estas se unieran a fuerza de golpes, considerando a los soldadores respetados artesanos. Se caracterizaba por ser un proceso económico y eficiente.

Para comienzos del siglo XXI, la soldadura es considerada una ciencia, además de una tecnología casi omnipresente. Con el pasar de los años, se van dando ciertos descubrimientos y aportes interesantes tales como:

- Sir Humphry Davy

Demuestra en 1808 que es posible conducir electricidad en el aire entre 2 electrodos.

- Bernardos

Oriundo de Rusia, radicado en Inglaterra, demuestra en 1885 que con un arco establecido entre un electrodo negativo de carbón y un ánodo metálico es posible producir una fusión localizada y utilizarla para unir 2 piezas metálicas. Patenta el primer dispositivo de soldadura manual.

- Slavianoff

1892, reemplaza el electrodo de carbón por una varilla metálica introduciendo el concepto de electrodo consumible.

- Oscar Kjellberg

Invento el electrodo cubierto, en 1904 entregó en la oficina de patentes de Suecia una nota escrita a mano que describía su invención única. Tiempo después sería el fundador de la firma ESAB.

Las labores más ligeras en el proceso SMAW son efectuadas usando potencia AC por el bajo costo de los transformadores que la producen. El trabajo de alta producción industrial usualmente requiere de fuentes DC más poderosas y grandes rectificadores, para darle la polaridad exacta al proceso, usado para soldar aleaciones ferríticas en trabajos metálicos estructurales, fabricación de barcos e industrias en general.

Si miramos a nuestro alrededor, gran parte de las cosas u objetos contienen soldadura: sillas metálicas, juguetes, bicicletas, automóviles entre muchas otras cosas.

A pesar de que el proceso es relativamente lento por el constante cambio de electrodos y la remoción de la escoria se mantiene como una de las técnicas más flexibles y sus ventajas en áreas de acceso restringido son notables.

Pasando de ser un proceso primitivo, a un proceso integral y en pleno auge de los avances tecnológicos, se considera un elemento esencial para la construcción desde las más sofisticadas máquinas que el hombre haya hecho en su historia hasta el objeto más sencillo. Esto ha sido posible a través del entendimiento y aplicación creativa de los procesos físicos que existen durante la soldadura.

Los operadores deben saber y entender los porqués de lo que observan diariamente (cambios físicos y químicos en los materiales) haciendo el trabajo interesante esencial, valioso y a la vez menos rutinario, contribuyendo a la búsqueda de la calidad en producto.

1.2 CONCEPTO DE SOLDADURA

Es un proceso de fabricación por el cual dos o más piezas metálicas pueden ser unidas por medio del proceso físico llamado fusión (alotropía), el cual sufren las piezas al aplicarles calor, presión o una combinación de ambos factores.

De igual forma se pueden unir por medio de un material de relleno fundido (material de aporte) en este caso un electrodo recubierto, el cual tiene un punto de fusión menor al metal de la pieza por soldar. Al enfriarse la mezcla, se solidifica, produciendo una unión fija llamada cordón de soldadura.

SMAW

S= shield M = metal A = arc W = welding.

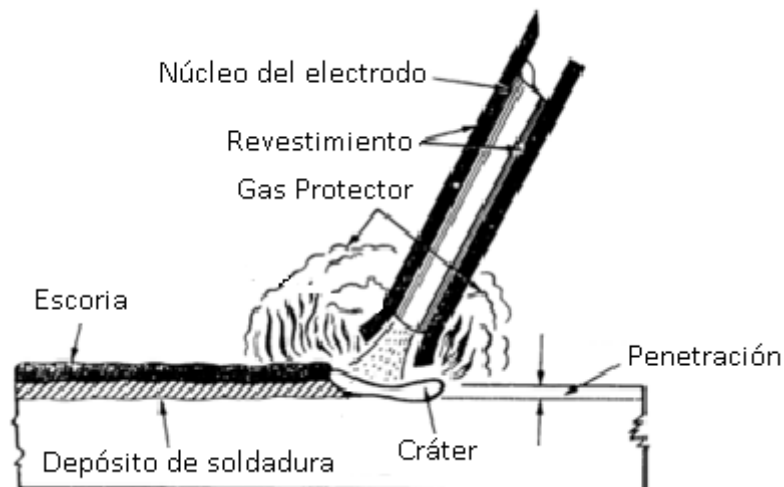
Soldadura con Arco Metálico Protegido

1.3 DEFINICION DEL PROCESO SMAW

Es el proceso en el cual se establece un arco entre el extremo de un electrodo consumible recubierto y la pieza por trabajar (metal base) alcanzando una temperatura entre los 3000° y 5000°C.

El revestimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión, con el calor del arco el extremo del electrodo se funde y quema el recubrimiento, obteniendo la atmósfera apropiada para producir la transferencia de metal fundido en forma de gotas desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base.

Las mismas caen recubiertas de escoria fundida, la cual, flota en la superficie formando encima del cordón depositado una capa protectora de metal fundido llamado: escoria; ésta debe ser removida para observar la calidad del cordón depositado.



1.4 CLASIFICACION DE LOS PROCESOS

La AWS (Sociedad Americana de Soldadura) clasifica los procesos de soldadura tomando en cuenta la transferencia de energía y la distribución del metal de aporte. Dentro de la clasificación es importante ubicar fácilmente el proceso de soldadura, observemos a continuación la siguiente tabla:

Grupo de soldadura	Proceso de soldadura	Designación	Fuente de energía
Por arco	De metal protegido	SMAW	Eléctrica
	Núcleo fundente	FCAW	
	Tungsteno con gas	GTAW	
	Metal protegido con gas	GMAW	
	Arco sumergido	SAW	
	Plasma	PAW	
Gas oxicom bustible	Oxiacetilénica	OAW	Química
	Oxhídrica	OHW	
Por resistencia	De costura	RSEW	Eléctrica
	De punto	RSW	
De estado sólido	En frío	CW	Presión
	Por forja	FOW	Combustión
	Por fricción	FRW	Mecánica
	De termita	TW	Química
Otros procesos	Rayo láser	LBW	Óptica
	Electroescoria	ESW	Eléctrica

1.5 MAQUINAS DE SOLDAR (FUENTES DE PODER)

Nos basaremos en las necesidades de operación para elegir la fuente de poder; éstas se clasifican de la siguiente forma:

- Transformador

Consiste en dos arrollados de alambre de cobre separados alrededor de un mismo núcleo de láminas al silicio: el arrollado primario de entrada o de alta tensión y el arrollado secundario de salida o baja tensión.

El flujo de corriente del arrollado primario genera un campo de líneas de fuerzas magnéticas en el núcleo metálico, el cual, actúa sobre el arrollado secundario, produciendo una corriente de bajo voltaje y alta intensidad.

Es un tipo de generador de soldadura que suministra corriente alterna. Se alimenta directamente de una red de alimentación eléctrica y transforma el voltaje reduciéndolo hasta alcanzar el valor adecuado para soldar.

- Transformador - rectificador

Constituidos por transformadores provistos de un dispositivo eléctrico, el cual convierte la corriente alterna en corriente directa.

El rectificador más utilizado es el de diodo de silicio, por su economía, mayor capacidad de conducción eléctrica y eficiencia. Anteriormente se utilizaban los rectificadores de selenio.

- **Generador**

Producen corriente continua de bajo tensión. Consta de un motor del cual se obtiene energía mecánica, transmitiéndose en forma de movimiento giratorio por medio de un eje al generador. Estos aparatos garantizan el suministro de corriente con una intensidad estable, aunque varíe la tensión de arco.

En el proceso SMAW se dificulta mantener el arco con una longitud constante, sin embargo, cuando se hace uso de un generador de intensidad constante y las alteraciones en la longitud de arco apenas producirán variaciones de intensidad haciendo que, el calor de la soldadura así como la velocidad de fusión del electrodo se vean poco afectados de modo que el soldador pueda mantener un buen control sobre el baño de fusión.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS FUENTES DE PODER

Fuente de poder	Ventaja	Desventaja
Transformador	Menor caída de voltaje	Dificultad al encender y estabilizar el arco
	Bajo costo de operación y mantenimiento	
	Menor consumo de energía	
	Soplo magnético menos pronunciado	
Transformador-Rectificador	Se puede utilizar todo tipo de electrodos.	Alto costo
	Buena estabilidad del arco	Mayor influencia del soplo magnético
	Sensible regulación	
Generador	Permite soldar en lugares con desabastecimiento eléctrico.	Alto costo
	Permite seleccionar el voltaje de salida.	
	Permite ajustar gradualmente la intensidad.	
	Buena estabilidad del arco	

MANTENIMIENTO DE LAS FUENTES DE PODER

Las máquinas deben estar libres de polvo y partículas metálicas las cuales son arrastradas al interior del equipo por el sistema de ventilación acumulándose en todos los rincones, por esta razón, se debe utilizar un sistema de aspirado y soplar con aire limpio libre de humedad.

RECOMENDACIONES

- Determinar existencias de corrosión.
- Conexiones flojas que produzcan contactos deficientes y sobrecalentamientos.
- Verificar el funcionamiento de los ventiladores.
- Asegurarse de la limpieza de los motores.
- Localizar posibles fallas mecánicas internas o externas entre otros.

Es importante recordar que la inspección y mantenimiento de la máquina la debe realizar el personal calificado para dicha tarea.

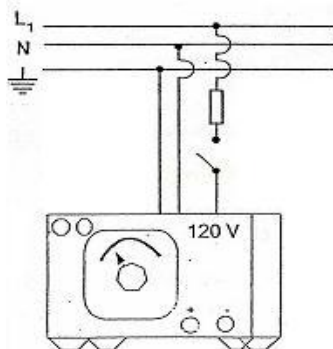
Cuando se vaya a instalar la máquina es necesario desconectar el interruptor principal, de igual forma, debe asegurarse que la instalación eléctrica y los cables portaelectrodos y tierra estén correctos, tomar extremas precauciones en condiciones húmedas con el fin de evitar accidentes tales como las descargas eléctricas.

1.6 INSTALACION DE LA FUENTE DE PODER A LA RED PRIMARIA

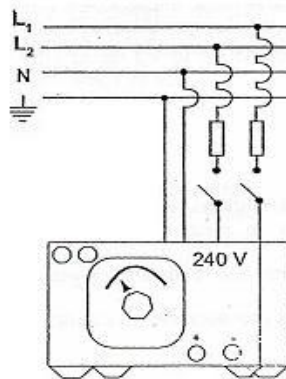
Antes de realizar la instalación de la máquina debemos desactivar el disyuntor, luego debemos identificar el voltaje de salida, ya sea, 120V o 240V.

Ya identificada la tensión de alimentación procederemos a realizar los siguientes pasos:

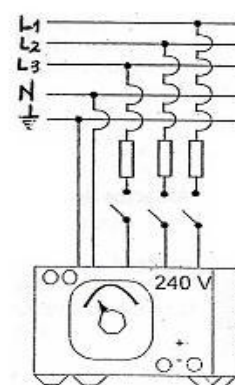
- ✓ Leer el manual del fabricante.
- ✓ Determinar el sistema de alimentación (monofásica, trifásica o monofásico trifilar).
- ✓ Comprobar la tensión de entrada de la máquina de soldar.
- ✓ Establecer las líneas a conectar (L1, L2, L3, neutro y tierra).
- ✓ Conectar las líneas a la caja de disyuntores o al interruptor tipo “cuchilla”.



Consiste en:
-1 línea viva (alimenta la máquina).
-1 neutro (línea de retorno de la corriente para formar el circuito).
-1 tierra (para descargar si hubiera una descarga eléctrica).



Consiste en:
-2 líneas vivas
-1 neutro
-1 tierra



Consiste en:
-3 líneas vivas (siempre van a funcionar solo 2).
-1 neutro
-1 tierra

NORMA NEMA

- **Características**

La NEMA, o la National Electrical Manufacturers Association es la norma que vela por la calidad de los equipos eléctricos y su buen funcionamiento en las diferentes áreas donde la calidad del producto es fundamental.

Las fuentes de poder se clasifican por la especificación NEMA o el ciclo de trabajo en:

Clase I – Clase II – Clase III

Dentro de ellas, se clasifican e identifican las fuentes de potencia para soldadura con arco eléctrico de acuerdo al ciclo de trabajo, éste se define como: la relación del tiempo del arco con el tiempo total en un periodo de 10'.

La norma americana NEMA estándar EW-1 ha establecido tres clases de ciclos de trabajo, con el fin de evaluar las fuentes de poder con el voltaje de carga específica.

- ✓ Clase I: salida evaluada al 60%, 80%, 100%.
- ✓ Clase II: salida evaluada 30%, 40%, 50%.
- ✓ Clase III: salida evaluada 20%.

Esto quiere decir que:

Si la maquina tiene una salida del 60%, trabajara 6' de cada 10'.

1.7 FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO PARA SOLDADURA CON ARCO

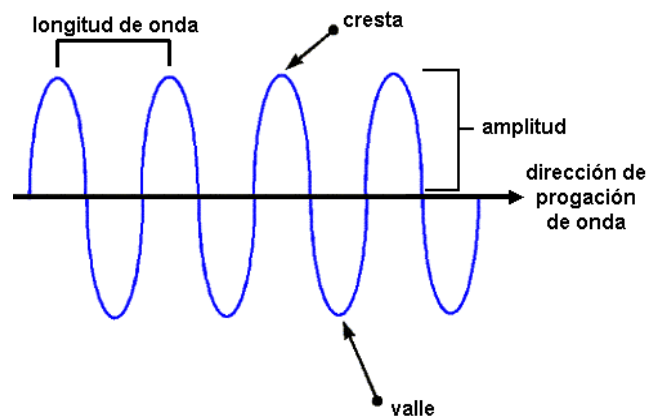
TIPOS DE CORRIENTE

- Corriente alterna: CA o AC

Se denomina CA a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. Utilizada por su facilidad de transformación ya que cuenta con un dispositivo llamado transformador que permite elevar la tensión de forma eficiente. La onda más utilizada es la onda senoidal, la cual consigue una transmisión más eficaz de la energía. También se utilizan otras formas de onda periódica como la triangular o la cuadrada.

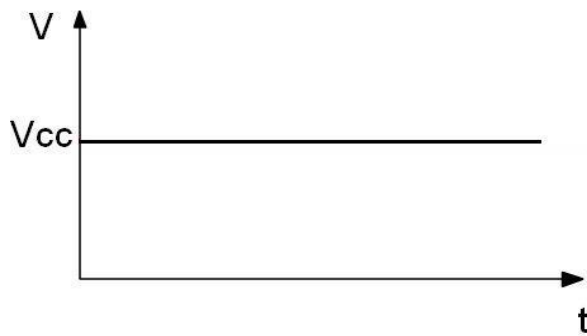
La CA es la forma en la que llega la corriente a los hogares y empresas en nuestro país ésta entra a 60Hz.

PARTES DE LA ONDA SENOIDAL



- Corriente continua: CC o DC

Es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. Las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección siendo así los terminales de mayor y menor potencial siempre los mismos.



En la corriente continua encontramos dos tipos de polaridades, la polaridad negativa y la positiva.

