Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial

CONSTRUCCIONES METÁLICAS

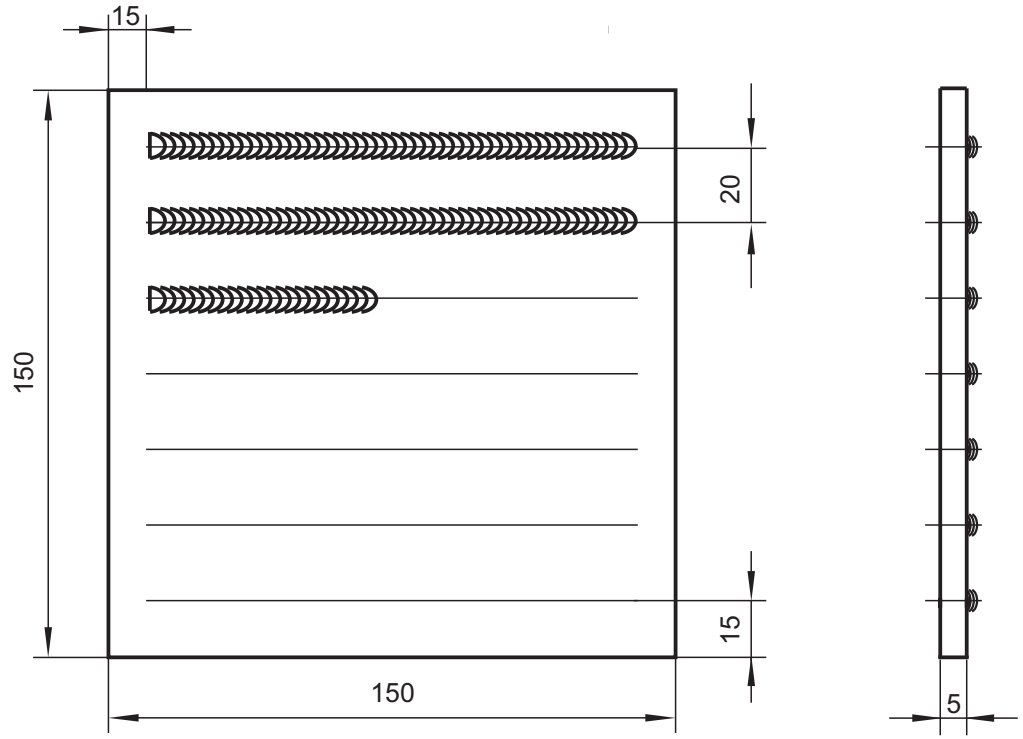


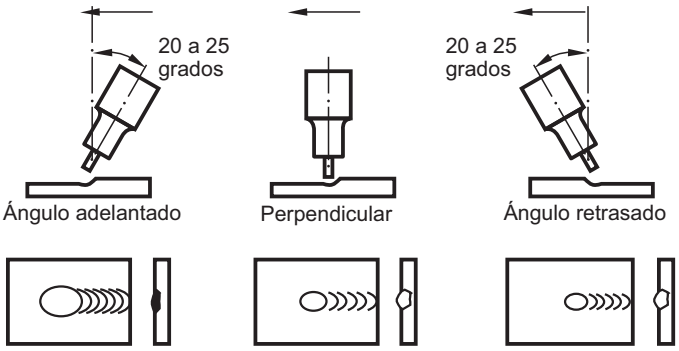
Soldadura MIG/MAG

Código: 89001598

Técnico Operativo

TAREA	CONTENIDO	N° PÁG.
1	SOLDADURA EN POSICIÓN PLANA.	5
2	SOLDADURA A TOPE EN POSICIÓN PLANA	58
3	SOLDADURA A TOPE EN V EN POSICIÓN PLANA	81
4	SOLDADURA A TOPE EN V EN POSICIÓN VERTICAL	98
5	SOLSAR CON MIG EN POSICIÓN PLANA EN ALUMINIO	99





Nº	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
01	Prepare equipo	- Careta para soldar - Guantes - Mandil de cuero - Equipo de soldadura MIG - MAG - Escobilla de fierro - Pica Escoria - Alicates y/o tenazas
02	Prepare material base	
03	Encienda y mantenga el arco eléctrico	
04	Desposite cordones angostos, anchos y superpuestos	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01	SOLDAR PLACA	150 X 150 X 5	St 37	

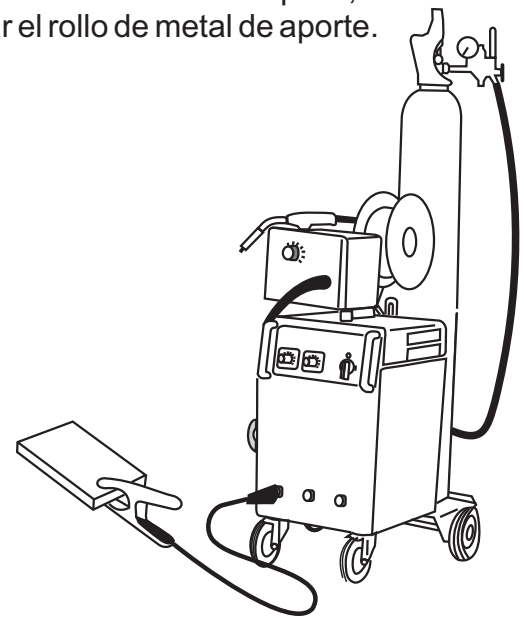
SENATI	SOLDADURA EN POSICIÓN PLANA	HT 01	REF. HO. 01-04
	SOLDADOR ESTRUCTURAL	TIEMPO: 8 Hrs.	HOJA: 1
		ESCALA: S / E	2014

OPERACIÓN:

PREPARAR EL EQUIPO DE SOLDAR M.A.G.

Esta operación consiste en preparar el equipo de soldar MAG, instalando la fuente de poder a un interruptor manual que permita conectar y desconectar la máquina, instalar botella de gas Dióxido de carbono (CO_2), antorcha e instalar el rollo de metal de aporte.

Se utiliza para soldar aceros al carbono en todas las posiciones.



PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Conecte la fuente de corriente.

a) Conecte el cable de la máquina en la llave termomagnética.

OBSERVACIÓN
Utilice la tensión e intensidad de corriente según las características de la máquina.

2° Paso: Prepare el equipo.

a) Instale la botella de dióxido de carbono (gas protector) .

OBSERVACIÓN
Abra la válvula soplando gas antes de acoplar el regulador para limpiarla. (Fig. 1).



Fig. 1

b) Instale el regulador de presión en la botella (Fig. 2).

c) Instale la manguera en la máquina (Fig. 3).

d) Monte el rollo alimentador separando el rodillo superior del inferior (Fig. 4).

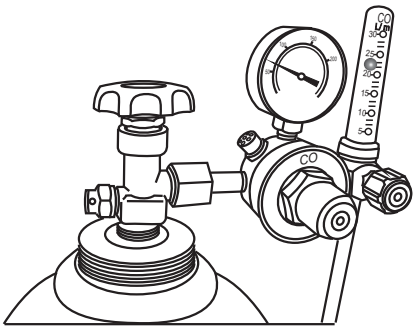


Fig. 2

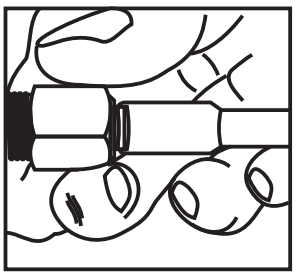


Fig. 3

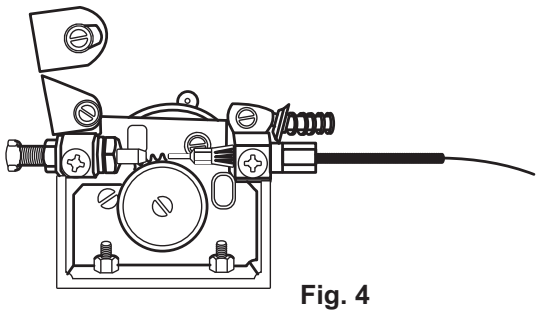


Fig. 4

e) Instale el electrodo en las guías y rodillos de alimentación (Fig. 5).

f) Baje el rodillo superior hasta que el alambre se conduzca dentro de la ranura del rodillo inferior (Fig. 6).

g) Instale la pistola hasta lograr que ingrese al liner (Fig. 7).

h) Conecte la manguera de la pistola en la máquina (Fig. 8).

i) Encienda la máquina (Fig. 9).

j) Regule la velocidad del alambre (Fig. 10).

k) Instale el portapunta y tobera (Fig. 11).

l) Desplace el alambre hasta que sobresalga de 4 a 5 mm de la tobera (Fig. 12).