POLARIDADES

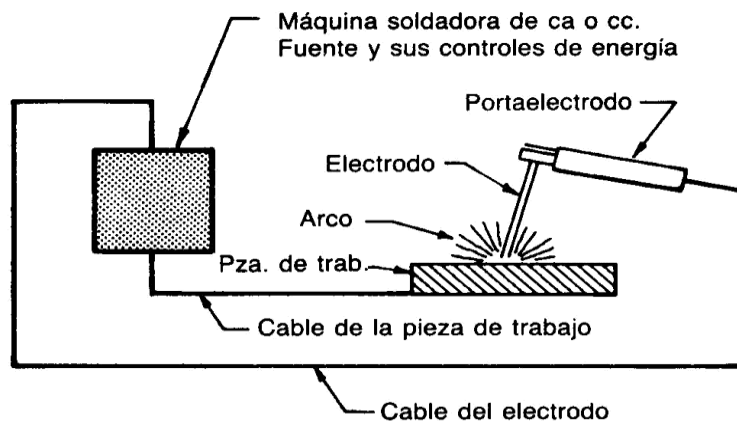
El circuito de soldadura al arco se compone de:

- ✓ Una fuente de poder.
- ✓ Un cable portaelectrodos.
- ✓ Un cable pinza de trabajo.

Cuando el arco se enciende, se cierra el circuito, circulando el flujo de corriente de un cable a otro, cambiando de dirección según sea el tipo de corriente y polaridad utilizada. Esta se elige de acuerdo al material a soldar.

El circuito se produce de la siguiente forma:

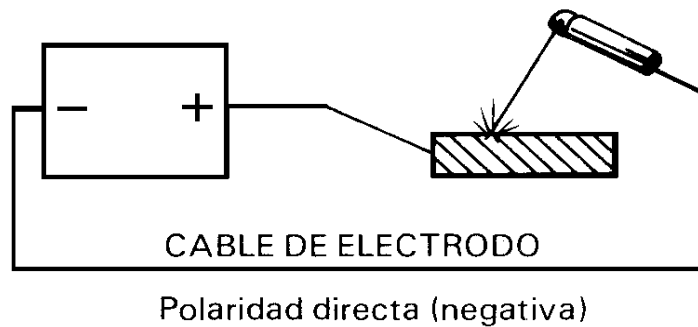
La corriente va de negativo a positivo, quiere decir que: la corriente entra por el cable negativo, pasa por la pieza formando el arco y continua de vuelta a la maquina por el cable positivo concluyendo el circuito.



TIPOS DE POLARIDADES

- Polaridad Normal

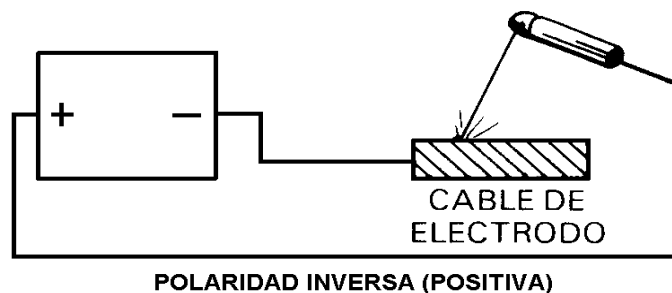
Electrodo negativo (30% de calor) y tierra (70% de calor). Aquí la corriente salta del electrodo a la tierra, también llamada polaridad directa o negativa.



- Polaridad Inversa

Electrodo positivo (70% de calor) y tierra (30% de calor). Aquí la corriente salta de la tierra al electrodo. También llamada polaridad positiva.

Este tipo de polaridad es empleada para soldar aluminio, ya que, al haber un salto de corriente de la pieza de trabajo al electrodo provoca el rompimiento de la capa de alúmina, la cual funde a 2000°F, produciendo el Efecto de Decapado.



1.8 REGULACION DEL EQUIPO DE SOLDAR

La intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material, éste se debe a un movimiento de electrones en el interior del mismo. Su unidad de medida es el amperio.

El instrumento utilizado para medir la corriente eléctrica es el galvanómetro que calibrado en amperios se denomina amperímetro.

Regularemos la intensidad de corriente para soldar de acuerdo al diámetro del electrodo a utilizar. Es fundamental buscar en la caja de los electrodos los rangos de amperaje recomendados por el fabricante.

Por otro lado, si no se cuenta con la caja de los electrodos, podemos calcular la intensidad con las siguientes formulas, las cuales nos darán un valor aproximado del amperaje a utilizar:

- Intensidad = \emptyset del electrodo \cdot 50

$$I = (3.2 - 1) \times 50$$

$$I = 2.2 \times 50$$

$$I = 110 \text{ Amp.}$$

Entiéndase I = intensidad, Amp = amperios, 3.2mm = 1/8"

- Amperios = \emptyset del electrodo \times 40

$$A = 3.2 \times 40$$

$$A = 128.$$

- 1 Amp x c/milésima de pulgada

Este método es utilizado en USA donde c/milésima de pulgada equivale a un ampere, una pulgada equivale a 1000 milésimas y 1/2" equivale a 500 milésimas.

Véase la siguiente tabla:

Ø en pulgadas	N° de milésimas	Amperaje a usar.
1/2	500	500
1/4	250	250
1/8	125	125
1/16	63	63
3/32	94	94
5/32	156	156

NOTA

En el caso del electrodo 3/32 el procedimiento es el siguiente: $1000/32 \times 3 = 94$.

1.9 CONDUCTORES Y AISLADORES ELECTRICOS

Es un cuerpo que en contacto con otro cargado de electricidad, transmite corriente a todos los puntos de su superficie, generalmente elementos aleados o compuestos con electrones libres que permiten el movimiento de cargas.

Los principales conductores eléctricos (transportadores de energía eléctrica) son los metales. El metal que mejor se desarrolla en esta área es la plata, pero su costo es muy elevado, por esta razón; generalmente se utiliza el cobre en forma de cables de uno o varios hilos.

Otro de los metales utilizados para la conducción de energía es el aluminio por ser más ligero, favoreciendo su empleo en las líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. También encontramos el oro, éste se utiliza en aplicaciones especiales.

Los mismos están envueltos con una cubierta aislante y flexible de caucho sintético que protege el conductor metálico (aisladores eléctricos) de las variables ambientales.

El cable del portaelectrodo y el de la pinza tierra son conductores eléctricos que forman parte del circuito de soldadura. Gracias a ellos, la corriente eléctrica pasa de la fuente de poder al arco eléctrico y viceversa.

Para elegir el cable apropiado se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ La extensión del circuito de soldadura.
- ✓ La intensidad de corriente a utilizar
- ✓ El ciclo de trabajo.

A medida que aumenta la longitud del circuito de soldadura aumentara el calibre del cable conductor. Si la extensión del circuito es relativamente baja, la caída de tensión no será tan importante, por esta razón, calcularemos la longitud del cable de acuerdo al grado de calentamiento admisible el cual depende de la intensidad de corriente.

El ente encargado de especificar el calibre de los cables de soldadura es: la AWG (American Wire Gauge), es un sistema estandarizado para el calibre de los cables haciendo referencia a la clasificación de diámetros de alambres redondos, no ferrosos, sólidos y conductores de electricidad.

Es importante recordar que mientras más alto es el número indicado por la AWG más delgado es el alambre, y mientras más grueso, es menos susceptible a la interferencia, ya que posee menos resistencia interna, por esta razón soporta mayores corrientes a distancias más grandes.

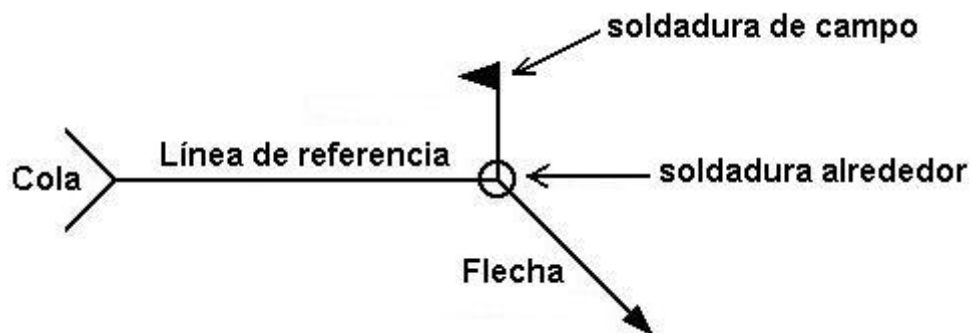
AWG	Diam. en mm	Amperaje
1	7.35	120
2	6.54	96
3	5.86	78
4	5.19	60
5	4.62	48
6	4.11	38
7	3.67	30
8	3.26	24
9	2.91	19
10	2.59	15
11	2.30	12
12	2.05	9.5
13	1.83	7.5
14	1.63	6.0
15	1.45	4.8

AWG	Diam. en mm	Amperaje
16	1.29	3.7
17	1.15	3.2
18	1.024	2.5
19	0.912	2.0
20	0.812	1.6
21	0.723	1.2
22	0.644	0.92
23	0.573	0.73
24	0.511	0.58
25	0.455	0.46
26	0.405	0.37
27	0.361	0.29
28	0.321	0.23
29	0.286	0.18
30	0.255	0.15

1.10 SIMBOLOGIA DE LA SOLDADURA SEGÚN LA AWS

Es un sistema ideográfico, en el cual las personas operarias pueden a través de los símbolos de soldadura interpretar la concepción del diseñador en los planos, la ubicación y el tipo de soldadura que se debe realizar en determinado trabajo.

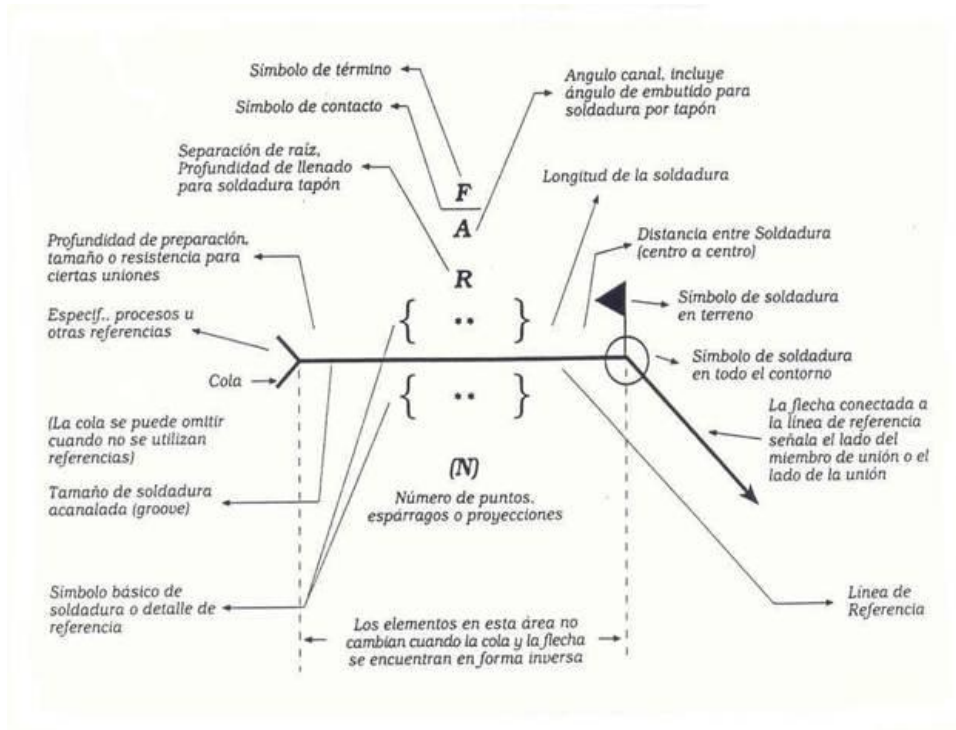
Consta de una flecha donde se colocan todos los símbolos necesarios para determinar la unión a soldar.



Junto con la flecha vienen otros símbolos como lo son: el básico de soldadura, el suplementario, de acabado, dimensiones y proceso de soldadura entre otros.

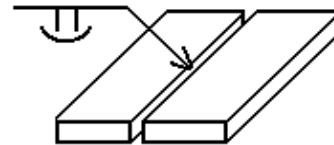
El siguiente cuadro contiene símbolos básicos de soldadura y significado:

JUNTAS SOLDADAS Símbolos estándar									
símbolos básicos de soldadura									
posterior	cuadrado	filete	bisel	V	U	J	tapon o ranura	ensancha miento V	ensancha miento de bisel
símbolos complementarios									
respaldo	espaciado	soldadura alrededor	soldadura de campo	contorno					
				nivelado	convexo				



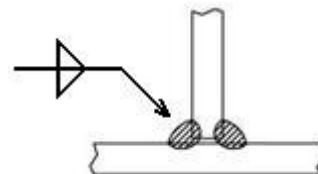
Una vez determinado el tipo de soldadura a depositar, se debe efectuar un análisis de la posición en la cual se realizara el depósito, se debe tomar en cuenta la posición del símbolo básico en la línea de referencia:

- ✓ Si se encuentra debajo de la línea de referencia, la soldadura se realizará del lado donde señala la flecha.



- ✓ Si se encuentra ubicado sobre la línea de referencia, la soldadura deberá depositarse del lado opuesto donde la flecha señala.

- ✓ Si se encuentra ubicado debajo y sobre la línea de referencia, quiere decir que, la soldadura se realizará a ambos lados.



1.11 ORGANIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

Cada compañía debe tener una política disciplinaria para llamarles la atención a los empleados que no entienden las consecuencias de los malos hábitos dentro del taller.

Para cambiar el comportamiento de los empleados de manera efectivamente, los líderes deben identificar constantemente el comportamiento que requiere cambios, ya que la meta a alcanzar dentro de la zona de trabajo es: “Nadie sale lastimado”. Los trabajadores son los responsables de prevenir los riesgos posibles que pueden provocar algún tipo de accidente, si un trabajador está continuamente accidentándose se le deben aplicar las medidas correctivas, ya que demuestra una actitud de desinterés a comportarse de manera insegura.

Los siguientes 5 factores pueden ayudar a la seguridad en el lugar de trabajo:

- Expectativas

La clave es conocer las expectativas de los trabajadores y tratar de cumplirlas o en su defecto, ajustarlas.

- Comunicación

Trate de comunicarse lo mejor posible con las demás personas, tomando en cuenta sus fortalezas, debilidades y la opinión de todos.

- Innovación

Modifique, cultive y mejore la cultura de seguridad la cual requiere personas capaces de someterse al cambio. Aplique nuevas técnicas, tecnologías y herramientas.

- Organización

Se realiza con un equipo de personas comprometidas a cumplir la meta de cero accidentes en el lugar de trabajo, los cuales deben ser capaces de motivar y organizar al resto de los trabajadores para su cumplimiento.

- Apreciación

El objetivo de ésta la etapa es lograr visualizar los resultados del trabajo realizado y trabajo en equipo. “Los grandes líderes llevan a cabo grandes cosas” y los grandes líderes aprecian a la gente que hace que las cosas sucedan.

CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO

- Objetivo

Mantener en buenas condiciones la maquinaria y herramientas, lo cual permite un mejor desenvolvimiento del trabajador y seguridad en el puesto de trabajo evitando en parte, los riesgos en el área laboral.

Altamente relacionado con el mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo, logrando así:

- ✓ La disponibilidad del equipo productivo.
- ✓ La disminución de los costos de mantenimiento.
- ✓ Maximización de la vida de la maquina y herramientas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Limpiar y engrasar o aceitar periódicamente las herramientas.
- ✓ Soplar las máquinas de soldadura.
- ✓ Afilar las herramientas de corte.
- ✓ Dar mantenimiento a las extensiones (cables descubiertos que hagan tierra).

ORDEN Y LIMPIEZA

Para conseguir un grado de seguridad aceptable, es importante asegurar y mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo, evitar accidentes y lesiones, lo cual nos permitirá ahorrar espacio, tiempo y materiales.



Son numerosos los accidentes que se producen por golpes y caídas como consecuencia de un ambiente desordenado o sucio, suelos resbaladizos, materiales colocados fuera de lugar, acumulación de material sobrante o de desperdicio, como por ejemplo: productos combustibles e inflamables son un factor importante de riesgo de incendio los cuales pueden poner en peligro los bienes patrimoniales de la empresa y la vida de los trabajadores.

EJEMPLOS DE RIESGOS LABORALES

- ✓ Incendios.
- ✓ Caídas al mismo nivel.
- ✓ Contaminación ambiental.
- ✓ Golpes contra objetos inmóviles.
- ✓ Caída con objetos en manipulación.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ✓ Eliminar lo innecesario y clasificar lo inútil.
- ✓ Acondicionar los medios para guardar y localizar las herramientas y el material fácilmente.
- ✓ Evitar ensuciar el puesto de trabajo.
- ✓ Utilizar en el puesto de trabajo solo las herramientas necesarias para realizar el trabajo (rayador, alicate, piqueta, cepillo).

CAPÍTULO 2

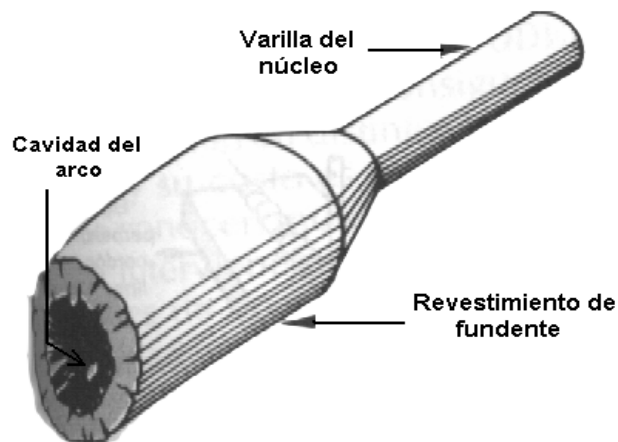
ELECTRODOS

Subtemas:

- 2.1) Electrodo Revestido.**
- 2.2) Especificación de los electrodos.**
- 2.3) Clasificación de los electrodos.**
- 2.4) Clasificación según revestimiento.**

2.1 ELECTRODOS REVESTIDOS

Son varillas metálicas generalmente de acero que tienen como función conducir corriente a través de la pieza de trabajo y fusionar dos piezas juntas, puede ser consumible o no consumible, en su extremo se forma el arco eléctrico y está recubierta de un revestimiento concéntrico de flux. También recibe el nombre de: **Alma o núcleo**. Su composición debe ser aproximada a la del metal base.



VARILLA

Su función principal es ser el conductor de corriente. Fabricada con alambra de 6 a 8 mm de \varnothing , suministrado en rollos o bobinas de 1000Kg.

Es sometida al proceso de **Decapado Mecánico** donde el fabricante comprueba la composición de la varilla por medio del análisis químico al despunte de la bobina, luego pasa a una devanadora donde el alambra es retorcido desprendiendo el óxido adherido en el tren de laminado en caliente.

Luego el almidón pasa a las cajas de trefilado donde se reducen progresivamente de Ø hasta llegar al deseado, en esta etapa utilizan sustancias lubricantes para facilitar la operación y evitar el endurecimiento del alambre, luego se desengrasa o lava con jabón.

Los Ø son de 1.6 – 2 – 3 y 6mm, los más utilizados son los de 2.5 – 3.25 – 4 y 5mm. En la etapa final del proceso una máquina endereza y corta las varillas en función del Ø de las mismas.

REVESTIMIENTO

Es el encargado de cumplir dos funciones:

- **Función eléctrica:** donde facilita y mantiene el encendido del arco y el uso de corriente alterna.
- **Función metalúrgica:** reemplaza los elementos metálicos perdidos en el proceso, mejora las propiedades mecánicas de la zona de fusión, actúa como desnitrurante, desoxidante y desulfurante.
- **Función física:** dirige la fuerza del arco, aporta una atmósfera protectora y forma una capa de escoria sólida.

ELABORACION DEL REVESTIMIENTO

Para su elaboración se utilizan alrededor de 40 minerales tales como: arena de zirconio, rutilo, celulosa, caolín, mármol, polvo de hierro, FeSi, FeTi, FeMn entre otros. Los componentes escogidos se trituran hasta conseguir la granulometría adecuada, se dosifica mediante el traslado de tolvas específicas de cada producto a una tolva central donde se homogenizan mediante vibraciones, para luego distribuir la mezcla en tolvas destinadas a producción.

Para aglutinar la mezcla seca y darle consistencia se agrega silicato sódico o potásico, una vez húmeda se vierte en una prensa donde penetran las varillas por un lado saliendo recubierta en toda su longitud por el lado opuesto.

Posteriormente se comprueba la excentricidad del recubrimiento y se cepillan ambos extremos de la varilla revestida: uno para el ajuste del portaelectrodo y el otro para facilitar el cebado del arco.

Luego se pasan a secar en un horno de funcionamiento continuo donde la temperatura incrementa gradualmente con el fin de evitar el agrietamiento o desprendimiento del revestimiento, para luego empacarlo en cajas de cartón o metálicas, las cuales van protegidas con plástico termorretráctil para protegerlas de la humedad.

2.2 ESPECIFICACION DE LOS ELECTRODOS

- AWS A5.1 aceros al carbono

Se clasifican según: el tipo de corriente a utilizar, recubrimiento, posición de soldadura aconsejable, composición química y propiedades mecánicas del metal depositado.

- AWS A5.2 varillas de aporte de oxiacetileno y/o TIG

- AWS A5.4 aceros inoxidables

Se clasifican según: su composición química, propiedades mecánicas y tipo de corriente. Incluye los aceros en los cuales el cromo es del 4% y el níquel no supera el 37% de la aleación.

- AWS A5.5 aceros de baja aleación

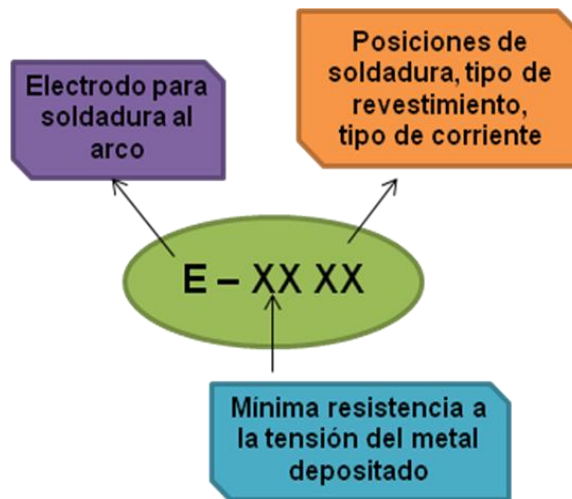
Se clasifican según: los criterios anteriores, tomando en cuenta si son aceros carbono-molibdeno, cromo- molibdeno, níquel, manganeso- molibdeno ó níquel- molibdeno.

- AWS A5.17 electrodos continuos y fundentes para Arco Sumergido

- AWS A5.18 electrodos aceros dulces para soldadura con electrodos continuos protegidos por gas (MIG/MAG).

2.3 CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS

La AWS se ha encargado de crear un código alfa-numérico para cada electrodo, según la especificación **AWS A5.1** la cual hace referencia a los electrodos de soldadura de aceros al carbono, designa los electrodos revestidos como por ejemplo E-6010, E-6013, E-7018, donde:

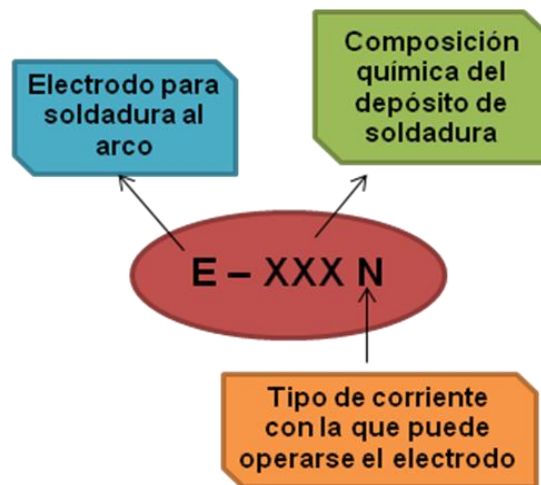


Para las indicaciones del tipo de corriente, si el último número es:

- Numero 1: para todas posiciones.
- Numero 2: posición plana.
- Numero 3: posición horizontal.
- Numero 4: posición vertical.

Para la especificación **AWS A5.5** la cual contiene los requisitos que deben cumplir los electrodos para soldadura de aceros de baja aleación se utiliza la misma designación de la AWS A5.1.

Por otro lado; para la especificación **AWS A5.4** la cual hace referencia a los electrodos de aceros inoxidable como por ejemplo: E-308L, E-316L, E-309L y ésta se interpretará de la siguiente manera:



2.4 CLASIFICACION SEGÚN REVESTIMIENTO

▪ Celulósicos

De alta penetración, permiten alta intensidad y altas velocidades de avance. Es preferible conservarlos en la caja después de abiertos.

Ejemplos: ✓ E-6010 ✓ E-6011

▪ Rutílicos

De mediana penetración, buen acabado, sensibles a la humedad y escasas salpicaduras. Tienden a ser higroscópicos.

Ejemplo: ✓ E-6012 ✓ E-6013

▪ Básicos

De mediana penetración, gran resistencia al agrietamiento y tienden a ser higroscópicos.

Ejemplo: ✓ E-7015 ✓ E-7016 ✓ E-7018

PRESERVACIÓN Y CUIDADOS

- ✓ Si están mojados no los utilice.
- ✓ No abrir los envases o cajas, si no están en uso.
- ✓ No los golpee ya que podría dañar el revestimiento.
- ✓ Mantenerlos en ambientes secos de ser necesario, tomar en cuenta que no sean higroscópicos.

CAPÍTULO 3

JUNTAS DE UNION

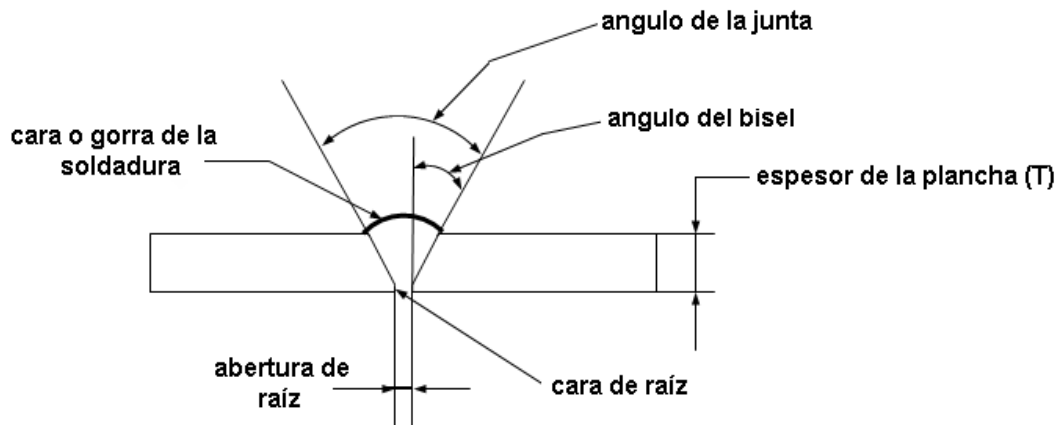
Subtemas:

- 3.1) Partes de la soldadura.**
- 3.2) Tipos de biseles.**
- 3.3) Juntas a soldar.**
- 3.4) Deposito de cordones angostos.**
- 3.5) Deposito de cordones anchos.**
- 3.6) Recargues.**
- 3.7) Juntas a tope en canto cuadrado.**
- 3.8) Tipos de pases.**
- 3.9) Procesos para determinar la calidad de los depósitos.**

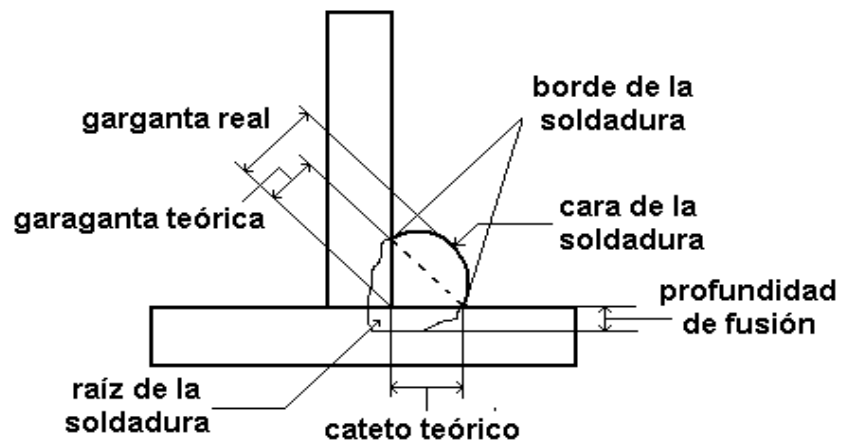
3.1 PARTES DE LA SOLDADURA

Las partes de la junta se diferencian dependiendo del tipo de unión.

JUNTA CON BISEL EN "V"



JUNTAS EN FILETE



3.2 TIPOS DE BISELES

El tipo de bisel se elige de acuerdo al grosor de la pieza por soldar, tomando en cuenta que la unión quede completamente fortalecida con el fin de que cumpla al 100% la función para la cual fue diseñada.

- Bisel “V”

Empleada para espesores superiores a los 8mm y menores a los 20mm, exige un achaflanado en los bordes rectos de las piezas por unir.



Presenta una buena resistencia a las cargas estáticas pero no para soportar esfuerzos de doblez que produzcan tracciones en el pase de raíz.

- Bisel “X”



Para minimizar la deformación, se deben depositar los cordones superpuestos a ambos lados.

Recomendada para espesores superiores a los 18 ó 20mm. La penetración debe ser completa en ambos lados para conseguir una buena resistencia.

- Bisel en “U”

Aplicable en grosores que van entre los 13 y 20mm, su preparación es más costosa que la realización de los biseles anteriores, requiere menos material de aporte y origina



menos deformaciones. Utilizado para condiciones ordinarias de carga y trabajo de mayor calidad.

3.3 JUNTAS A SOLDAR

FACTORES DETERMINANTES AL REALIZAR UN DEPÓSITO DE SOLDADURA

- Electrodo

Es importante recordar que un buen electrodo facilita a la persona operaria estabilidad en el arco, un cordón de soldadura liso y de buena apariencia, excelente velocidad de depósito, carencia de proyecciones, mayor resistencia y facilidad a la hora de eliminar la escoria.

Para elegir el electrodo apropiado se debe tomar en cuenta:

- ✓ Tipo de junta.
- ✓ Posición por soldar.
- ✓ Velocidad de aporte.
- ✓ Diámetro del electrodo.
- ✓ Corriente de soldadura.
- ✓ Características del metal base.
- ✓ Requerimientos del metal por soldar.

La elección apropiada del material de aporte produce mejores resultados en la junta por soldar.