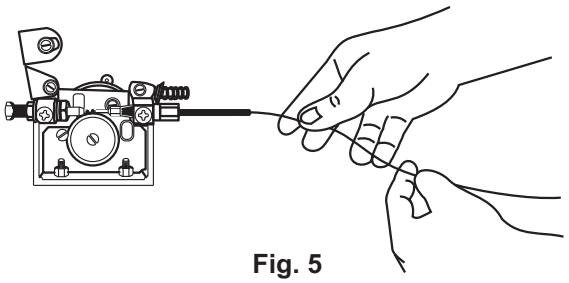


Fig. 5

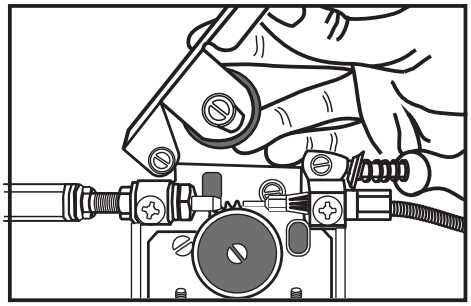


Fig. 6

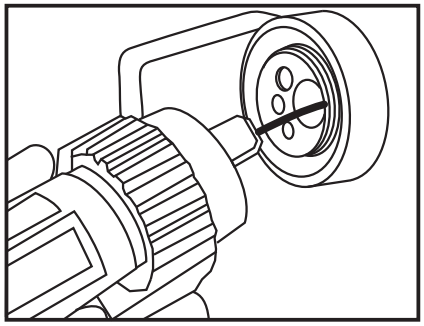


Fig. 7

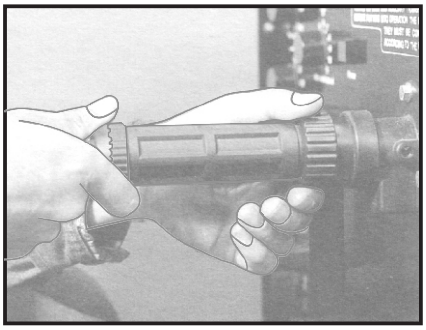


Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10

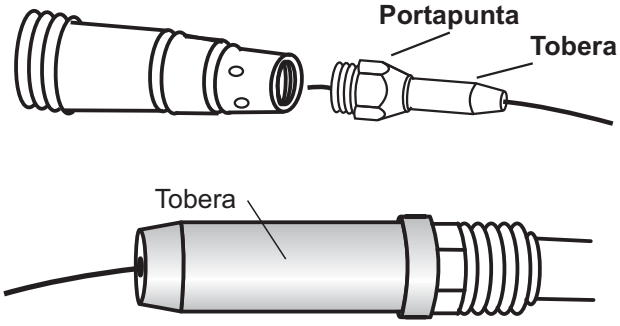


Fig. 11

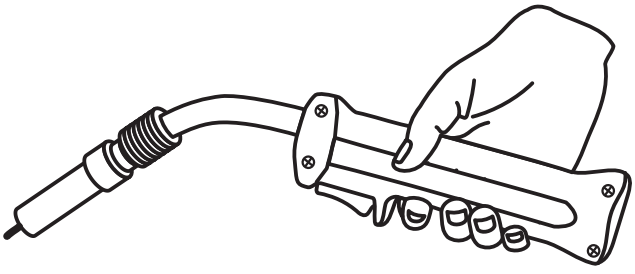


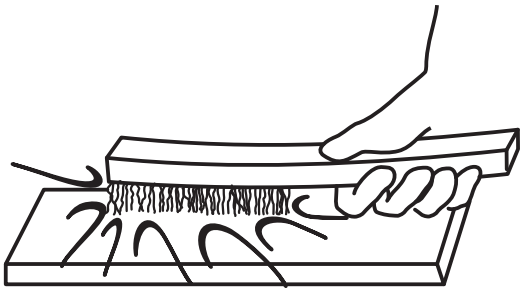
Fig. 12

OPERACIÓN:

PREPARAR MATERIAL BASE

Esta operación consiste en acondicionar el metal base a soldar, de acuerdo a medidas y normas técnicas.

En esta operación se debe tener en cuenta con mucho cuidado de la limpieza del material base.



PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Limpie el material base.

a) Elimine el óxido, aceite o grasas

OBSERVACIÓN
Utilizando medios mecánicos o químicos según sea el requerimiento.

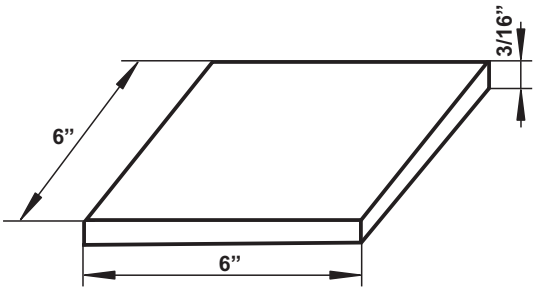


Fig. 1

2° Paso: Prepare el material base.

a) Trace y corte el tamaño adecuado del material base a soldar (Fig. 1).

3º Paso: Lime las aristas cortantes.

a) Utilice lima bastarda.

b) Utilice amoladora angular en caso se requiera (Fig. 2).

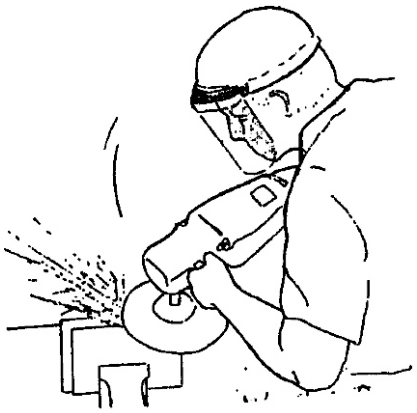


Fig. 2

4º Paso: Fije el material base sobre la mesa de trabajo (Fig. 3).

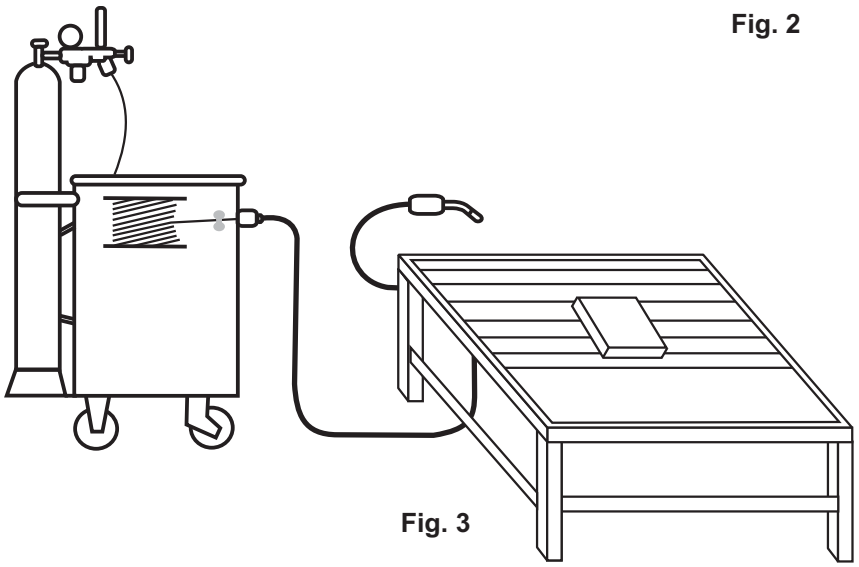


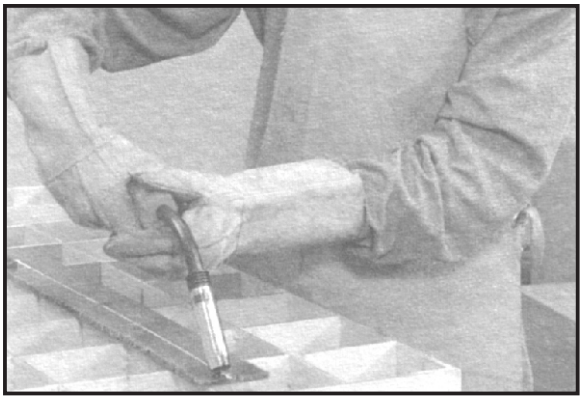
Fig. 3

OPERACIÓN:

ENCENDER Y MANTENER EL ARCO ELÉCTRICO

Esta operación consiste en formar el arco eléctrico y mantenerlo a una distancia apropiada con la pistola en un ángulo determinado.

Se utiliza para soldar aceros al carbono, planchas, perfiles, carrocerías, vigas, tuberías, etc.



PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Prepare el equipo de soldar

2º Paso: Prepare el material base.

3º Paso: Opere el equipo de soldar.

a) Encienda la máquina.

b) Aperture la salida de gas de protección de 10 - 15 l/min (Fig. 1).

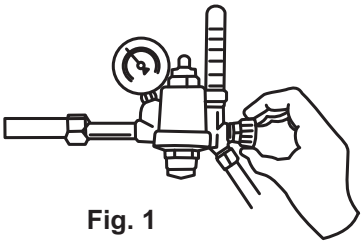


Fig. 1

c) Regule la presión de gas.(Fig. 2).

OBSERVACIÓN

Verifique el caudal de gas con el flujometro manual de 15 a 20 litros por minuto o 30 a 40 pies^3/h. (Fig. 3).

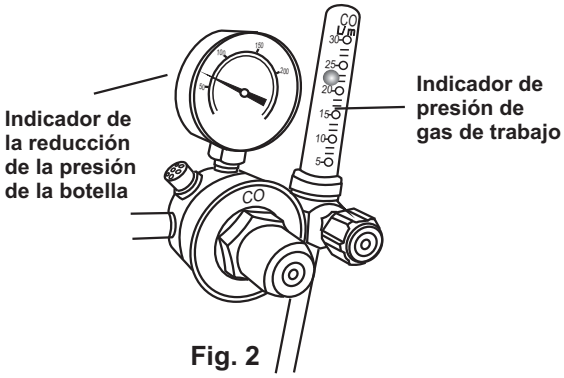


Fig. 2

d) Regule la velocidad de salida del alambre.

e) Regule el voltaje y rango de trabajo.

f) Apriete el gatillo hasta que el alambre salga de 5 a 8 mm fuera de la tobera (Fig. 4).

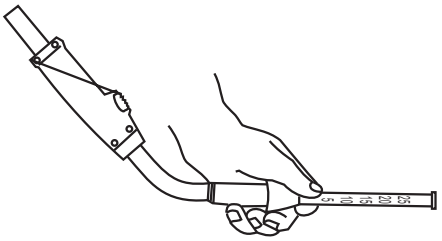


Fig. 3

g) Encienda el arco tocando con el metal base sin presionar el gatillo (Fig. 5).

PRECAUCIÓN

UTILICE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL AL SOLDAR.

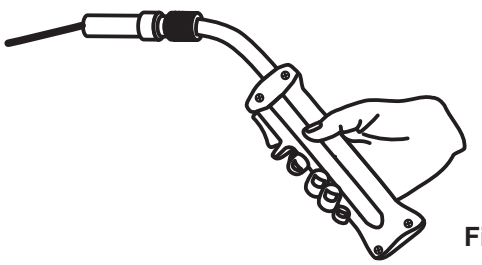


Fig. 4

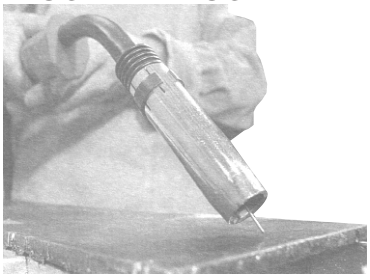


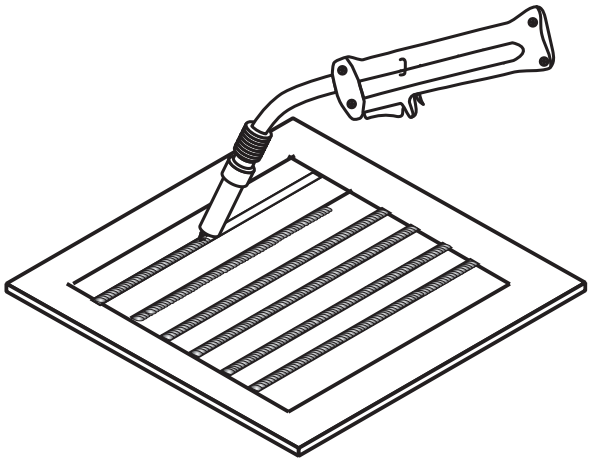
Fig. 5

OPERACIÓN:

DEPOSITAR CORDONES ANGOSTOS, ANCHOS Y SUPERPUESTOS

Esta operación consiste en depositar cordones sobre el material base operando adecuadamente el equipo, las técnicas y la seguridad en soldar bajo protección (gaseosa M.A.G.).