- Longitud de arco

Se refiere a la distancia que debe haber entre el metal base y el electrodo, la cual debe ser aproximadamente igual al diámetro del electrodo a utilizar. Es uno de los factores determinantes en la calidad de la soldadura.

Durante el depósito se pueden presentar los siguientes casos:

- ✓ El arco es demasiado largo

El metal de aportación pasa del electrodo a la pieza en forma de glóbulos grandes que se depositan irregularmente, produciendo mal aspecto, un cordón muy ancho, excesivas proyecciones e insuficiente unión entre el metal base y el de aporte.

- ✓ El arco es demasiado corto

No produce el calor suficiente para fundir el material base, por lo que el electrodo se pegará reiteradamente a la pieza que se está soldando ocasionando un cordón abultado, desigual y con aguas irregulares.

- Intensidad de corriente

Durante el depósito se pueden presentar los siguientes casos:

- ✓ Corriente muy alta

En este caso se podrá notar que el electrodo se funde con mucha rapidez y el charco de fusión es muy grande e irregular.

- ✓ Corriente muy baja

El calor necesario para fundir el metal base y el charco de fusión será insuficiente provocando que el cordón posea una apariencia abombada (crudo).

- Velocidad de avance

Durante el depósito se pueden presentar el siguiente caso:

- ✓ Velocidad excesiva

En este caso, el baño de fusión no permanecerá líquido el tiempo suficiente que necesita para formar un cordón uniforme y desprenderse de todas las impurezas, quedando éstas encerradas en el cordón de soldadura produciendo un cordón angosto con inclusiones de escoria, y aguas afiladas.

- Posición del electrodo



Es de gran importancia en la apariencia del cordón; ya sea en los cordones en ángulo ó en otras posiciones de soldadura. Se pueden presentar los siguientes casos:

- ✓ De inclinación longitudinal

Es el ángulo que forma el electrodo con el cordón de soldadura, también llamado: **Angulo de avance**, el cual puede formar un ángulo de 15 a 30° con respecto a la perpendicular, dependen de la forma con la el soldador realice las soldaduras.

✓ De inclinación lateral

Es el ángulo que forma el electrodo con respecto a la pieza por soldar. Medido en dirección perpendicular a la soldadura, generalmente es la mitad del ángulo que forman las piezas por soldar (90°).

A la hora de realizar uniones en ángulo interior se producen socavaciones en la pieza vertical por lo que se recomienda disminuir el ángulo lateral con relación a la horizontal y dirigir el electrodo más hacia la pieza vertical.

▪ Establecimiento del cráter

En el momento que se inicia el arco sobre el metal por soldar, entra en fusión la zona afectada por el calor, creando un pequeño hundimiento que recibe el nombre de **cráter**, su tamaño y profundidad nos indica el grado de penetración de la soldadura, la cual debe ser máximo de 1.5mm aproximadamente.

Para lograr una soldadura aceptable, debe haber una fusión completa entre el metal de aportación y el metal base, esto lo lograremos solo cuando el calor sea el suficiente para calentar el metal base hasta su estado líquido, y así, depositar el metal de aporte.

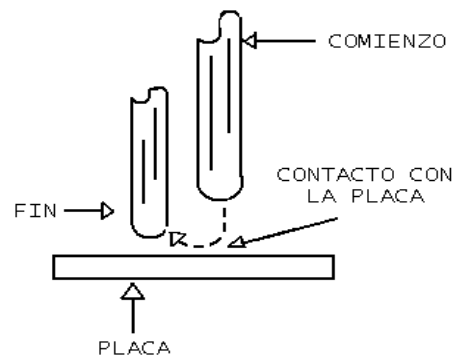
FACTORES DETERMINANTES A LA HORA DE REALIZAR LA JUNTA

- Encendido o cebado del arco

Para cebar el arco (chispa que salta de entre los polos positivo y negativo continuamente) se debe frotar el electrodo contra el metal base hasta que se forme el arco, una vez formado se debe mantener la posición y distancia del electrodo de forma tal que no se acerque ni aleje demasiado de la pieza por soldar. Existen varios métodos para cebar el arco entre ellos:

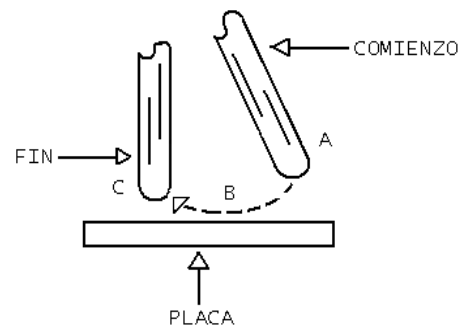
- ✓ Por contacto

Tocamos con el electrodo la pieza a soldar, inmediatamente levantamos manteniendo una distancia aproximada al diámetro del electrodo, este contacto cierra el circuito y provoca el paso de la corriente.



- ✓ Por rozamiento

Se realiza raspando y presionando ligeramente el extremo del electrodo sobre la pieza a soldar, tirándolo en forma leve para mantener el arco a una longitud aproximada al diámetro del electrodo.



Esto provoca un calentamiento en todo el circuito; la cual produce una fuente de calor que varía entre 4000 a 4500°C fundiendo el material base y de aporte.

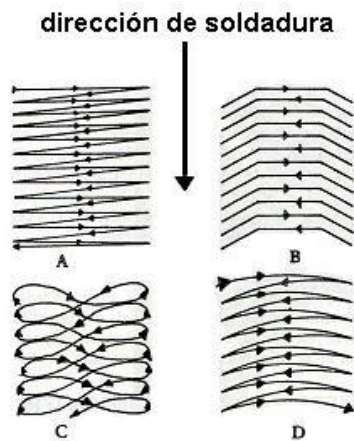
3.4 DEPOSITO DE CORDONES ANGOSTOS

CORDÓN

Depósito continuo de metal de soldadura, para formarlo debemos iniciar el arco y desplazarlo a lo largo del metal base a una velocidad e inclinación adecuada sin realizar ningún movimiento de oscilación.

- Proceso de ejecución
- ✓ Limpiar el material base.
- ✓ Graduar el amperaje de acuerdo al diámetro del electrodo a emplear.
- ✓ Cebiar el arco en el punto de iniciación de los cordones.
- ✓ Mantener el arco sin tocar la superficie del metal base.
- ✓ Desplazar el electrodo a una velocidad adecuada procurando la uniformidad del arco.
- ✓ Ejecutar los empalmes cada vez que el arco sea interrumpido, reiniciando 1cm antes del cráter previamente limpio.

3.5 DEPOSITO DE CORDONES ANCHOS



Son depósitos con un máximo de 3 diámetros del núcleo del electrodo, lo obtenemos aplicando un movimiento transversal a la dirección de avance (movimientos de oscilación, ya sea, zic zac, C, 8 entre otros).

Además del proceso de ejecución anterior se deben realizar los siguientes pasos:

- ✓ Trazar líneas paralelas (nos dará los límites del ancho del cordón).
- ✓ Graduar la corriente de acuerdo al diámetro del electrodo a utilizar.
- ✓ Desplazar el electrodo en el sentido de avance.
- ✓ Realizar un movimiento lateral que no exceda del límite de las líneas.

3.6 RECARGUES

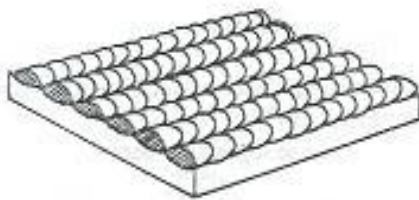
Se realiza con el fin de desarrollar las habilidades del soldador. Aplicado en el relleno o reconstrucción de partes gastadas de ejes, palas, sapos de ferrocarril y otros lugares donde el metal se ha ido gastando con el pasar del tiempo ó el uso constante.

TIPOS DE RECARGUES

- Relleno almohadillado

Se aplican cordones sencillos, traslapados uno junto al otro, cada vez que se realiza un deposito se debe limpiar el área con el fin de evitar las inclusiones de escoria y porosidades entre los cordones. De ser necesario se depositará una segunda capa en ángulo recto a la primera y así sucesivamente hasta lograr la altura requerida.

Primera capa

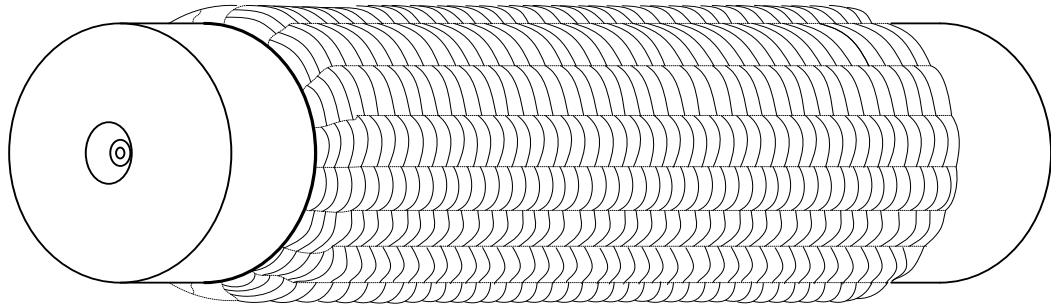


Segunda capa



- Relleno cilíndrico

Éste se realiza en una superficie cilíndrica, donde se depositan las capas a lo largo de la base, tomando en cuenta que los depósitos se deben realizar cubriendo la mitad del cordón anteriormente depositado. Recuerde efectuar una limpieza constante para evitar las inclusiones de escoria.



3.7 JUNTAS A TOPE EN CANTO CUADRADO

En este tipo de junta se requiere realizar el depósito en una junta con cantos rectos. A la hora de ejecutar el cordón de soldadura se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Amperaje:

Un amperaje muy alto, producirá que el metal se funda con mayor facilidad al igual que el electrodo, provocando en mucho de los casos exceso de penetración y por ende socavación.

- Alineación

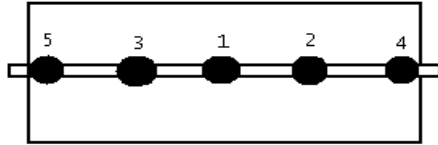
Es fundamental alinear las piezas de tal forma que el efecto high – low no se presente, ya que este tiende a producir socavación en la placa sobresaliente y la desalineación del cordón.

- Proceso de ejecución

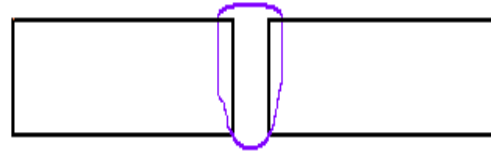
- ✓ Limpiar las piezas.
- ✓ Colocar las piezas sobre el banco con sus bordes paralelos.
- ✓ Dejar una separación entre las piezas.
- ✓ Sujetar firmemente la pinza del cable de trabajo.
- ✓ Regular la corriente de acuerdo al diámetro del electrodo a usar.
- ✓ Apuntalar las piezas (5 puntos).
- ✓ Establecer el arco en el extremo opuesto y desplazarlo a lo largo de la junta.

- ✓ Mantener la inclinación del electrodo perpendicular 90° al área lateral de la junta y entre los 60° y 80° en sentido de avance.
- ✓ Ejecutar otro cordón al lado opuesto.

Vista superior de la junta



Vista frontal de la junta

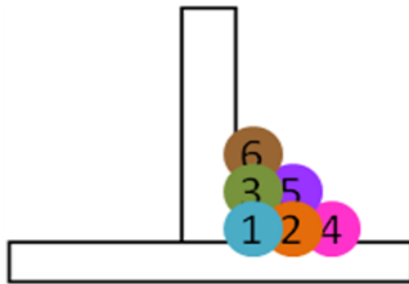


3.8 TIPOS DE PASES

CORDÓN DE SOLDADURA

Se le llama cordón de soldadura a la capa o capas de metal depositado sobre el metal base al fundir el electrodo.

- Por multipases o pases múltiples:

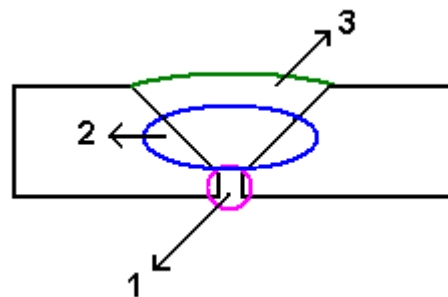


Se recomienda la ejecución de dicha técnica con el fin de que el metal base no se sobrecaliente y sufra cambios en su composición, también cuando la abertura a unir es excesivamente ancha.

- Por pases sencillos

Para depositar el cordón de penetración debe llevarse el electrodo muy cerca del fondo de la junta de tal forma que prácticamente toque los bordes de las piezas por soldar. Es importante tomar en cuenta la velocidad de avance y la posición del electrodo, ya que el manejo inadecuado puede provocar que la escoria pase delante del baño de fusión produciendo inclusiones.

Los cordones 1 y 2 se efectúan sin realizan ningún movimiento de oscilación; al número 3 se le puede realizar el movimiento de vaivén deseado, de ser necesario.



3.9 PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS DEPOSITOS

La inspección para determinar la calidad en el depósito de soldadura debe darse antes, durante y después de la acción, esto con el fin de detectar los posibles defectos y corregirlos a tiempo.

- Antes de soldar

Limpiar el metal base, dejándolo libre de toda escoria, óxidos, pintura, grasa entre otros, la preparación de las piezas y los defectos que presenten son factores a controlar.

- Durante la soldadura

Se deben controlar aspectos como la altura de arco (larga o corta), la velocidad de avance (lenta o rápida), la inclinación y el movimiento del electrodo además del amperaje (alto o bajo).

- Después de la soldadura

Para visualizar la calidad de soldadura debemos tomar en cuenta:

- ✓ La dimensión del ensamblaje soldado y grado de distorsión.
- ✓ Conformidad con la distribución, tamaño, perfil, continuidad y apariencia de la soldadura.
- ✓ Presencia de defectos de soldadura: grietas, porosidad, cráteres sin rellenar, salpicaduras, socavación, entre otros.
- ✓ La inspección se debe realizar después de haberse limpiado la soldadura y el metal base adyacente a la junta soldada.

CAPÍTULO 4

NORMALIZACION SEGÚN ASME IX

Subtemas:

- 4.1) Defectos en los depósitos de soldadura.**
- 4.2) Deformación y dilatación en las piezas soldadas.**
- 4.3) Tipos de ensayos.**
- 4.4) Juntas en filete en placa.**
- 4.5) Junta en ranura en placa.**

4.1 DEFECTOS EN LA SOLDADURA

DEFECTO

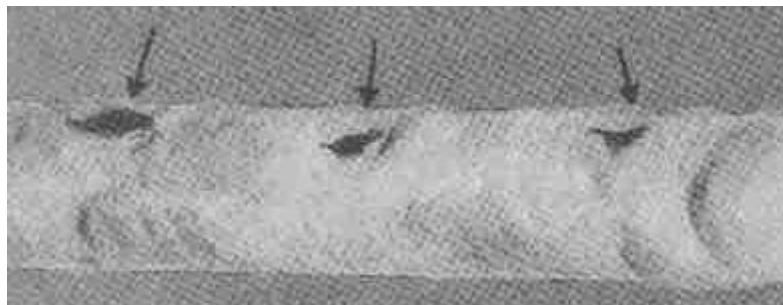
Es una discontinuidad específica que puede comprometer el comportamiento de la estructura para el propósito que fue diseñada.

Las irregularidades en los depósitos de soldadura se pueden dar por el mal manejo del electrodo por parte del soldador, así como el incorrecto ajuste de la corriente para el diámetro empleado. Estos aspectos son básicos para lograr un aspecto y calidad favorable en el cordón depositado.