Se aplica para soldar aceros al carbono con cordones angostos, estructuras, carrocerías, perfiles, planchas, etc.



PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Prepare equipo.

2º Paso: Prepare el material base.

3º Paso: Encienda y mantenga el arco eléctrico.

a) Seleccione el rango de trabajo (Fig. 1).

3º Paso: Deposite cordones angostos.

a) Coloque la pistola inclinándola entre 60 y 70º.

OBSERVACIÓN

La soldadura de arrastre se utiliza en plancha gruesa y la soldadura de empuje se utiliza en plancha delgada. (Fig. 2)

b) Tome el arco eléctrico manteniendo la altura (Fig. 3).

c) Deposite cordones angostos sobre el metal base según el trazado.

d) Finalice el cordón retrocediendo la pistola.

e) Suelte el gatillo y coloque en el lugar hasta que deje de salir gas protector.

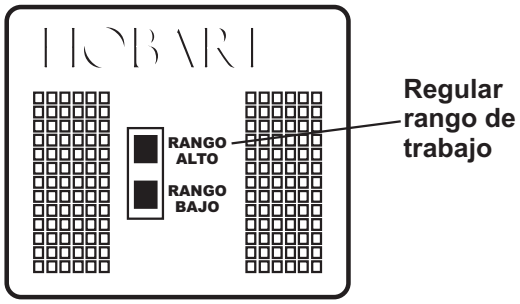


Fig. 1

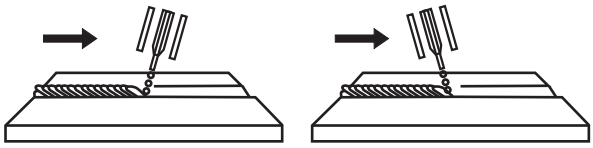


Fig. 2



Fig. 3

4°Paso: Deposite cordones anchos y superpuestos.

a) Inicie el cordón de relleno entre dos cordones base (Fig. 4)

OBSERVACIÓN
Desplace el alambre, con el movimiento indicado (Fig. 5).

b) Suelde en forma continua y a velocidad uniforme

OBSERVACIÓN
Alterne la ejecución de cordones para controlar las contracciones

c) Deposite cordones superpuestos entre si en el material base (Fig. 6)

PRECAUCIONES
- Use el equipo completo de protección
- Emplee alicates para manipular planchas calientes.

5º Paso: Limpie el cordón..

a) Sujete la pieza y quite la escoria con el picador

b) Limpie el cordón con el cepillo de alambre (Fig. 7).

PRECAUCIÓN
COLOQUESE LOS ANTEOJOS DE VIDRIOS CLARO.

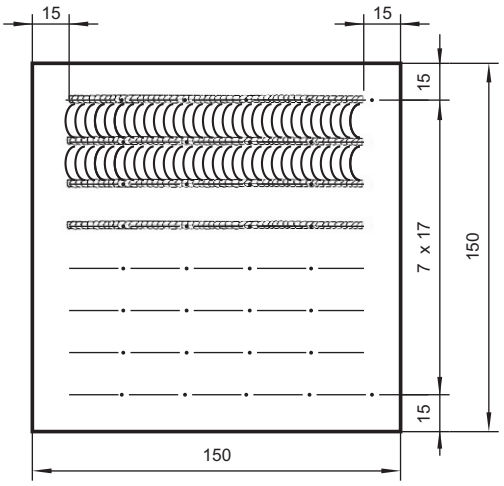


Fig.4

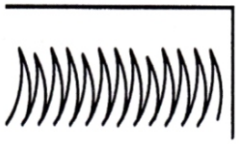


Fig.5

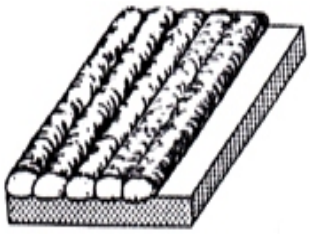


Fig.6

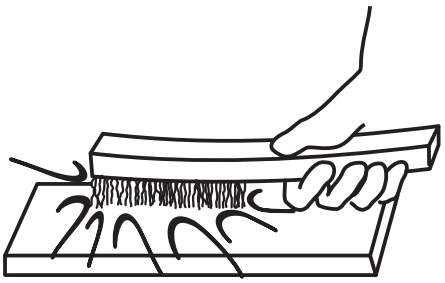


Fig.7

PROCESO MAG, GENERALIDADES, EQUIPO, VENTAJAS.

La soldadura MAG con alambre fundible bajo dióxido de carbono (MAGC) o mezcla de gases (MAGM) encontró durante los últimos años una divulgación cada vez más amplia para la soldadura de aceros de construcción no aleados y de baja aleación. Gracias a sus particularidades, como alto rendimiento de fusión, penetración profunda, económica, fácil manejo, etc. ofrece grandes ventajas en comparación con otros procesos.

En la soldadura MAG, la transferencia del material de aporte es llevada a cabo desde el alambre eléctrico, hasta el baño de fusión bajo una atmósfera protectora de dióxido de carbono o una mezcla de gas Ar + CO_2.

La tarea del gas protector es, en este caso, proteger la gota del metal desprendida en el arco y el baño de la fusión, contra la dañina entrada del aire.

La Fig. 1 representa este proceso en forma esquemática.

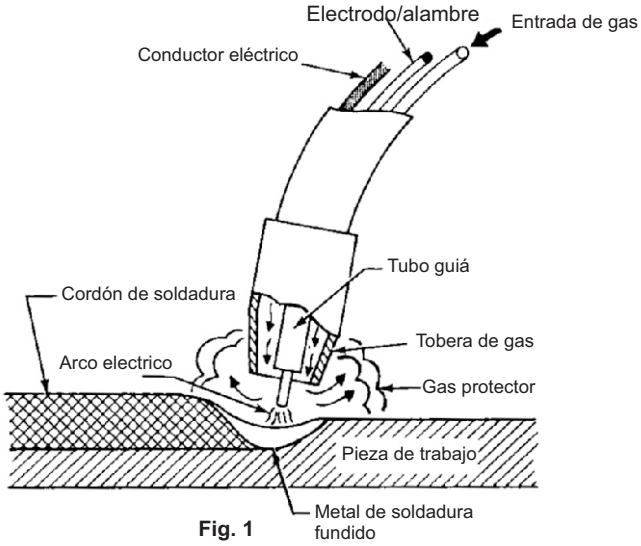


Fig. 1

Con la selección del gas protector se influye sobre el comportamiento del arco, la transmisión de la gota, el rendimiento de fusión, la forma de penetración y las propiedades mecánicas del metal de aporte. Por consiguiente, los gases usados para la soldadura MAG participan activamente en le proceso de soldadura y deben satisfacer, por esta razón, las exigencias del material base y de la unión. Las ventajas de este proceso pueden resumirse como sigue:

- Permite soldar materiales de gran espesor y de espesores delgados con cordones largos o cortos. Los modernos equipos de soldadura son de manejo fácil. Con el mismo equipo es posible unir planchas delgadas de 0.8 mm. y soldar las capas de raíz, relleno y cubierta en piezas de mayor espesor.

- Los tiempos para la soldadura por puntos pueden seleccionarse previamente; problemas especiales pueden ser solucionados con la soldadura por impulsos.

- El rendimiento de fusión es sumamente variable, con la posibilidad desde 0.3 hasta 13 kg/h. Poco antes del arco, la corriente para soldar es transferida al alambre (densidad de corriente) y en comparación con aprox. 15 amp/mm_2 en la soldadura manual.

- El proceso es muy apropiado para la aplicación con máquinas de soldadura automáticas (por ejemplo robots).

- Permite un buen control de la soldadura (sin obstaculizar la visibilidad por la escoria o el fundente).

- Sin escoria al emplear alambre sólido y en caso de alambre tubular de relleno sólo, deja una delgada cubierta la escoria.

- Este proceso es aplicable para todas las posiciones.

Aparatos requeridos para la soldadura Metal-Gas de Protección
Para llevar a cabo la soldadura MAG se necesita por lo pronto las siguientes instalaciones:

- Rectificador de tensión constante (con mando y eventualmente aparato de refrigeración por agua).
- Dispositivo para avance del alambre (alimentador).
- Soplete con paquete de mangueras.
- Botella del gas con válvula reductora, precalentador de gas (sólo para CO_2) y medidor de la cantidad de gas.
- Diversos cables de conexión.

EQUIPO
La construcción de un equipo completo para la realización de la soldadura MAG queda representada esquemáticamente en la Fig. 2.

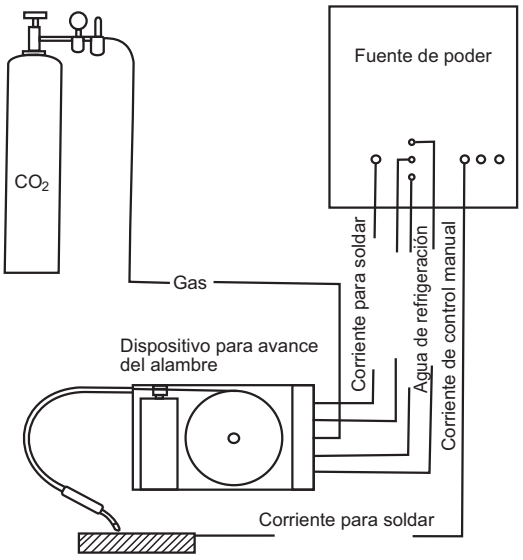


Fig. 2

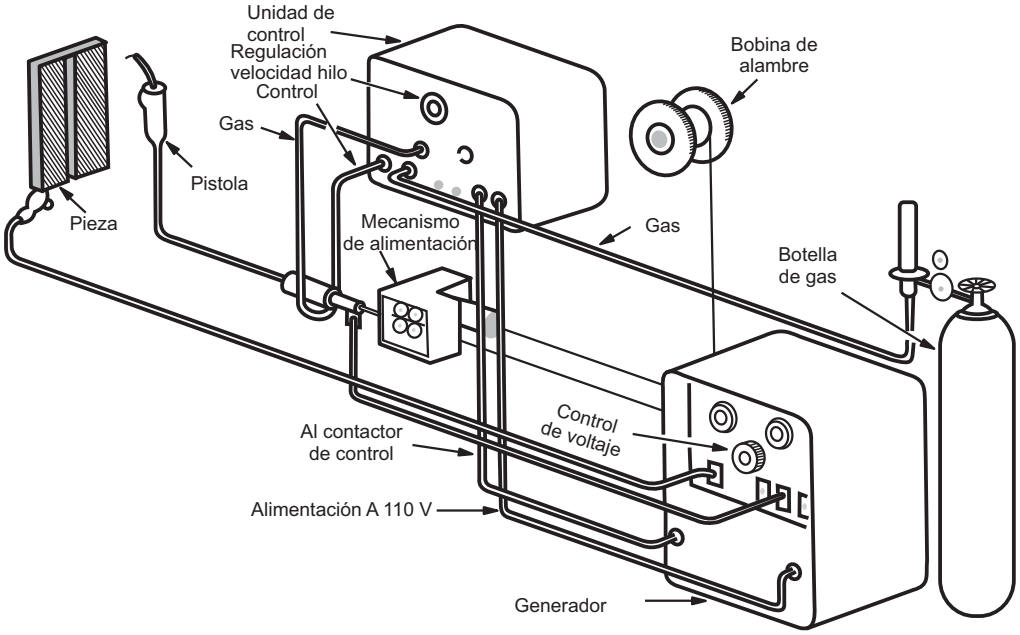
La alimentación del alambre es realizada por un dispositivo de avance del alambre, por medio de dos rodillos que son accionados por un motor trifásico de corriente alterna mediante un engranaje regulable sin escalas o por un motor de corriente continua vía un engranaje reductor. El dispositivo para avance del alambre y su carrete puede estar situado, separadamente o incorporado, en la fuente de poder, formando una instalación compacta.

El dispositivo para avance del alambre está conectado a la fuente de poder por varios cables y mangueras; en la fuente de poder también están provistos el aparato de mando y eventualmente un aparato para refrigeración por ciclo de agua. También es posible conectar las mangueras para la refrigeración del agua directamente a una tubería de agua fresca. El dispositivo para avance del alambre, que entre otros contiene también una válvula magnética, es conectado además por medio de una manguera con la botella de gas.

Como protección de toda la instalación está provista una llave interruptora en el sistema de circulación de agua que pone fuera de servicio todo el equipo en caso de insuficiente paso de agua.

Diagramas de equipo de sistema MAG

1.- Equipo para soldadura MAG (Fig. 3)



Instalación para soldar MAG. (Hobart Brothers Co.)

Fig. 3

2.- Equipo para soldadura MAG con pistola refrigerada por agua (Fig. 4)

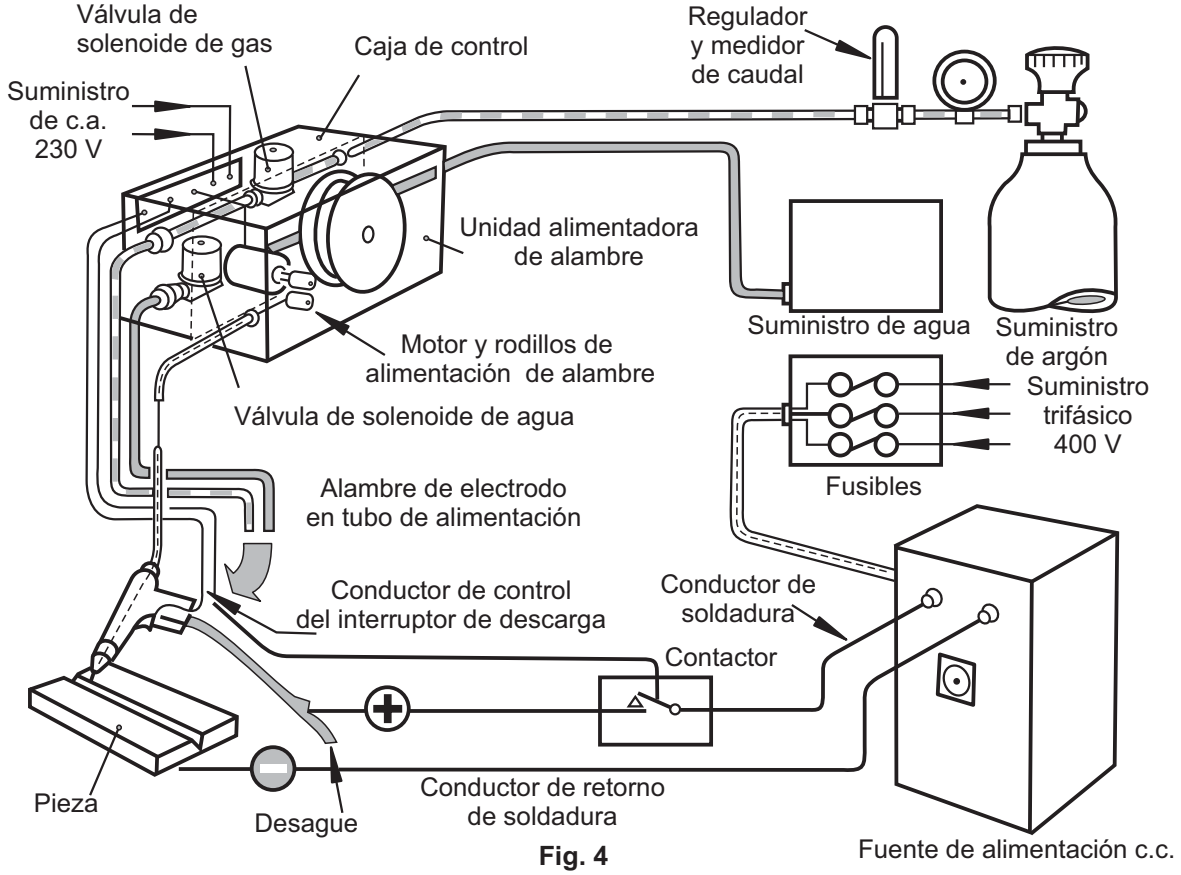


Fig. 4

Rodillos

Los rodillos utilizados en MIG/MAG son normalmente que los de la (Fig. 5), uno es plano y el otro es con bisel.

El bisel es en forma de V para materiales duros como el acero inoxidable, siendo en forma de U para materiales blandos como el aluminio. También pueden tener los dos bisel o ser malteados, no recomendándose estos últimos para el aluminio. También es impresicindible seleccionar el rodillo de acuerdo con el diámetro del alambre.

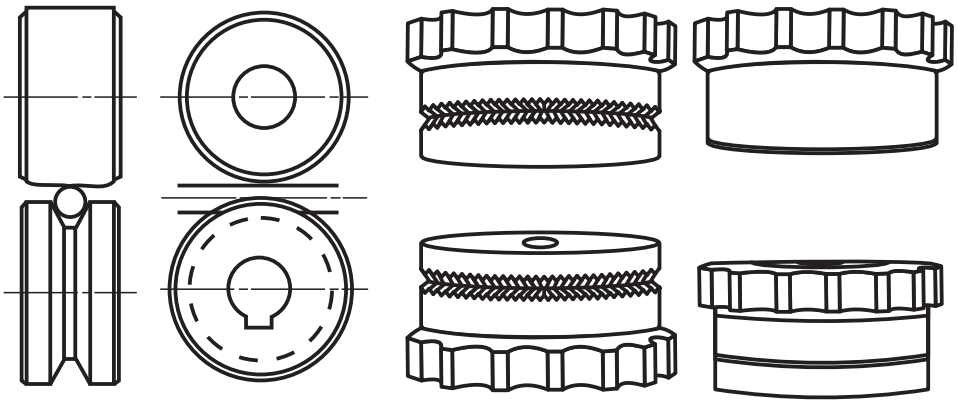


Fig. 5
Rodillos para el soldeo

Selección de la ranura del rodillo alimentador

El rodillo alimentador consta de dos rodillos separados con diferentes estrías en sus extremos.

Para alimentar alambre de 0.030” 0.035” (0,76 mm 0,89 mm) los dos rodillos se ensamblan con las marcas 0.030” 0.035” en la parte exterior.

Para alimentar alambre de 0.045” (1.14 mm), saque la tuerca del eje y el ensamble del rodillo de alimentación.

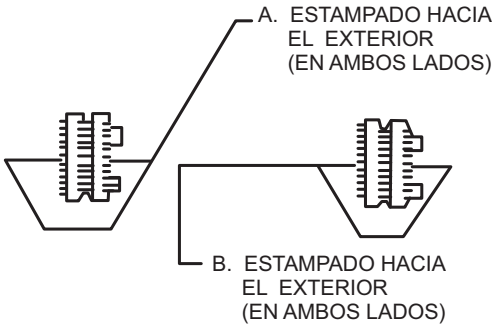


Fig. 6

Retire los tres tornillos manteniendo juntos los rodillos y vuelva a ensamblarlos con las marcas 0.045” hacia el exterior, como se muestra en la Fig. 6

Reglas para elección correcta de los rodillos

A		B		TIPO DE ALAMBRE	RANURA
ALAMBRE	ESTAMPADO	ALAMBRE	ESTAMPADO		
0.030” A 0.035”	0.030” A 0.035”	0.045”	0.045”	Duro	Estriada
0.024”	0.024”	0.030”	0.030”	Duro	Lisa
0.035”	0.035”	3/64”	3/64”	Suave	Lisa

Instalación de la guía de entrada de alambre

Afloje el tornillo de ajuste de la guía de entrada.

* La guía de alambre deberá instalarse de forma que la punta de la guía esté lo más próxima al rodillo alimentador, sin tocarlo.
*
* Inserte la guía de entrada en el ensamblaje del alimentador de alambre y asegúrela en su lugar con el tornillo de ajuste e la guía de entrada.

Conexión del ensamblaje de la pistola

1. Conecte el cable de la pistola al juego del adaptador de cable. Luego conecte el extremo adecuado del cable al receptáculo en la fuente de poder.

2. Asegure en su lugar el accesorio de conexión rápida con el tornillo de cabeza hexagonal para ajuste de la pistola (este tornillo se ajusta desde un lado del cabezal alimentador).
   Nota:
   • Asegúrese de que el tornillo de cabeza hexagonal esté lo suficientemente salido para que permita el pase competo del accesorio de conexión rápida.
   • El resorte del "Liner" deberá estar instalado en el cable

   Cuando el cable de la pistola está conectado al alimentador de alambre, el resorte del "Liner" deberá quedar ligeramente separado de los rodillos de alimentación.

3. Conectar: los terminales del interruptor de la pistola en el juego de terminales Faston que se suministra con la pistola para soldar.