TIPOS DE DEFECTOS

- Porosidades

Según la AWS A3.0 se define como “un tipo de discontinuidad que forma una cavidad provocada por gases atascados durante la soldadura”.



De esta forma, podemos pensar que es un vacío o bolsa de gas dentro del metal de soldadura solidificado.

Existen 4 tipos de porosidad los cuales se refieren a su posición relativa o forma específica del poro:

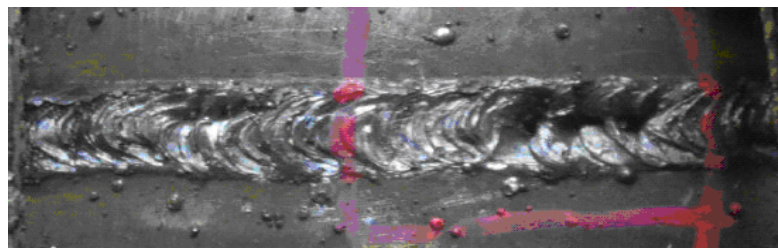
- ✓ Uniformemente dispersa: distribuida a lo largo del depósito.
- ✓ Agrupada: grupo de poros separados por zonas libres de poros.
- ✓ Alineada: poros distribuidos en forma alineada.
- ✓ Vermicular o tipo gusanos: poro de gas con forma y textura alargada.

Las porosidades anteriores se pueden producir por los siguientes factores:

- ✓ Variantes en la técnica de soldadura.
- ✓ Empleo de un arco excesivamente largo con un electrodo de bajo hidrógeno.
- ✓ Presencia de contaminantes o humedad en la zona de soldadura (pueden venir del electrodo, del metal base, del gas de protección o de la atmósfera circundante).

- Falta de penetración

En esta ocasión el metal depositado y el metal base no se funde en forma integral en la raíz de la soldadura, asociada solamente con la soldadura en bisel.



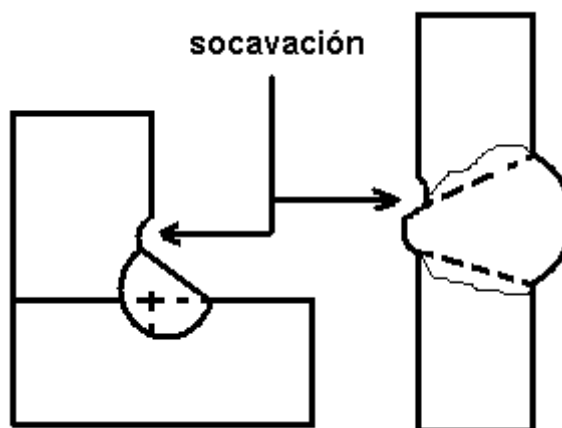
Se puede producir por los siguientes factores:

- ✓ Técnica inapropiada.
- ✓ Excesiva contaminación.
- ✓ Configuración inadecuada de la junta.
- ✓ El metal de soldadura no llega a la raíz, ocasionando un hueco.
- ✓ La ranura de la cara de la raíz no alcanza la temperatura de fusión necesaria.

- **Socavación**

Se entiende como la eliminación por fusión del material base durante el proceso de soldadura, donde no hubo la cantidad suficiente de material de aporte para llenar el agujero alargado.

Es importante recordar que ésta soldadura en bisel se puede presentar en la cara de soldadura y en la superficie del pase de raíz.



Se puede producir por los siguientes factores:

- ✓ Excesiva cantidad de calor.
- ✓ Excesiva velocidad de avance.
- ✓ Técnica inadecuada de soldadura.
- ✓ Insuficiente cantidad de material de aporte depositado.

- Falta de fusión

Discontinuidad de soldadura en la cual la fusión no ocurre entre el metal de soldadura y los cordones adyacentes.

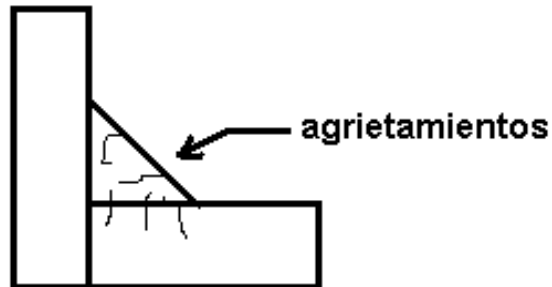


Se puede producir por los siguientes factores:

- ✓ Contaminación extrema.
- ✓ Manipulación inadecuada del electrodo.
- ✓ Insuficiente concentración de calor para fundir adecuadamente los metales.
- ✓ Elaboración inadecuada de la junta, provocando la limitación de la cantidad de fusión que pueda ser alcanzada.

- **Agrietamientos**

Aberturas presentadas en el cordón de soldadura.



Se puede producir por el siguiente factor:

- ✓ Esfuerzos multidireccionales localizados en algún punto, rebasando la resistencia máxima del metal.

- **Inclusiones de escoria**

Regiones dentro de la sección o sobre la superficie de soldadura donde el fundente derretido empleado para proteger al metal fundido es mecánicamente atrapado dentro del cordón depositado, puede ocurrir entre la soldadura y el metal base o entre las pasadas de soldadura.



inclusiones de escoria

Se puede producir por los siguientes factores:

- ✓ Limpieza insuficiente entre pasadas.
- ✓ Parámetros incorrectos de soldadura.
- ✓ Manipulación inadecuada del electrodo.

- Efecto del soplo magnético

Es la desviación de arco de la línea de soldeo producido por el efecto de las fuerzas magnéticas que se acumulan alrededor del arco de soldadura desviándose hacia los lados del avance lineal normal. También es llamado: Golpe de Arco.

Son partículas de metal expedidas durante la fusión de soldadura y quedan pegadas al metal base adyacente al cordón depositado.

Se puede producir por el siguiente factor:

- ✓ Uso de corrientes altas de soldadura que causan turbulencias excesivas en la zona de soldadura.

4.2 DEFORMACION Y DILATACION EN LAS PIEZAS SOLDADAS

DEFORMACIÓN

Es un cambio de tamaño o forma de un cuerpo, por la presencia de esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o dilatación térmica.

DEFORMACIÓN EN LAS PIEZAS SOLDADAS

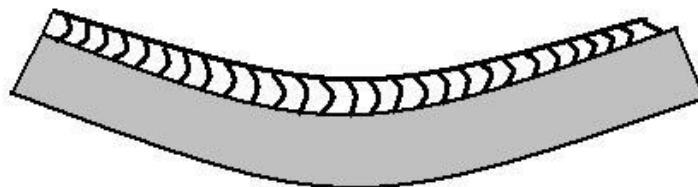
Son fenómenos físicos producidos por la acción de la temperatura que provocan deformaciones en las piezas soldadas.

Están presentes en los procesos donde haya aplicación de calor y enfriamiento, lo cual producirá dilataciones y contracciones.

Existen varios tipos de deformaciones tales como:

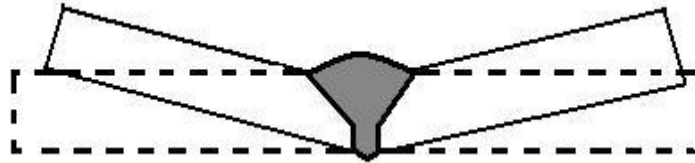
- Contracción longitudinal

Al realizar un depósito de soldadura sobre la cara superior de una plancha, la cual no ha sido fijada esta se doblara hacia arriba en dirección al cordón conforme se va enfriando.



- Contracción transversal

En una soldadura a tope si las planchas no han sido fijadas se arquearán en forma transversal, debido al enfriamiento del cordón de soldadura.



Estas son sumamente perjudiciales en los depósitos de soldadura, ya que producen tensiones y grietas internas en las piezas. Para minimizar este efecto debemos tomar en cuenta las siguientes medidas:

- ✓ Fijar la pieza por soldar con prensas o refuerzos.
- ✓ Distribuir uniformemente el calor en la pieza.
- ✓ Proceder al pre y post calentamiento.

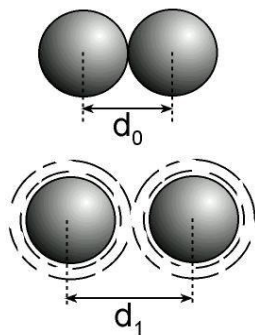
NOTA

Al sujetar las piezas por medio de prensas y refuerzos deberá considerarse un tratamiento térmico o mecánico posterior para aliviar las tensiones internas.

DILATACIÓN EN LAS PIEZAS SOLDADAS

Es el cambio de volumen, longitud o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al cambio de temperatura. Al recuperar la temperatura inicial, recupera las dimensiones y forma convirtiéndolo en un efecto reversible.

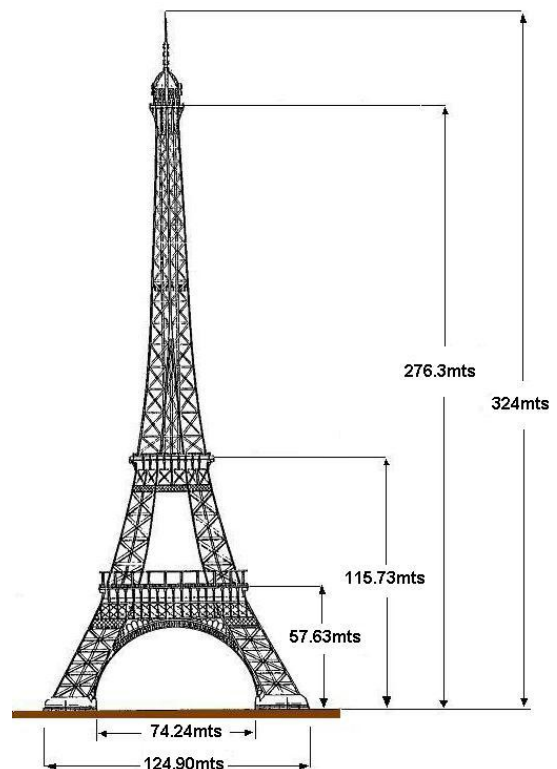
Químicamente ocurre lo siguiente:



Al aumentar la temperatura, aumentan las distancias interatómicas debido al incremento de la vibración térmica de cada uno de los átomos. Los átomos vibran, la distancia promedio entre los centros es mayor y dilatan. A mayor temperatura, más amplia es la vibración y más larga la distancia entre los átomos.

La mayoría de los sólidos se dilatan al calentarse y se contraen al enfriarse. Las consecuencias de estos fenómenos son sumamente importantes, por ejemplo:

Un puente de metal de 50mts de largo que este a 0° y pase a 50° podrá aumentar unos 12cm de longitud, si sus extremos están fijos se engendrarán tensiones sumamente peligrosas; en el caso de la Torre Eiffel con una altura de 300mts por los efectos del calor en la temporada de verano aumenta su longitud 8cm.



4.3 TIPOS DE ENSAYOS

Para comprobar la calidad del depósito de soldadura efectuado, contamos con varios tipos de pruebas o ensayos, ya sean, destructivas o no destructivas, las cuales nos indicarán los posibles defectos que se pueden presentar en un cordón de soldadura.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Permiten inspeccionar la calidad de las estructuras soldadas sin destruirlas ni alterar su capacidad de servicio. Mediante este método se pueden detectar los defectos ya sean internos o externos. Es la técnica mas recomendada cuando se trata de controlar unidades soldadas de gran tamaño y elevado costo.

Tipos

- Inspección visual

Consta de un examen visual minucioso del cordón de soldadura depositado, en ocasiones se necesita la ayuda de una lupa con el fin de determinar los defectos superficiales, tales como: grietas, mordeduras, falta de penetración falta de fusión, desbordamientos de metal fundido y deficiencia en el cráter. Los rangos aceptables dentro de la norma ASME IX pueden ser verificados utilizando una galga. Una de sus mayores desventajas es la limitación que existe para determinar los posibles defectos internos presentados en el depósito.

- Inspección mediante líquidos penetrantes

Con la aplicación de este método podemos detectar los defectos superficiales, utilizando un tipo de líquidos coloreados, los cuales penetran en los posibles defectos del cordón.

Posteriormente se aplica un revelador, el cual, se encarga de extraer el líquido coloreado de las cavidades donde se encuentra localizado el defecto y perfila en contorno del mismo.

APLICACIÓN

- ✓ Realizar análisis de los defectos detectados.
- ✓ Limpiar la superficie de la pieza nuevamente.
- ✓ Se limpia la superficie de la pieza a examinar.
- ✓ Se cubre con una película del líquido coloreado.
- ✓ Aplicar el revelador (se detectan los defectos en el cordón).
- ✓ Esperar durante 15min (el líquido penetrante fluye al interior de los posibles defectos).

ENSAYOS DESTRUCTIVOS

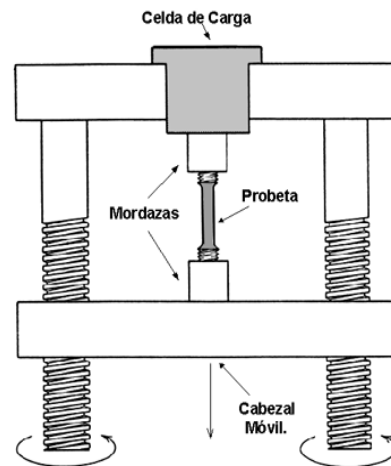
Para este tipo de ensayos se utilizan muestras de la estructura soldada, las cuales se someten a cargas crecientes hasta producir su rotura.

Tipos

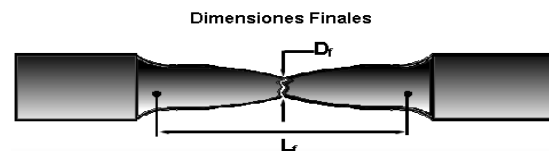
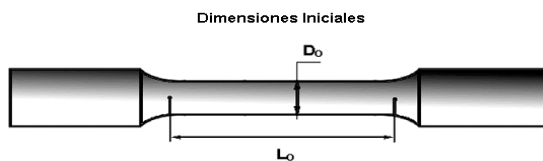
- Ensayo de tracción:

Se sujeta la probeta en una máquina de ensayo, la cual, consiste en dos mordazas, una fija y otra móvil. Se somete a un esfuerzo de tracción progresivo hasta producir la rotura de la pieza soldada. Durante el proceso, se mide la carga mientras la mordaza móvil se desplaza.

Antes de colocar la probeta en la máquina de ensayos se debe marcar la longitud en la parte central con el fin de determinar el alargamiento.

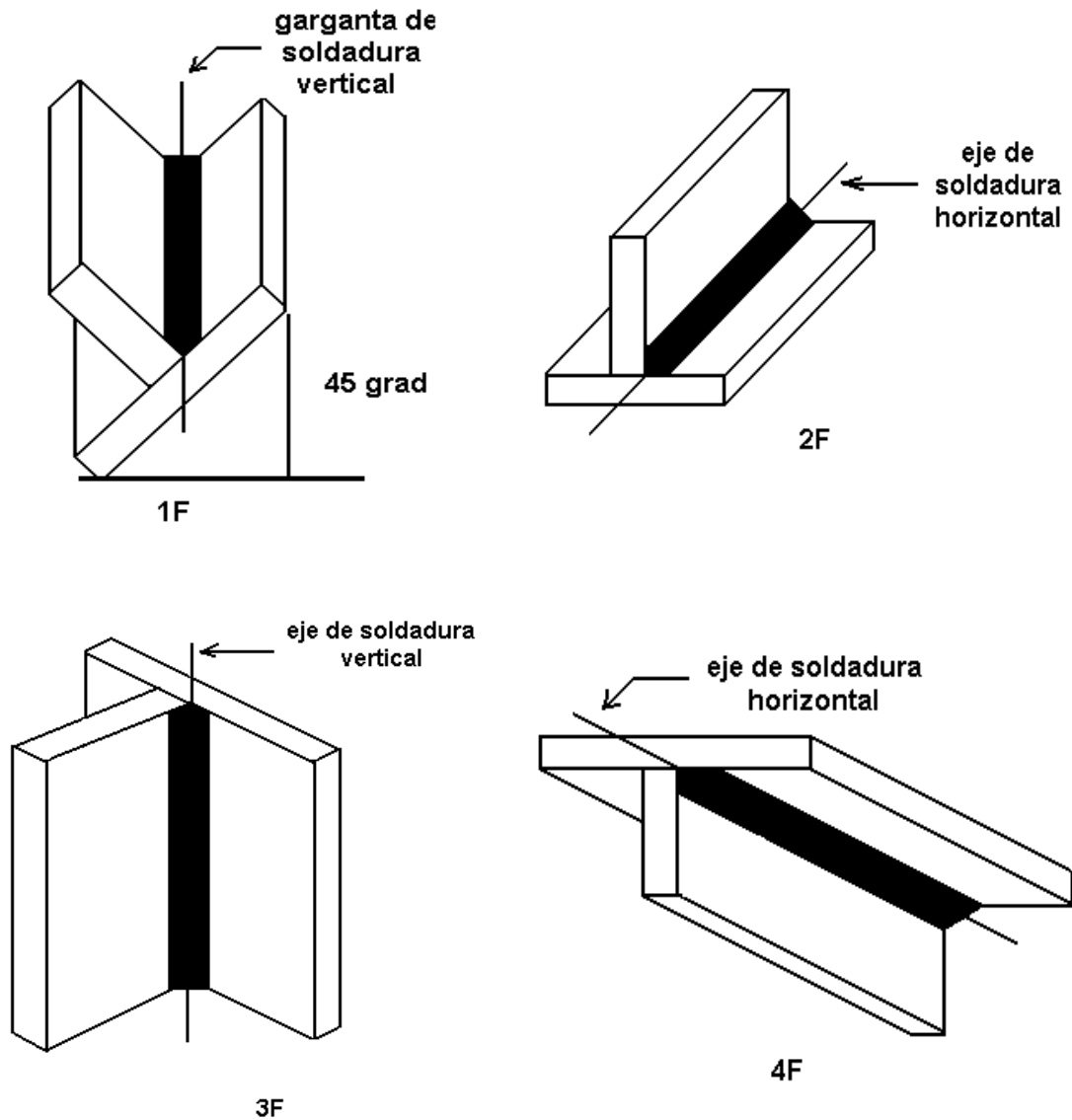


Como resultado final, podremos observar la diferencia entre los parámetros iniciales y los de las áreas finales.



4.4 JUNTAS EN FILETE EN PLACA

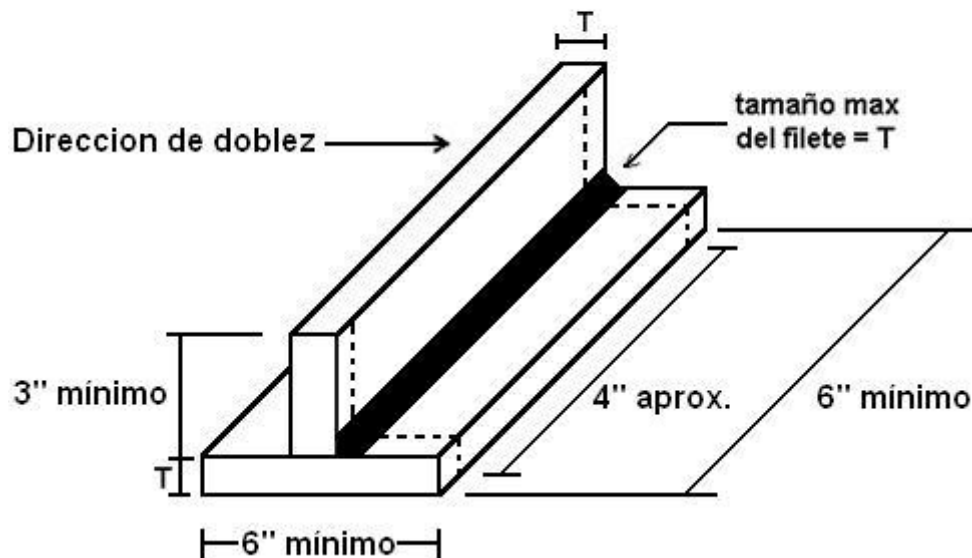
Los depósitos se realizan en una unión en T. Existen cuatro posiciones las cuales son:



ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ASME SECCION IX

A la hora de ensamblar una probeta se deben de tomar en cuenta las siguientes medidas:

PROBETA SOLDADURA DE FILE TE

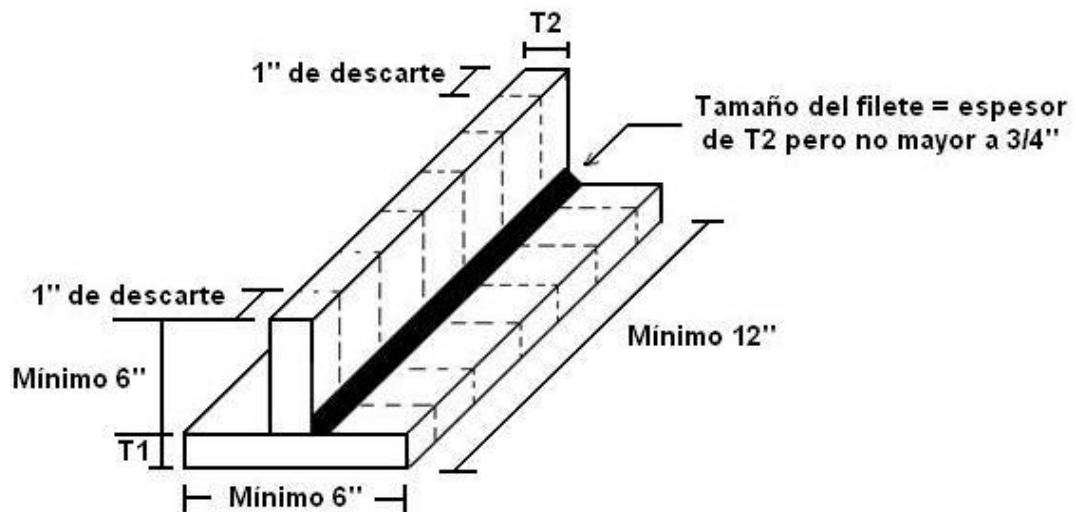


Según la Norma ASME IX la persona que realice una junta en placa ya sea en filete o en ranura, está en la capacidad de:

- 1F ó 1G: Está capacitada para soldar solo en esa posición.
- 2F ó 2G: Está capacitada para soldar solo en esa posición.
- 3F ó 3G: Está capacitada para soldar solo en esa posición.
- 4F ó 4G: Está capacitada para soldar en todas las posiciones a excepción de la 3F.

De igual forma se debe tomar en cuenta que a la hora de extraer los especímenes de la junta en filete; estos deben caracterizarse por poseer las siguientes medidas:

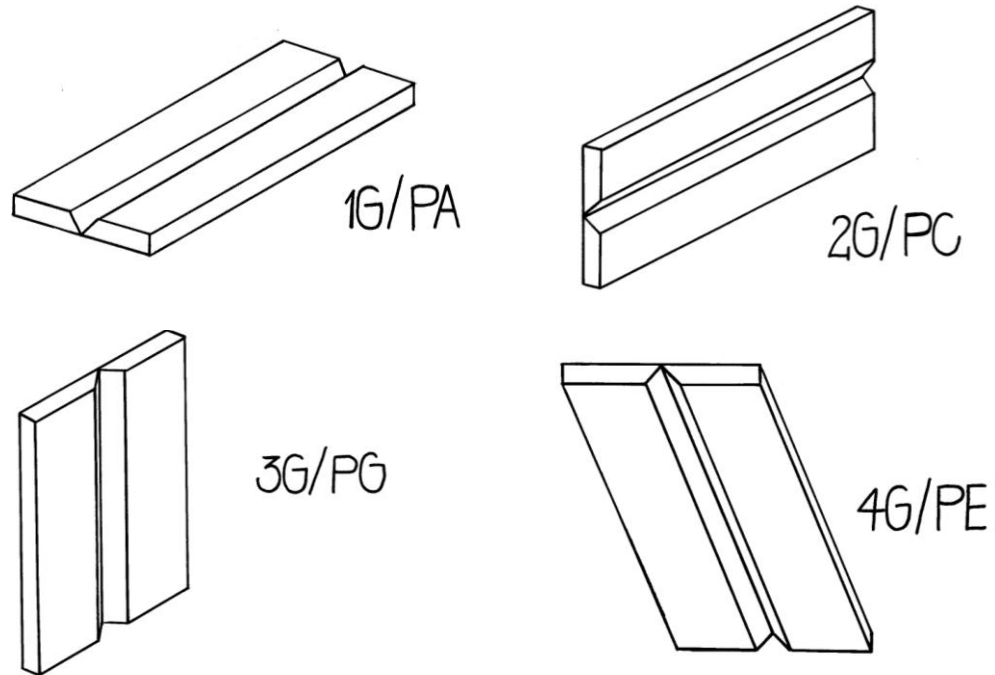
ESPECIMEN DE PRUEBA Soldadura de filete



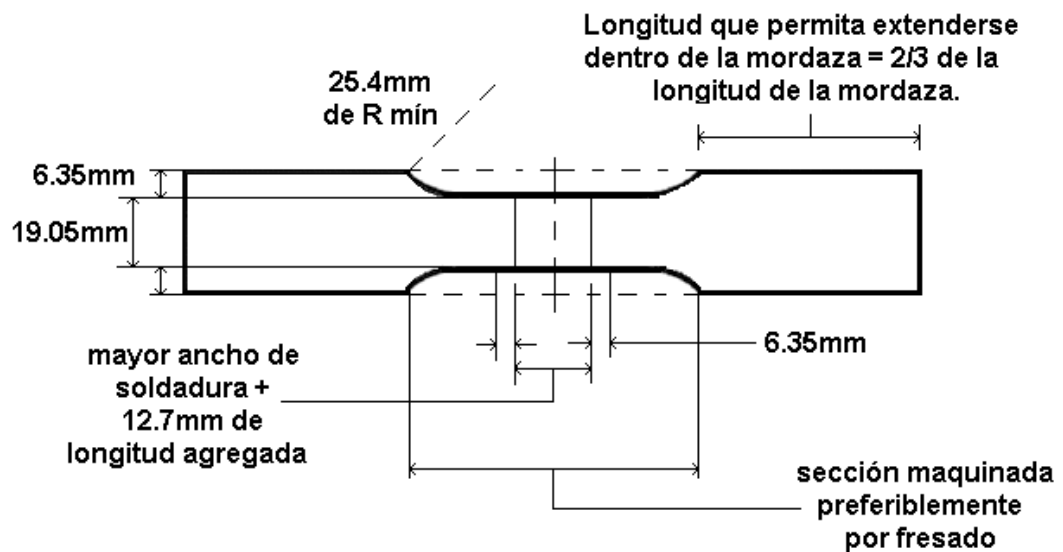
En la Prueba Macro de la soldadura, el filete mostrará fusión en la raíz de la soldadura, no más allá de la raíz.

El metal de la soldadura y la zona afectada por el calor deberán estar libres de grietas.

4.5 JUNTAS EN RANURA EN PLACA



La norma ASME IX indica que las medidas de un espécimen para una prueba de tensión en placa deben ser las siguientes:



ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ASME SECCION IX

Según lo indicado en el **QW-403.6** de la norma ASME el espesor mínimo calificado de metal base es el espesor de T ó 5/8". Sin embargo, cuando T es menos que 1/4" el espesor mínimo calificado es de 1/2 T.

La indicación anterior tiene sus excepciones, como por ejemplo los siguientes casos:

- ✓ Cuando una WPS se califica con una PWHT arriba de la temperatura de transformación o superior.
- ✓ Cuando un material austeníticos se recuece en solución después de soldar.

En el **QW-403.7** se le indica a la persona operaria que para los procesos como SMAW, FCAW, GTAW y GMAW donde se apliquen pases múltiples; el espesor máximo calificado para 1½" y más el espesor de T de la muestra de prueba de tensión y dobléz longitudinal de soldadura en ranura (**QW-451.2**) será de 8". Por otro lado; para espesores mayores a las 8", los espesores máximos de metal base y de metal de soldadura calificados son 1.33T ó 1.33t cuando sea aplicable.

Es importante recordar que se deben de tomar en cuenta para cada procedimiento:

- Variables Esenciales (QW-401.1)

Se refiere al cambio en una condición de soldadura la cual afectará las propiedades mecánicas, como por ejemplo:

- ✓ Cambio Número P.
- ✓ Precalentamiento.
- ✓ Proceso de soldar.
- ✓ Metal de aporte u electrodo.

- Variables No Esenciales (QW-401.4)

Se refiere al cambio en una condición de soldadura que NO afectará las propiedades mecánicas entre las cuales podemos mencionar:

- ✓ Diseño de la junta.
- ✓ Método de cincelado posterior a la limpieza.

- Variables de soldadura agrupada (QW-401.5)

Incluye datos de soldadura tales como:

- ✓ Juntas.
- ✓ Metal Base.
- ✓ Metal de aporte.
- ✓ Posición
- ✓ Pre calentamiento.
- ✓ Tratamiento térmico.
- ✓ Gas.
- ✓ Características eléctricas.

Para más información; observar el **Artículo IV Datos de Soldadura**, donde se podrán encontrar todas las variables con respecto a las variables del procedimiento.

PRUEBAS DE TENSION Y DOBLEZ LONGITUDINAL DE SOLDAURA EN RANURA (QW-451.2)				
Espesor T, muestra de prueba soldada	Espesor T, metal de Soldadura Depositado Calificado	Tipo y número de Pruebas Requeridas Pruebas de tensión y doblez guiado		
	Máx.	Tensión QW-150	Dobleza de cara QW-160	Dobleza de Raíz QW-160
Menos de 1/16	2t	2	2	2
1/16 a 3/8 incl.	2t	2	2	2
Arriba de 3/8	2t	2	2	2
Orden de espesor T de Metal Calificado	Máx.	2T	2T	2T
	Min.	T	1/16	3/16

CAPÍTULO 5

METALES NO FERROSOS

Subtemas:

- 5.1) Aceros inoxidables.**
- 5.2) Aluminio.**

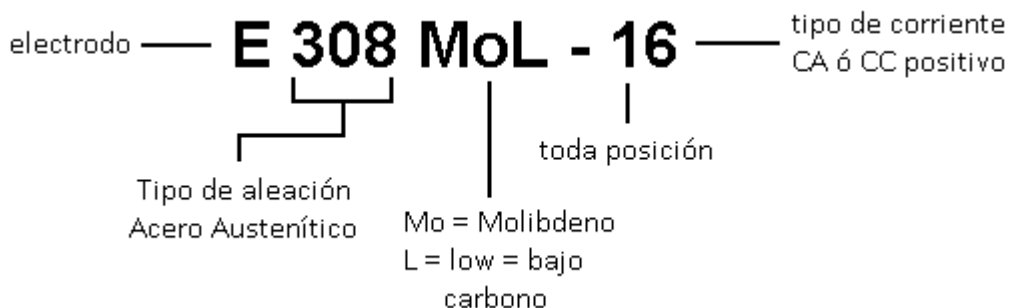
5.1 ACEROS INOXIDABLES

Son aquellos que contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, estos se mantienen brillantes, resistentes al herrumbre y oxidación, a pesar de la acción de la humedad, ácidos y gases corrosivos. Algunos son muy duros y otros resistentes a las temperaturas extremas. Debido a su superficie brillante, es utilizado en la arquitectura con fines decorativos.