4. Cuando ensamble la pistola y el cable a la máquina de soldar. Tome nota de lo siguiente:

   a) Lubrique los anillos ("O-rings") en el accesorio de conexión rápida (Fig. 7).

      Para ello use grasa Nº 4 (de Dow Company o equivalente) ó ROBART Nº 903910.

      Empuje el conector de la pistola según la Fig. 8.

   b) Cuando desconecte los terminales del interruptor de la pistola (sacándolos del receptáculo del interruptor de la pistola en el panel interior). coja los conectores y jálelos. No jale los alambres.

   c) Asegúrese que la punta de contacto sea adecuada para el tamaño de alambre a usarse en la pistola para soldar (Tabla 1).

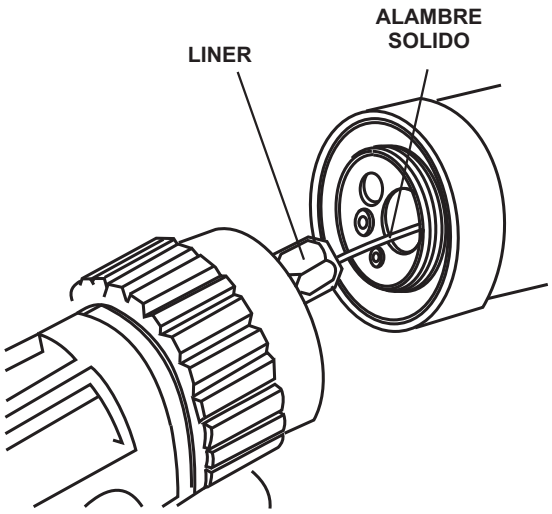


Fig. 7

Tabla indicadora de diámetro - alambre y tubo

TABLA 1

TAMAÑO DEL ALAMBRE	TUBO DE CONTACTO
0.030” (0.76 mm)	0.030” - 0.037”
0.035” (0.89 mm)	0.035” - 0.045”
0.045” (1.14 mm)	0.045” - 0.060”

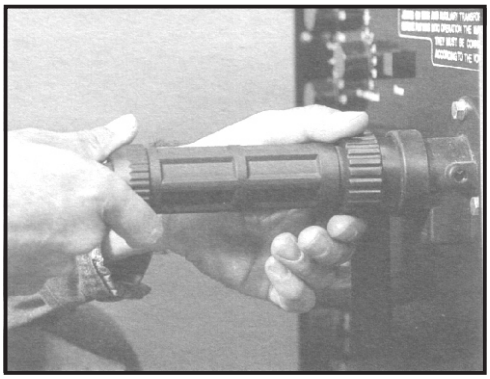


Fig. 8

Instalación de rodillo alimentador y carrete de alambre

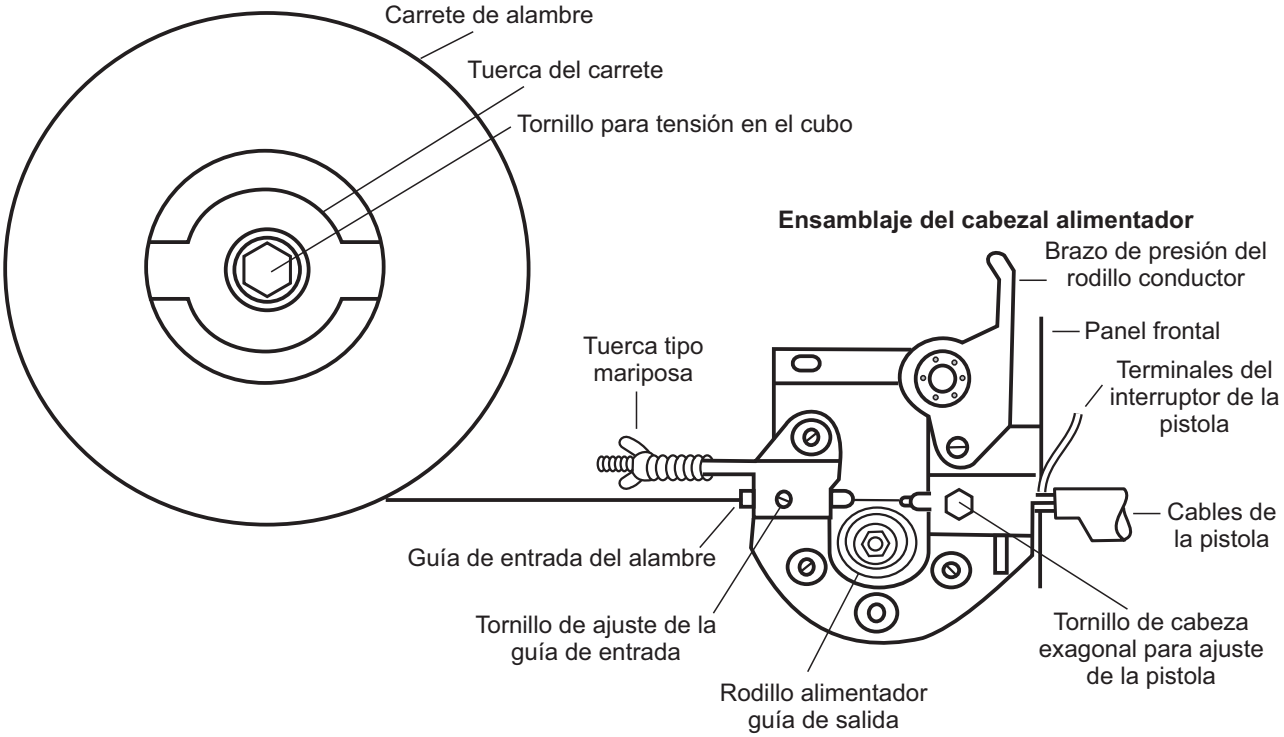


Fig. 9

a.- Instalación del carrete de alambre para soldar

1. Coja la tuerca del carrete (Fig. 9) y gírela en sentido antihorario, sacándola del cubo.

2. Deslice el carrete del alambre sobre el cubo, cargándolo de tal manera que el alambre sea alimentado desde la parte inferior del rodillo.

3. Asegúrese de que el pasador de fijación quede alineado con la ranura en el carrete.

4. Cuando el carrete de alambre está en su lugar, vuelva a colocar la tuerca del carrete y ajústela “sin holgura” a mano.

b.- Ajuste de la tensión del carrete

Ajuste la tensión en el carrete de alambre de modo que este se alimente libremente hacia el cabezal de alimentación, pero que no siga por inercia cuando la alimentación del alambre se detiene.

Para ello ajuste adecuadamente el tornillo de tensión del cubo.

c.- Pase del alambre por el cabezal alimentador

Precaución:
Tenga cuidado al manipular el alambre en el carrete, ya que este tenderá a“desenredarse” cuando se desajusta del carrete. Coja el extremo del alambre firmemente y no deje que se le escape.

Asegúrese de que el extremo del alambre esté libre de rebabas y sea recto.

1. Coloque el extremo del alambre en la guía de entrada del alambre. Alimentándolo a través de la guía y sobre la ranura del rodillo conductor.

   Nota: Lo mejor es mantener el brazo de presión del rodillo alimentador en la posición “UP” (ARRIBA), cuando se alimenta el alambre en el cabezal alimentador.

2. Pase el alambre por la guía de salida del cabezal alimentador.

3. Cierre el brazo de presión del rodillo de alimentación y asegúrelo en su posición con la tuerca tipo mariposa.

4. Encienda la máquina de soldar con un interruptor de potencia del panel frontal y coloque la velocidad de alimentación del alambre en la posición “5”. Saque el tubo (punta) de contacto. Presione el interruptor de la pistola hasta que se alimente alambre a través de la tobera de la pistola. Ponga el tubo de contacto sobre el alambre, atroníllelo en su posición y ajústelo. Corte el alambre aproximadamente 1/4” (6mm) desde la tobera.

   Nota:
   Si la unidad tiene la opción del temporizador de reencendido y de la soldadura por puntos, coloque el interruptor selector (en el panel de soldadura por puntos) en la posición “CONTINUOUS” (CONTINUA)

Representación de una unidad de alimentación del alambre

1) Bobina de alambre, con el dispositivo para su colocación.
2) Guía de alambre.
3) Rodillo de arrastre.
4) Rodillo de presión o empujador.
5) Boquilla de salida del alambre.

La unidad dispondrá de un sistema para variar la velocidad de avance del alambre, así como de la válvula magnética para el paso del gas.

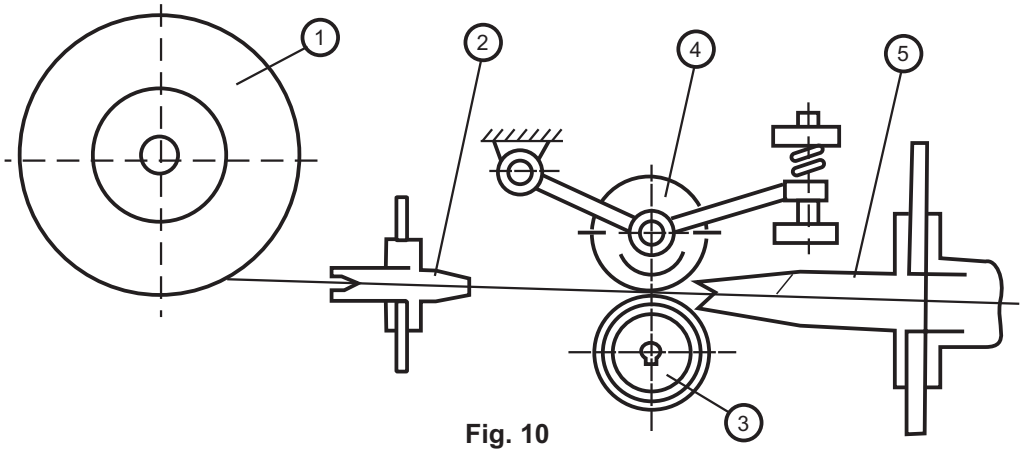
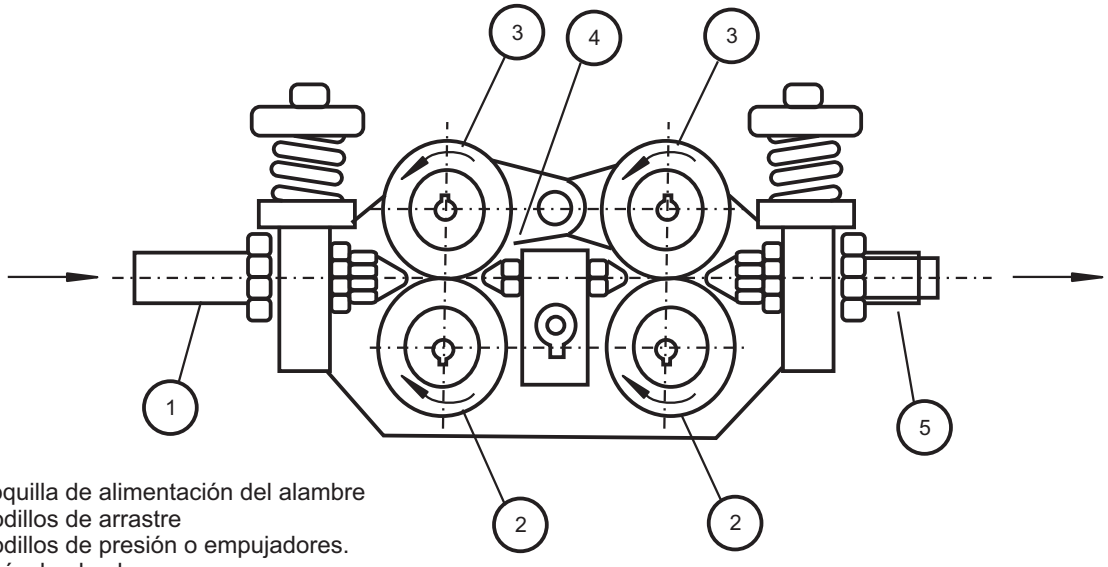


Fig. 10

El alimentador de alambre va unido al rectificador por un conjunto de cables y tubos.

Algunos alimentadores de alambre poseen sólo una pareja de rodillos (Fig. 10), mientras que otros poseen dos pares de rodillos que pueden tener el mismo motor o ser accionados por dos motores acoplados en serie.

En la (Fig. 11) se representan un alimentador de alambre de cuatro rodillos.
Sus elementos son:



1) Boquilla de alimentación del alambre
2) Rodillos de arrastre
3) Rodillos de presión o empujadores.
4) Guía de alambre.
5) Boquilla de salida del alambre.

Fig. 11

Antes de disponer el alambre en la unidad de alimentación es necesario asegurarse de que todo el equipo es el apropiado para el diámetro del alambre seleccionado.
Para ajustar la presión de los rodillos se introduce el alambre hacia la tobera, se aumenta la presión hasta que los rodillos dejen de deslizar y transporten el alambre.
La mayoría de los alimentadores son de velocidad constante, es decir, la velocidad es establecida antes de que comience el soldeo y permanece constante. La alimentación comienza o finaliza accionando un interruptor situado en la pistola. El arrastre del alambre ha de ser constante . Por lo general es necesario un sistema de frenado para la bobina de la cual se devana el alambre, para evitar su giro incontrolado.

Los sistemas se diseñan de forma que la presión sobre el alambre pueda ser aumentada o disminuida según convenga.

Los sistemas de alimentación pueden ser de varios tipos:

- De empuje (push).
- De arrastre (pull).
- Combinados de arrastre - empuje, o “push” - pull

El tipo depende fundamentalmente del tamaño y composición del alambre utilizado y de la distancia entre el carrete de alambre y la pistola.
La mayoría de los sistemas son de empuje, en los que el alambre es alimentado desde un carrete con medio de unos rodillos y es empujado a través de un conducto flexible el cual está unida la pistola.
La longitud del conducto es generalmente de hasta de 3m, pudiendo ser en algunas ocasiones de hasta 5 m.

Cuando la distancia entre la fuente de energía y la pistola es muy grande puede ser difícil alimentar mediante el sistema de empuje, por lo que se recurre al sistema de arrastre. En este sistema la pistola está equipada con los rodillos que tiran, o arrastran, el alambre a través de la funda (o tubo - guía), evitando los atascos que se pueden producir con el sistema de empuje, sin embargo este sistema es más costoso.
Si se combinan ambos sistemas se tiene un sistema de alimentación “de arrastre y de empuje”. Este sistema se conoce también con el nombre inglés de “push - pull” en el que existe unos rodillos empujando a la salida de la bobina y otros tirando desde la pistola.

Dispositivo de alimentación de alambre (Fig. 12)

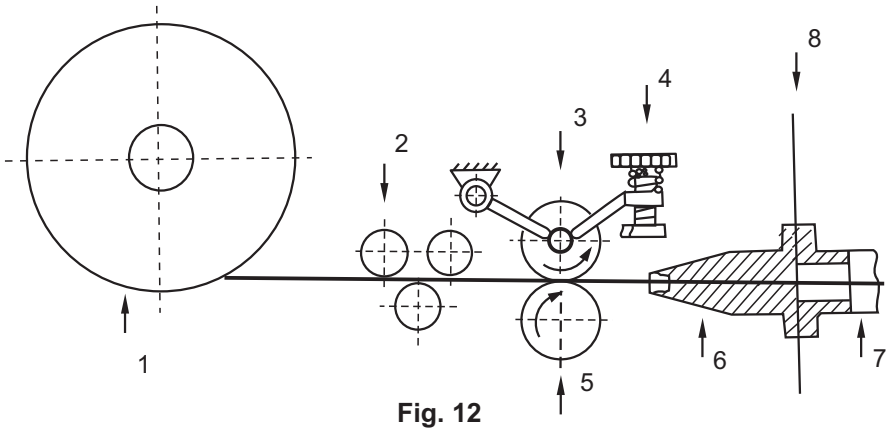


Fig. 12

1. Bobina de alambre
2. Dispositivo para enderezar el alambre
3. Carrete propulsor
4. Dispositivo tensor
5. Carrete transportador de alambre
6. Boquilla de entrada del alambre
7. Conexión de la manguera
8. Collar delantero de la máquina

Soplete - Antorcha

Al soplete en forma de pistola o curva-operado a mano o por máquina (Fig. 13), es alimentado a través de una manguera flexible, de manera continua o automática, un alambre desnudo o cobreado. En el extremo inferior hay una boquilla de contacto para la transferencia de la corriente desde el cable para la corriente de soldar hasta el alambre de aporte. El alambre sale de dicha boquilla de contacto y es conducido hasta el lugar de soldadura. A través de una tobera sale el gas protector proveniente de una botella de gas y envuelve la boquilla de contacto. El soplete está provisto, además, de un interruptor, con el que pueden accionarse todas las funciones de mando necesarias para llevar a cabo el proceso.

Sopletes con una intensidad de corriente máxima de 250 amp. son construidos para enfriamiento por gas, mientras que para amperajes más altos se emplea sopletes enfriados por agua.

El soplete es conectado al alimentador para avance del alambre mediante un paquete de mangueras, que contienen el cable para la corriente de soldar, la manguera de gas, el cable de mando y, en caso de sopletes con enfriamiento por agua, dos mangueras de agua refrigerante (entrada y salida).
En el modelo con refrigeración por agua, el cable para la corriente de soldar es empotrado directamente dentro de la manguera para el reflujo del agua, para mantener la sección pequeña.

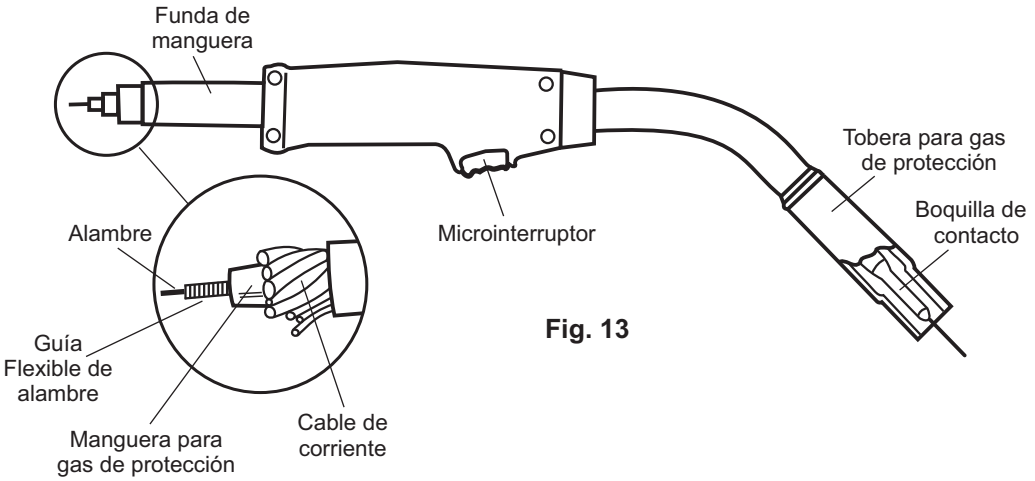


Fig. 13

Las pistolas de soldadura tienen la misión de dirigir el hilo de aportación, el gas protector y la corriente hacia la zona de soldadura. Pueden ser de refrigeración natural (por aire) o de refrigeración forzada (mediante agua). Las primeras se utilizan, principalmente, en la soldadura de espesores finos. Cuando se emplea el argón como gas protector, pueden soportar intensidades de hasta 200 amperios. Por el contrario, cuando se protege con CO_2, pueden soportar mayores intensidades (hasta 300 amperios), debido a la enérgica acción refrigerante de este gas. Las pistolas refrigeradas por agua suelen emplearse cuando se trabaja con intensidades superiores a 200 amperios.

Algunas pistolas llevan incorporado un sistema de tracción, constituido por unos pequeños rodillos, que tiran del hilo electrodo, ayudando al sistema de alimentación. Otras, por el contrario, no disponen de este mecanismo de tracción, limitándose a recibir el hilo que viene empujado desde la unidad de alimentación.

Las pistolas con sistema de tracción incorporado son adecuadas cuando se trabaja con alambres de pequeño diámetro, o con materiales blandos como el aluminio y el magnesio. Las segundas se recomiendan para alambres de diámetros más gruesos y materiales de mayor rigidez, como los aceros al carbono y los aceros inoxidables.

Las pistolas de soldadura disponen de un gatillo (o un pulsador), que controla el sistema de alimentación de alambre, la corriente de soldadura, la circulación del gas protector y la del agua de refrigeración. Al soltar dicho pulsador, se extingue el arco y se interrumpe la alimentación de alambre, así como la circulación de gas y de agua. La mayoría de los equipos incluyen un temporizador que, al extinguirse el arco, retrasa el cierre de la válvula de gas, manteniendo la circulación del mismo hasta que solidifica el extremo del cordón.