De igual manera es utilizado en tuberías, tanques de refinería de petróleo o plantas químicas, en fuselajes de aviones o cápsulas espaciales, fabricación de instrumentos y equipos quirúrgicos, para fijar o sustituir huesos rotos gracias a su resistencia a la acción de los fluidos corporales. La gran mayoría de los utensilios de cocina y zonas de preparación alimentaria son de acero inoxidable ya que no oscurece los alimentos y se pueden limpiar con facilidad.

Según la AWS los aceros inoxidable se clasifican como:

- A5.4 = Aceros resistentes a la corrosión



Nota

Si en el tipo de corriente aparece el #5 = CC+, y el #6 = CA ó CC+. Donde:

- ✓ Si = alto contenido de silicio.
- ✓ L = "low", bajo contenido de carbono.
- ✓ Cb = columbio (elemento estabilizado).
- ✓ ELC = extra bajo contenido de carbono.
- ✓ Mo = molibdeno (mejora resistencia a la corrosión).

Clasificación de grupos

- Aceros austeníticos

Aleaciones de hierro, cromo (18%), níquel (9%) y carbono (0.08%), presenta mejores prestaciones en la fabricación de componentes y equipos, buena soldabilidad y gran resistencia a los tipos de corrosión.

- Características

- ✓ Dúctil.
- ✓ Son los más utilizados.
- ✓ Baja conductividad calorífica.
- ✓ Tipo normalizado AISI -314 ó 18/8.
- ✓ Resistente a la corrosión atmosférica, agua de mar, ataque de productos alimenticios y la mayoría de ácidos orgánicos.

- Aceros martensíticos

Aleaciones de hierro, cromo (12-14%) y carbono \geq a 0.10%. Éstos sufren modificaciones estructurales con la temperatura, por lo que suelen someterse a tratamientos térmicos de temple y revenido, alcanzando buenas propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión. Altamente utilizado en la industria de la cuchillería, grifería, ornamentación y cubertería.

- Características:

- ✓ Alto grado de soldabilidad.
- ✓ Resistentes a la corrosión y al desgaste.
- ✓ Adquieren grandes durezas por temple.
- ✓ Resistente a la corrosión atmosférica, aguas corriente, ácidos y álcalis débiles.

- Aceros Ferríticos

Aleaciones de hierro, cromo (16 – 18%) y carbono (menor al 0.10%) con un bajo contenido de níquel. Son magnéticos, tienen buena ductilidad, resistentes a la corrosión y oxidación a temperaturas elevadas.

- Características:

- ✓ Magnéticos.
- ✓ Difíciles de soldar.
- ✓ El grano no se regenera.
- ✓ Utilizados en ebullición profunda por su gran ductilidad.

Efectos de la soldadura en los aceros inoxidables

- **Contracción y dilatación**

El efecto de dilatación es mayor que el de contracción, casi un 25% + que en los aceros de bajo contenido de carbono.

- **Pérdidas de elementos químicos**

Se presenta la fase sigma, donde los aceros llegan a tal punto de calentamiento que empiezan a perder sus propiedades inoxidables y los carburos de cromo, volviéndolo un material duro y frágil.

La formación de ésta fase se ve favorecida si las partes fabricadas son destinadas para servicios con rangos de 590 a 930°C ó, porque las piezas fabricadas requieren de un tratamiento térmico de alivio de tensiones sobre estos rangos, reduciendo la ductilidad.

La fase sigma se produce fácilmente a 730°C y puede ser removida por medio de un calentamiento a 1010°C en donde ésta se disolverá.

- **Técnicas para evitar efectos negativos**

Utilizar amperajes bajos, realizar tramos más cortos de cordones, acortar la distancia del arco, aplicar el paso del peregrino, trabajar con electrodos CD+ y trabajar con electrodos del menor diámetro admisible le ayudara a mejorar las dificultades que se presenten a la hora del depósito.

- **Intensidades a utilizar**

Lo más recomendable en estos casos es consultar las cajas de los electrodos, donde los fabricantes nos recomiendan el amperaje adecuado a utilizar.

Por ejemplo:

Los amperajes recomendados para los electrodos AWS E-308-16 se presentan en la siguiente tabla:

Diámetro en pulgadas	mm	Amp
3/32	2.4	60-90
1/8	3.2	80-120
5/32	4.0	120-160
3/16	4.8	150-190
1/4	6.4	190-290

5.2 ALUMINIO

Es un elemento químico, su símbolo Al, metal no ferromagnético, es el tercer elemento más común en la corteza terrestre ya sea, en las rocas, vegetación, y animales. Como metal se extrae solamente del mineral llamado bauxita, primero por su transformación en alúmina mediante el proceso Bayer y posteriormente en aluminio metálico por medio de la electrólisis.

CARACTERÍSTICAS DEL ALUMINIO

- Físicas
- ✓ Abundante en la naturaleza.
- ✓ Bajo punto de fusión (660°C).
- ✓ Material fácil y barato de reciclar.
- ✓ Metal ligero (densidad 2700Kg/m³).
- ✓ Elevada conductividad eléctrica y térmica.
- ✓ Su producción metalúrgica es muy costosa.
- ✓ Resistente a la corrosión, productos químicos, intemperie y aguas de mar gracias a la capa de Al₂O₃.
- ✓ De color blanco brillante, alto poder de reflexión de radiaciones luminosas y térmicas.

- Químicas

- ✓ La alúmina se puede disolver en ácido cítrico formando citrato de aluminio.
- ✓ Por su elevado estado de oxidación se forma una capa superficial de óxido de aluminio llamada alúmina. La cual es impermeable, adherente y detiene el proceso de oxidación; proporcionando resistencia a la corrosión y durabilidad.
- ✓ Posee características anfóteras: se disuelve tanto en ácidos como en bases fuertes liberando hidrógeno.

- Mecánicas

- ✓ Blando.
- ✓ Soldable.
- ✓ Fácil mecanizado por su baja dureza.
- ✓ Maleable (permite la producción de láminas).
- ✓ Dúctil (permite la fabricación de cables eléctricos).
- ✓ Admite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión.
- ✓ Para su uso estructural se debe alea con otros metales y aplicar tratamientos térmicos con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas.

SOLDABILIDAD DEL ALUMINIO

Aptitud que tienen los metales para originar, operando según reglas establecidas por la técnica de la soldadura, un conjunto compacto y continuo, es decir, exento de defectos físicos y de la mayor homogeneidad posible, consiguiéndose una mejor uniformidad de las propiedades exigidas para el empleo el que se destina la pieza soldada.

La soldabilidad tiene 3 aspectos:

- Soldabilidad operatoria

Estudia las condiciones tecnológicas que un soldador requiere para efectuar una soldadura sin gran dificultad, generalmente es buena siempre y cuando se elimine la capa de óxido.

- Soldabilidad local o metalúrgica

Resulta de las modificaciones fisicoquímicas que aparecen como consecuencia de la soldadura, dependiendo de la aleación y del procedimiento empleado.

- Soldabilidad global o constructiva

Facultad que posee el metal de permitir la realización de conjuntos. Se define por el grado de sensibilidad del conjunto a las deformaciones y a las roturas cuando está sometido a esfuerzos, depende de numerosos factores, como por ejemplo: la forma de la pieza, el orden de ejecución de las soldaduras, la naturaleza de la aleación y el procedimiento de soldadura empleado.

ELECTRODOS

Este método emplea electrodos de alma de aluminio de la misma composición química que el material base o aleación de aluminio con un revestimiento para:

Eliminar la capa de alúmina, la protección de baño frente al oxígeno del aire y la ionización de la atmósfera en la que salta el arco.

El defecto común de los electrodos es la tendencia a la higroscopicidad del revestimiento, por lo que se debe tener especial cuidado en el embalaje, almacenamiento y manipulación.

El electrodo húmedo es de difícil empleo ya que la fusión va acompañada de proyecciones que dañan al soldador y pueden provocar la extinción del arco, por otro lado, el cordón efectuado en estas condiciones está lleno de sopladuras que hacen las soldaduras inaceptables.

Los electrodos húmedos pueden regenerarse por una desecación entre 300 y 400°C durante una hora.

CORRIENTE ELÉCTRICA

Preferiblemente se utiliza con corriente continua, consiguiendo una mejor estabilidad del arco colocando el polo positivo en el electrodo (polaridad inversa). La punta del electrodo es sometida a un bombardeo intenso por los electrones emitidos por el baño, lo que conduce a una fusión rápida. La corriente va de 60-70V y la tensión en carga de 20-30V según la naturaleza del electrodo.

PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS

La distancia entre las piezas debe ser regular y depende del espesor de las piezas, se deben limpiar los bordes cuidadosamente por medio de cepillos metálicos antes de realizar la soldadura.

En la consecución de cordones de gran longitud, se practica un punteado, en el que se aumenta sensiblemente la intensidad en relación a la del cordón, con el fin de conseguir puntos bien penetrados.

Es ventajoso ejecutar un precalentamiento variando la temperatura entre 150-250°C, facilitando los comienzos. Cuando haya que soldar 2 piezas de diferente espesor, el elemento de mayor grosor se precalienta por más tiempo, ya sea con una lanza de gas o un soplete aire-gas.

EJECUCIÓN DE LA SOLDADURA

Se mantiene el electrodo de manera que forme un ángulo de 70-80° con el cordón de soldadura. La longitud del arco debe limitarse a 5mm, ya que de otra manera se extingue. Por lo demás conviene reducir su longitud para evitar la formación de gotas de dimensiones excesivas.

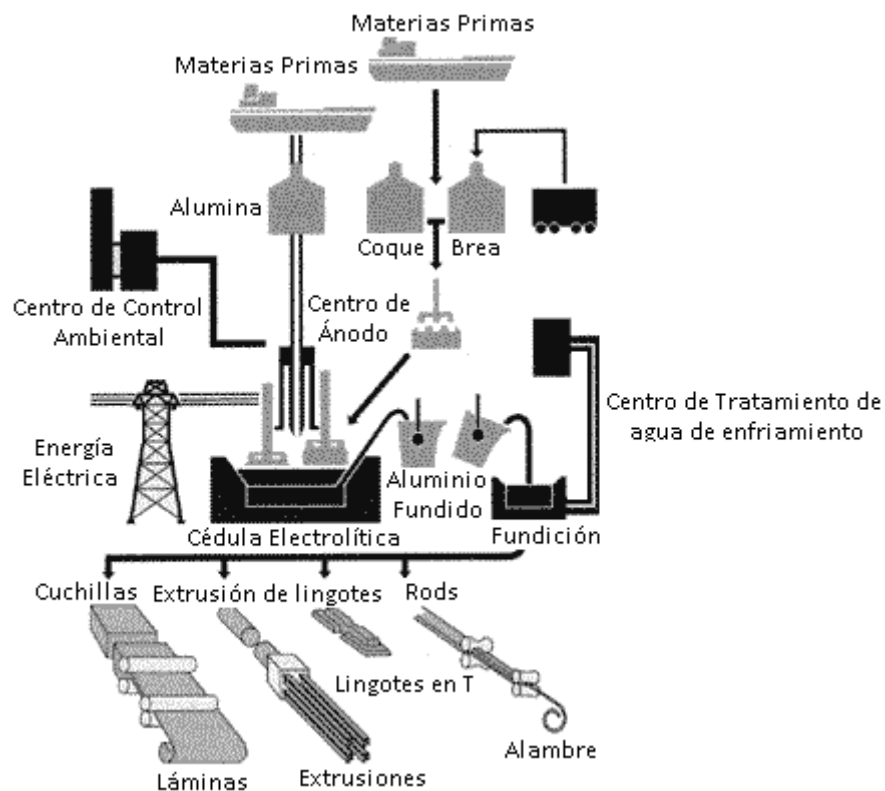
Al comienzo de cada soldadura deben quitarse cuidadosamente con el maso, cincel y el cepillo los fundentes y las escorias, lo mismo ocurre en cada pasada cuando se efectúa la soldadura con varias pasadas.

Debe recordar que el aluminio funde a 660°C y la alúmina a 2000°C.

ESTRUCTURA DE LOS CORDONES

La cristalización de los cordones es basta y fuertemente orientada, lo que repercute en las características mecánicas de los cordones. Sobre todo en las aleaciones con Mg, la presencia de H₂ disuelto, que proviene de la humedad residual del revestimiento, origina porosidades y tiene una influencia nefasta sobre los alargamientos.

FABRICACIÓN DEL ALUMINIO



CAPÍTULO 6

METALES FERROSOS

Subtemas:

6.1) Fundiciones.

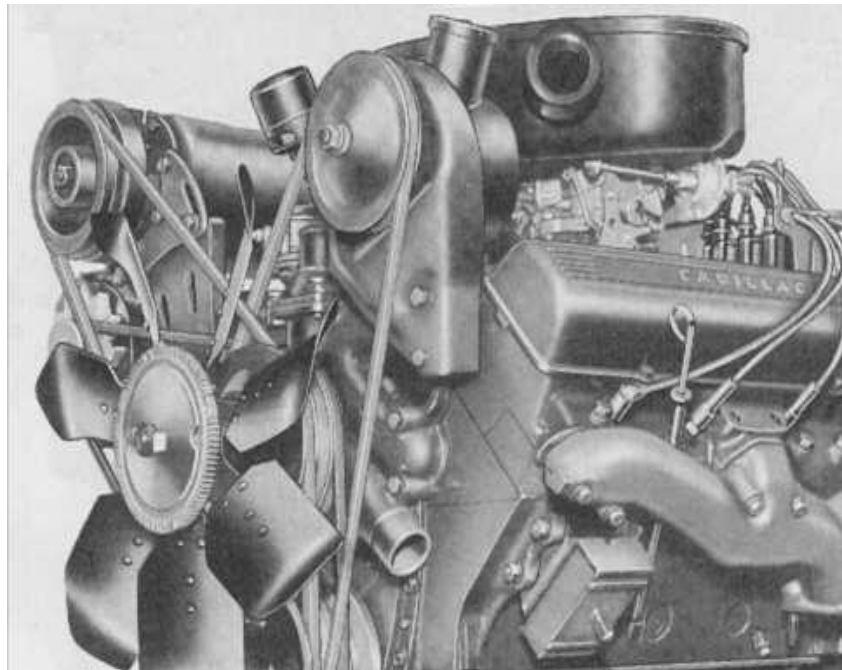
6.1 FUNDICIONES

CONCEPTO

Llamamos fundición a aquellas aleaciones de hierro y carbono (2% - 6%), las cuales suelen utilizarse para la realización de bloques, bancadas de máquinas, herramientas, soportes, bloques de motores, cuerpos de bombas entre otros. No son buenos conductores de calor y electricidad.