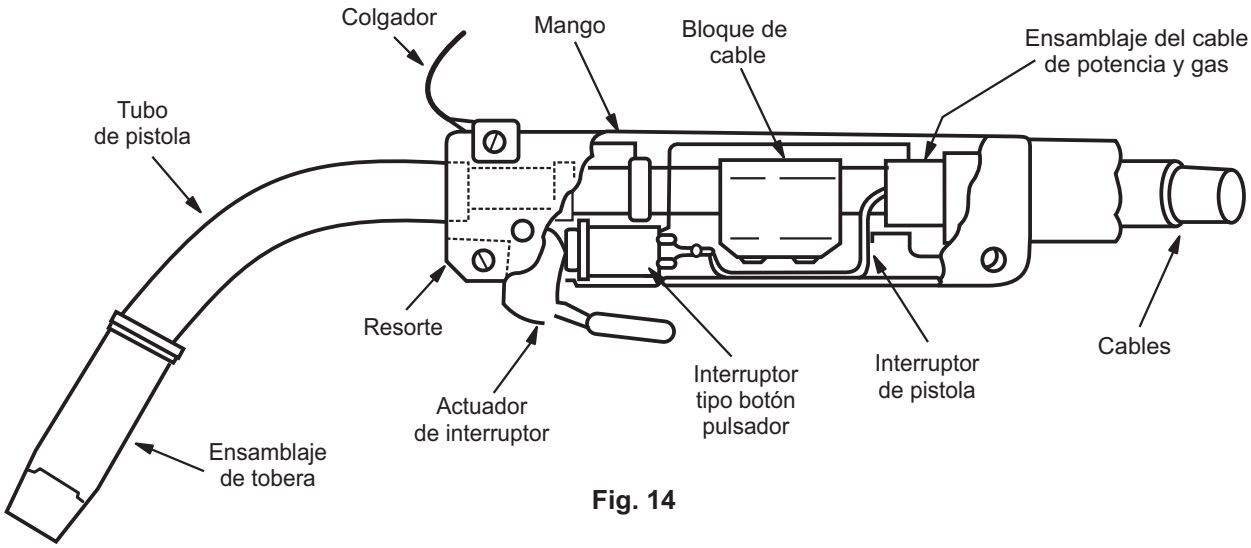


Fig. 14

Los cables de control del interruptor de la pistola también están contenidos en el cable y hacen conexión con el interruptor tipo botón pulsador con terminales para presión (Fig. 14). El cable se conecta a la máquina de soldar por medio de un juego del adaptador del cable de la pistola. El accesorio de desconexión rápida va colocado en el cable.

Mantenimiento del cabezal de la pistola

1. Para inspeccionar o reemplazar las partes de la tobera, observe la (Fig. 15).
   Retire la tobera y desenrosque el tubo (punta) de contacto. Afloje el tornillo de ajuste en el adaptador del tubo de contacto y desenrosque el adaptador. Desenrosque el adaptador de la tobera. Reemplace las partes necesarias y vuelva a ensamblarlas.

Ensamblaje de tobera

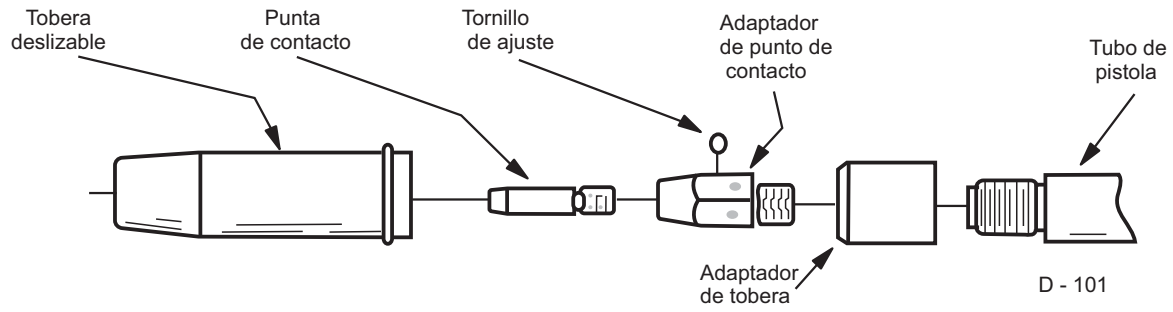


Fig. 15

Conector del cable

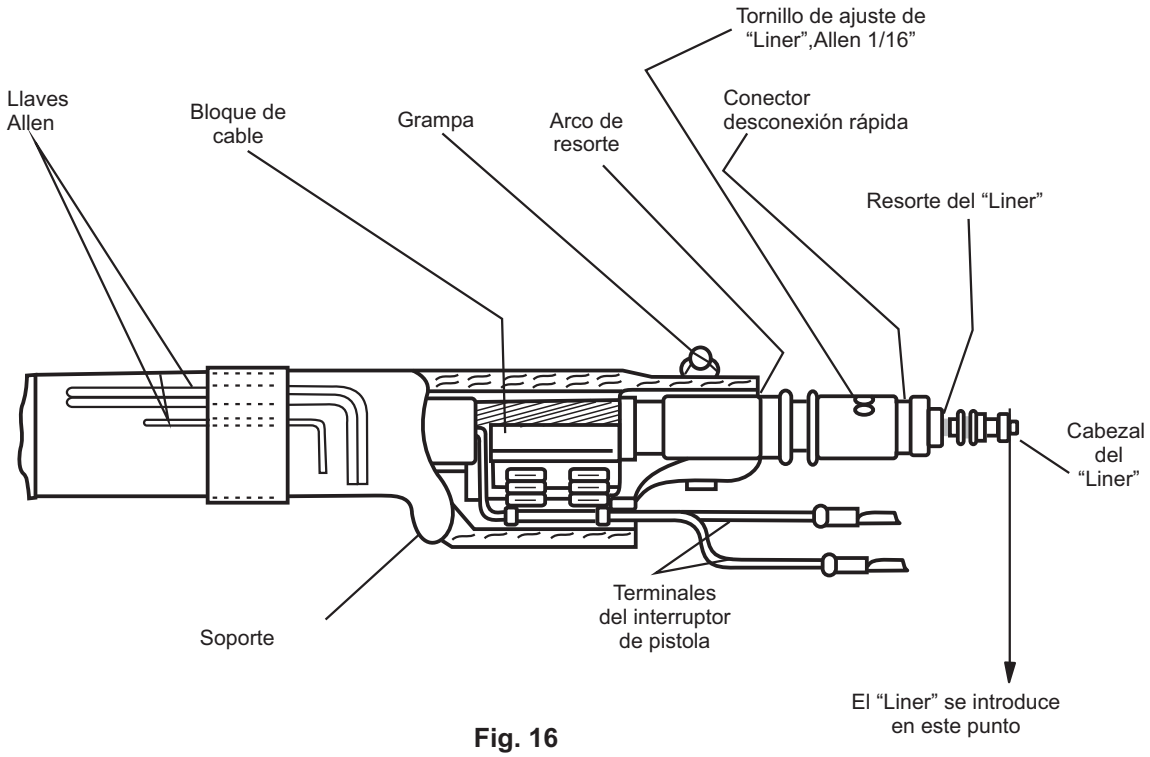


Fig. 16

2. Para inspeccionar o reemplazar las partes en el mango de la pistola (Fig. 16). Remueva los dos tornillos (Nº 6-32 *1/2" y Nº 6-32 *1 1/4 ") del mango. Separe las dos mitades del mango, para permitir que se vean las puertas internas.

Principio de la Soldadura MAG (Fig. 17)

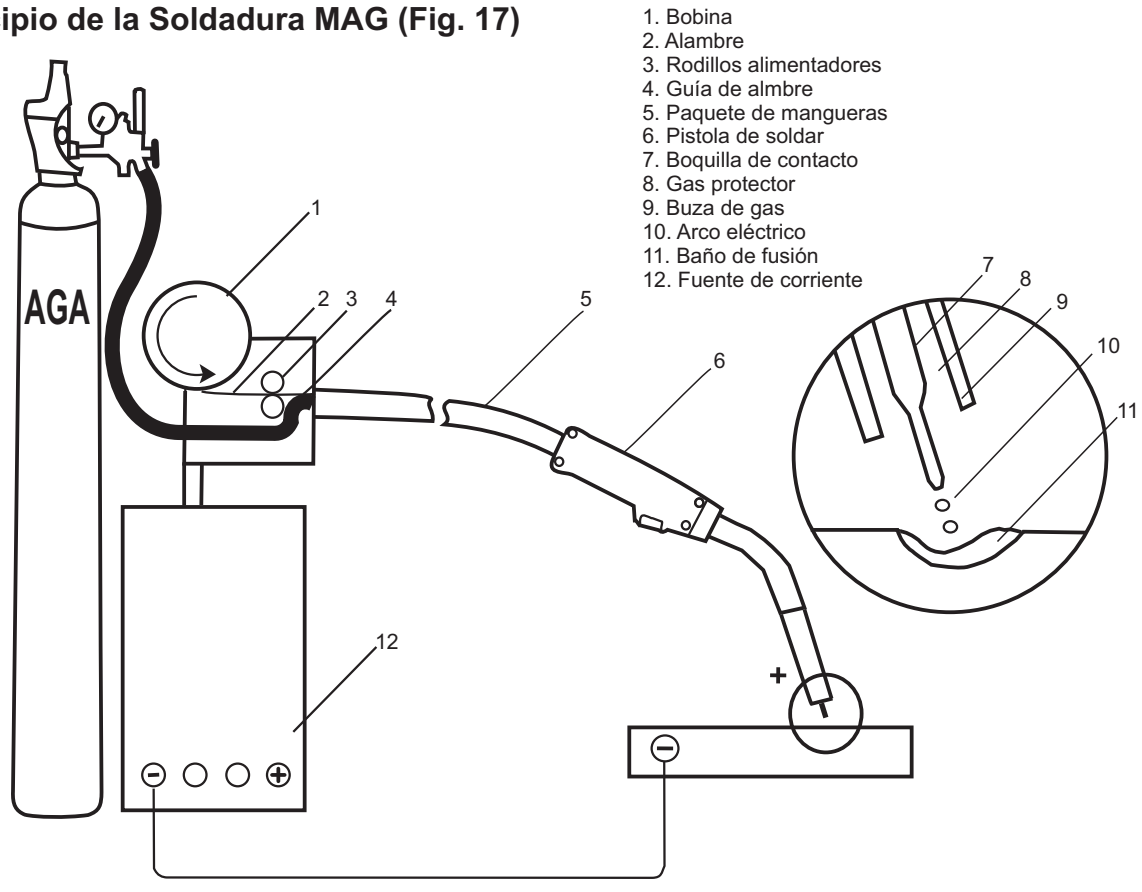


Fig. 17

La Fuente de poder (Equipo) Fig. 18

Para la soldadura MAG se requiere una fuente de poder especial, es decir un rectificador de tensión constante; pues en este proceso se suelda con alambres de menor diámetro que en caso de la soldadura manual, pero con mayor amperaje. De ahí resulta también que el alambre tendrá que soportar una mayor carga específica de corriente eléctrica (intensidad de corriente por mm_2), lo que requiere otra característica de la fuente de poder para lograr que el proceso se desarrolle en forma tranquila.