PROPIEDADES

Buena resistencia a la compresión, baja resistencia a la tracción, resistencia a las vibraciones, fragilidad, moldeabilidad en caliente y resistencia al desgaste.

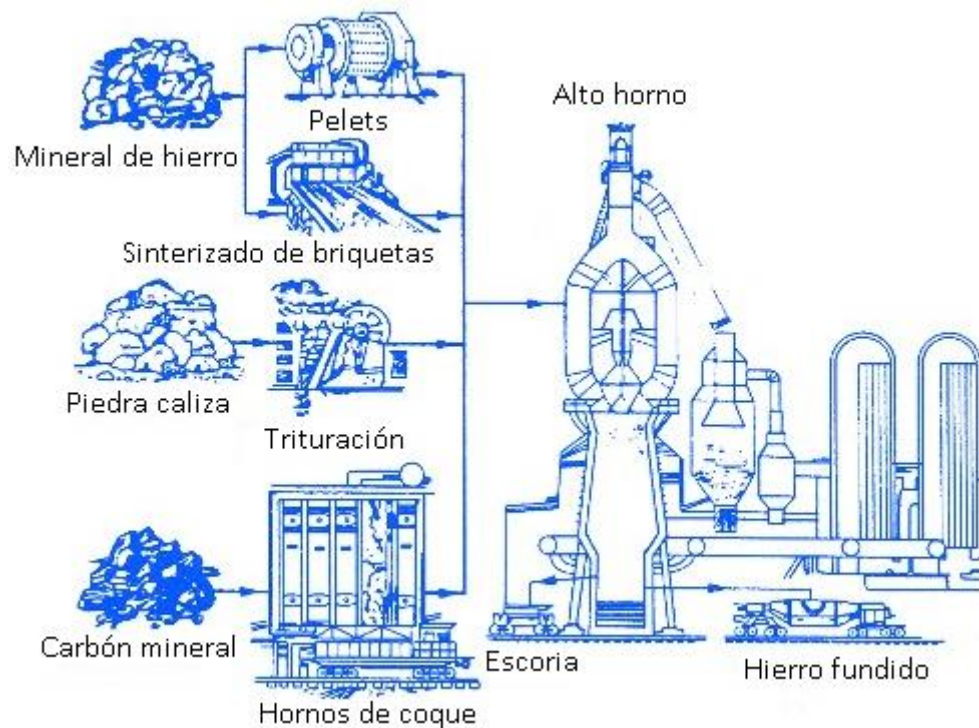


La mayoría de las máquinas tiene en sus componentes alguna pieza de hierro fundido. Es uno de los metales que más problemas causa al soldador, sobre todo el hierro fundido gris, ya que, en general, se desconoce su fabricación,

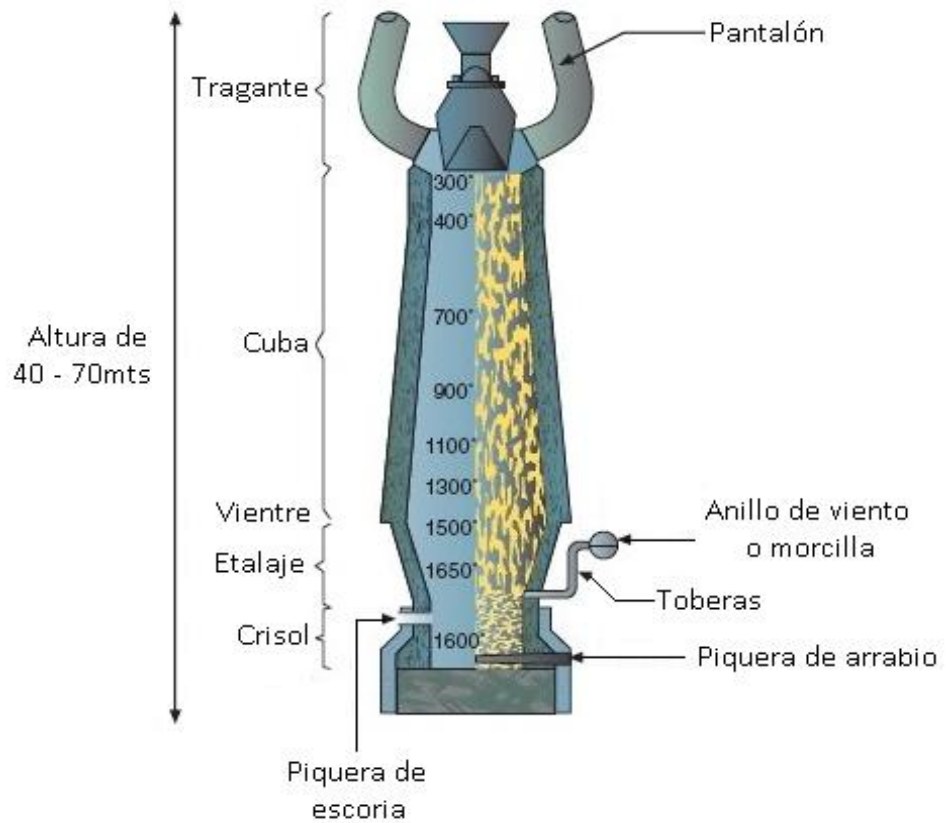
elementos que contiene, características, ¿que sucede al calentarlo o fundirlo?, ¿cuando se suelda y cuando se enfría?

El hierro fundido contiene los mismos elementos que el acero al carbono pero en porcentajes diferentes. También se fabrican algunos tipos de hierro agregando a los elementos usuales (Fe-C-Si-Mn-P-S) otros elementos de aleación. El hierro fundido en general funde a 1200°C. El porcentaje de carbono granítico define la maquinabilidad.

FABRICACIÓN



TEMPERATURAS Y PARTES DEL ALTO HORNO



APLICACIONES



SUGERENCIAS PARA SOLDAR HIERRO FUNDIDO

- Electrodo:

De acuerdo al tipo de hierro fundido, debe usarse el tipo de electrodo.

- Soldar en posición:

El soldador que logra soldar acero estructural en todas posiciones, podrá soldar hierro fundido.

- Rajaduras al soldar hierro fundido:

Si a la hora de soldar hierro fundido lo prensamos en los extremos, lo soldamos y soltamos hasta que se enfríe; a los lados del cordón encontraremos una rajadura, ya que, la resistencia a la tensión del hierro fundido es muy baja y no resiste el jalón que le da la soldadura la enfriarse.

Para evitar estas rajaduras es recomendable depositar cordones de 1.5" como máximo, martillar con la bola de un martillo pequeño, empezar el martilleo por donde se empezó a depositar el cordón que va a hacer presión sobre las paredes del bisel, la tensión que va a producir al contraerse va a ser mínima y con el enfriamiento, aún más. Esta tensión si la soporta el hierro fundido.

- Contaminación:

Para contrarrestarla es necesario limpiar con líquidos como: gasolina, thinner, tetracloruro de carbono o electrolito de batería, detergente para eliminar los residuos de los líquidos anteriores y vapor para eliminar los residuos del detergente. También ayuda en gran manera biselar la pieza y precalentar el área a soldar. Se recomiendan electrodos de hierro-níquel o de acero.

PROBLEMATICA EN LAS PIEZAS

- La pieza está rota en 2 o más partes
- ✓ Limpie las piezas.
- ✓ Alinee las partes rotas.
- ✓ Bisele y redondee las aristas del bisel.
- ✓ Empaste las paredes del bisel, deposite los cordones en el orden correcto.
- ✓ Deposite cordones de 1.5 pulgadas como máximo.

- La rajadura llega a un borde o no llega a los bordes de la pieza
- ✓ Limpie la pieza.
- ✓ Selle la rajadura.
- ✓ Bisele.
- ✓ Deposite los cordones.
- ✓ Empaste las paredes del bisel.

- La pieza presenta un impacto y rajaduras
- ✓ Limpie la pieza.
- ✓ Bisele la pieza.
- ✓ Empaste el borde del bisel.
- ✓ Saque bocado.
- ✓ No permita que la temperatura rebase la temperatura que la palma de la mano pueda soportar.
- ✓ Suelde el bocado con 6010-11 en el mismo orden.

- Falta un pedazo de la pieza
- ✓ Limpie la pieza.
- ✓ Haga ranuras.
- ✓ Rellene las ranuras.
- ✓ Rellene a la medida deseada.

CAPÍTULO 7

PROCESOS OPERACIÓN DE CORTE

Subtemas:

- 7.1) Corte por plasma.**
- 7.2) Corte por aire.**

7.1 CORTE POR PLASMA

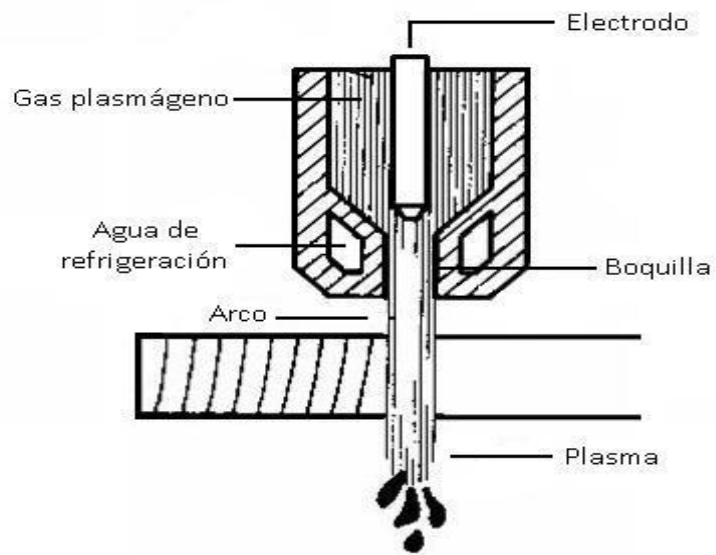
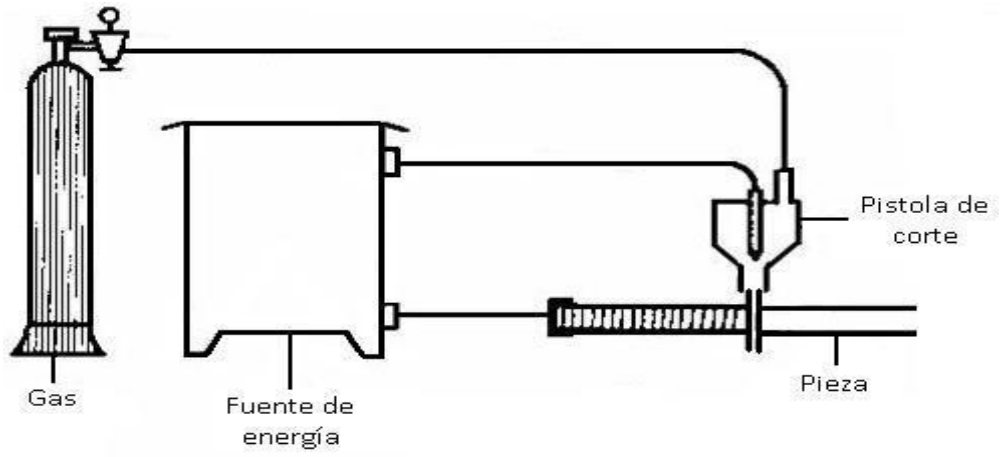
Este proceso está basado en elevar la temperatura del material por cortar por encima de los 30.000°C, llevando el gas utilizado hasta el cuarto estado de la materia: el plasma (donde los electrones se separan del átomo y el gas se ioniza volviéndose conductor. Se produce por la estrangulación del arco eléctrico a través de la sección de la boquilla del soplete, concentrando la energía cinética del gas, lo ioniza y la polaridad adquiere la propiedad de cortar.

VENTAJAS

- ✓ Menor probabilidad de deformaciones, debido a la compactación calorífica de de la zona de corte. Los gases utilizados son más económicos (argón, hidrógeno, nitrógeno).
- ✓ Posee gran versatilidad para realizar cortes sobre metales en calibres delgados, brinda mayor productividad, ya que, la velocidad de corte es mayor.

EQUIPO

Se necesita un generador de alta frecuencia alimentado de energía eléctrica, gas (genera la llama de calentamiento), portaelectrodo y un electrodo (tungsteno, hafnio o circonio).

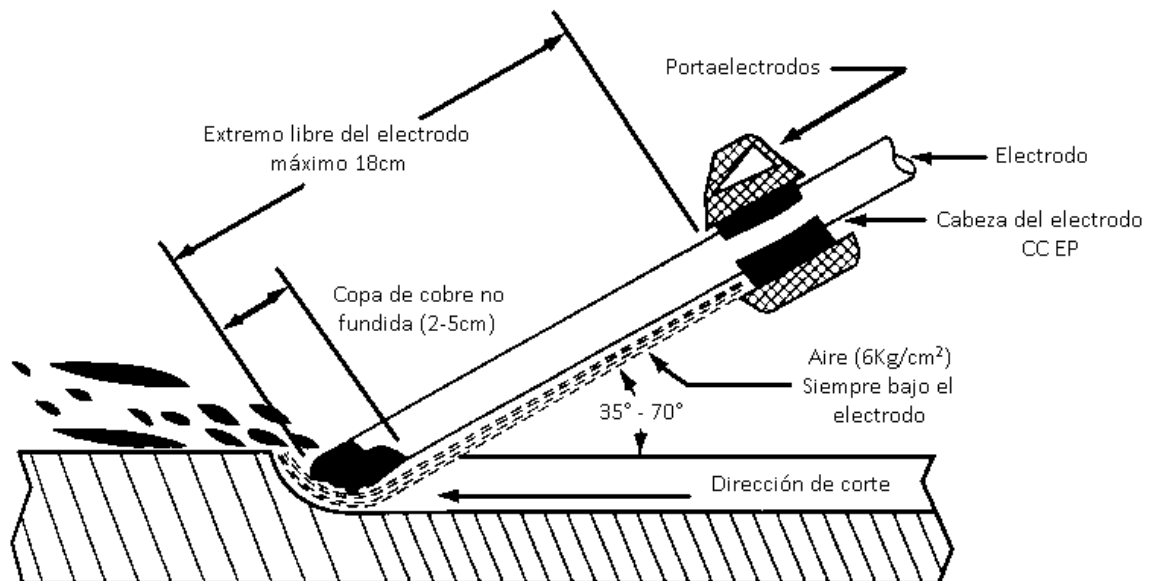


7.2 CORTE POR AIRE

Caracterizado por ser un proceso de mecanizado, donde un chorro potente de aire a presión barre el metal fundido de la zona de corte por efecto del arco eléctrico, el cual, es provocado por un electrodo situado en la parte delantera de la zona de barrido.

El equipo utilizado para realizar el proceso es igual al del proceso de soldadura por arco eléctrico, a excepción del portaelectrodo el cual posee unos orificios los cuales permiten la salida del aire a presión, por esta razón se necesita de un caudal adicional de aire comprimido.

Los electrodos utilizados en éste proceso están compuestos de un 90% de grafito, el % restante por carbono y están recubiertos por un capa fina de cobre, la cual, facilita el paso de corriente y evita la corrosión de la pieza que pudiera ser provocada por el chorro de aire (seco y caudaloso). Trabaja principalmente con CC y polaridad inversa.



BIBLIOGRAFIA

- Soldadura, Tercera Edición, James A. Pender.
- Técnica y práctica de la soldadura, Editorial Reverté, Joseph W. Giachino.
- Norma ASME, sección IX