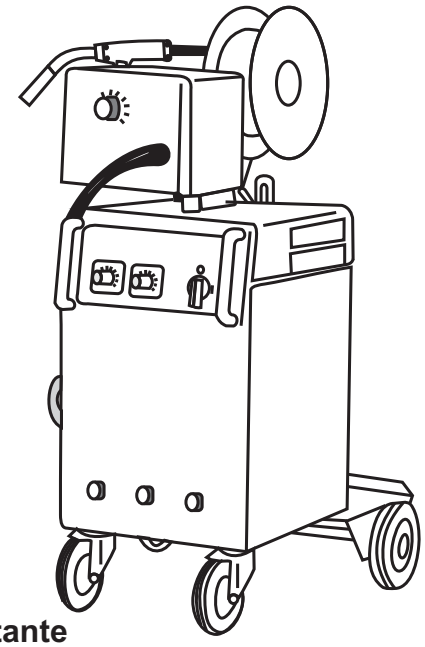


Fig. 18

Funcionamiento de un rectificador de tensión constante

En la soldadura MAG con un rectificador de tensión constante, en cambio, la fuente de poder es de una característica casi horizontal o de muy poca caída .

En el encendido, el alambre choca contra la pieza de trabajo. Debido a la alta corriente de cortocircuito que inmediatamente se forma a causa de la curva característica plana de la máquina el alambre alimentado a velocidad constante se forma un arco eléctrico, produciéndose un equilibrio entre el alambre alimentado y el fundido. En la intersección de la curva 2 de la máquina con la curva 1 del arco también resulta el Punto de Trabajo A_1.

Durante la soldadura se presenta ahora el llamado "efecto de regulación automática", es decir ya no es necesario que el soldador tenga que mantener por sí mismo la correcta longitud del arco; esto será efectuado, más bien, por el "mando interno" de la fuente de poder.

Si, por ejemplo, aumenta la longitud del arco debido a una desigualdad en la superficie de la pieza de trabajo o por conducción irregular del soplete, entonces aumenta la tensión del arco, produciéndose así una curva característica L_2 del arco, en cuya intersección con la curva 2 de la máquina se presenta el nuevo Punto de Trabajo A3. Pero esto reduce la intensidad de la corriente por el valor $\Delta I2$ relativamente grande, cuya consecuencia es que se funde menos cantidad de alambre. Debido a la velocidad constante del avance de alambre se reduce también en la misa proporción la longitud del arco, y automáticamente vuelve a presentarse nuevamente el antiguo Punto de Trabajo A1.

Este proceso se desarrolla tanto más rápido cuando mayor es la diferencia de corriente $\Delta I2$, es decir cuando más plana es la curva característica de la fuente de poder.

Por consiguiente, el soldador no puede influir en la soldadura MAG por sí mismo sobre la intensidad de la corriente y la tensión del arco, a causa del funcionamiento del mando interno de la fuente de poder.

En vista de que la intensidad de la corriente es proporcional a la cantidad alimentada del alambre conlleva, por ejemplo, obligadamente a un aumento de la intensidad de la corriente, ya que la relación avance del alambre conlleva , por ejemplo, obligadamente a un aumento de la intensidad de la corriente, ya que la relación avance de alambre a energía de fusión siempre se encuentra en equilibrio. De manera que el soldador no regula una modificación deseada de la intensidad de la corriente, ya que la relación avance de alambre a energía de fusión siempre se encuentra en equilibrio. De manera que el soldador no regula una modificación deseada de la intensidad de la corriente en la fuente de poder sino mediante modificación de la velocidad de avance el alambre. En cambio, sí influye sobre el nivel de la tensión del arco, modificando la curva de la máquina en la fuente de poder.

En consecuencia, el soldador debe efectuar previo a la soldadura y contrario a la soldadura manual con electrodos los siguientes ajustes:

- Ajuste de la intensidad deseada para la corriente mediante la correspondiente velocidad de avance del alambre.
- Ajuste de la tensión del arco eléctrico en la fuente de poder.

Propiedades dinámicas de la fuente de poder.

Para realizar correctamente una soldadura MAG no sólo se requiere una característica estática la más favorable posible como arriba se menciona sino la más dinámica de la fuente de poder son la de mayor importancia, simultáneamente. Como éstos se entiende el comportamiento de la corriente de soldar y la tensión del arco en función de tiempos muy cortos.

Para el soldeo bajo CO_2 contrario al argón la transición del metal de aporte se efectúa en forma de gotas gruesas, debido a las especiales características del gas protector CO_2 especialmente en el campo de la “soldadura con alambre delgado" la gota del metal s transferida a la pieza de trabajo por corto circuito.

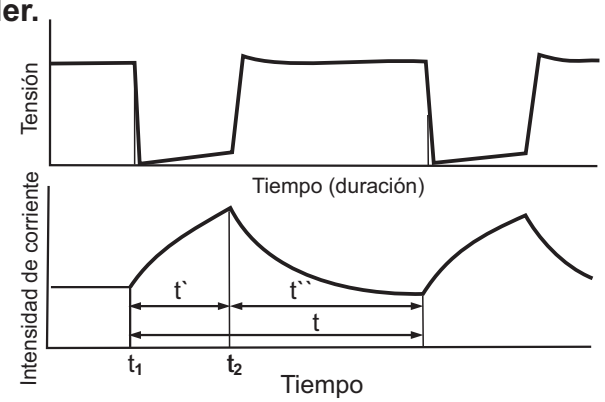


Fig. 19

Transcurso en función del tiempo de la tensión del arco y la corriente para soldar durante la transición de la gota bajo cortocircuito.

- t Tiempo total de una transición de gota.
- t` Duracion del cortocircuito.
- t`` Tiempo de incandescencia del arco electrico.
- t_1 Comienzo del cortocircuito.
- t_2 Corriente máxima de cortocircuito y aflojamiento del puente del cortocircuito.

En vista de que dichos corot circuitos se presentan hasta 200 veces por segundo es necesario que la fuente de poder tenga que reaccionar en forma sumamente rápida.

La Fig. 19 representa el transcurso en el tiempo de la tensión del arco y de la corriente de soldar durante la transición de la gota bajo formación de cortocircuito. El tiempo t (aprox. 0.02 a 0.005 seg.) es la duración total de una transición de gota que se divide en el tiempo t´ tiempo del cortocircuito) y t´´ (duración de encendido del arco).

El aumento de la corriente cuando comienza el cortocircuito (t_1) influye fuertemente sobre el desarrollo tranquilo de la soldadura. En caso de una subida demasiado rápida de la corriente recibe el material en transición una carga específica demasiado elevada, salpicando en forma explosiva. Si la subida de corriente es demasiado lenta, la gota no puede desprenderse con la suficiente rapidez, produciendo molestias en la soldadura, ya que el alambre está "tartamudeando".

El comportamiento dinámico de una fuente de poder para la soldadura, o sea la subida de corriente después de un cortocircuito, puede ser influenciada por una inductividad adicional, intercalada en el circuito de la corriente en forma de una bobina de reactancia.

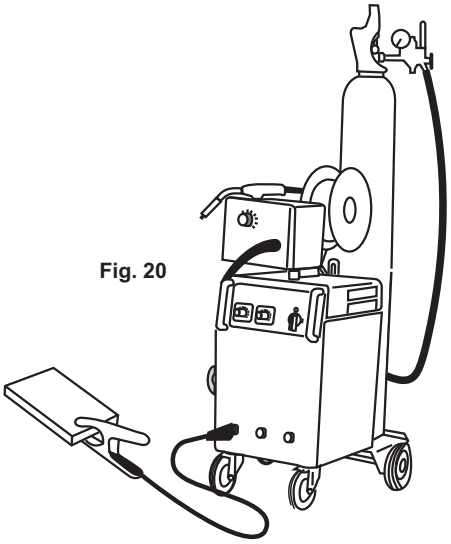


Fig. 20

Como para distintas intensidades de corriente también se requiere diferentes inductividades, se lleva hacia afuera diferentes toma-corrientes (varios bornes en el polo negativo) desde la bobina rectificada instalada en la fuente de poder. (Fig. 20)

Montaje de la bobina (Fig. 21)

A.- Compruebe primero si los rodillos alimentadores, la guía de alambre y la boquilla de contacto son adecuados para el diámetro de alambre que ha elegido.

B.- Libere la palanca de presión.

C.- Monte la bobina de alambre
.

D.- Redondee la punta del alambre con una lima para no dañar la funda guía.

E.- Introduzca el alambre en la funda guía.

F.- Haga avanzar el alambre presionando el botón de arranque de la pistola. Mantenga el paquete de mangueras lo más extendido posible.

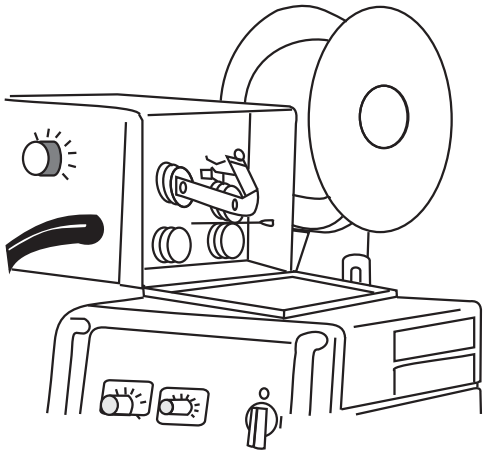


Fig. 21

Ajuste la fuerza de frenado (Fig. 22)

La potencia de frenado demasiado baja significa que la bobina de alambre seguirá girando cuando usted haya concluido de soldar.

Entonces hay un riesgo de que se forme un rulo de alambre fuera de la bobina, trabando la bobina la próxima vez que se inicie el soldeo.

La potencia de frenado demasiado alta puede causar alimentación desigual del alambre (los rodillos alimentadores patinan).

Proceda de la forma siguiente: Ajuste la velocidad de alimentación lo mejor posible. Haga avanzar el alambre. Ajuste el freno si la bobina sigue girando después de la parada.

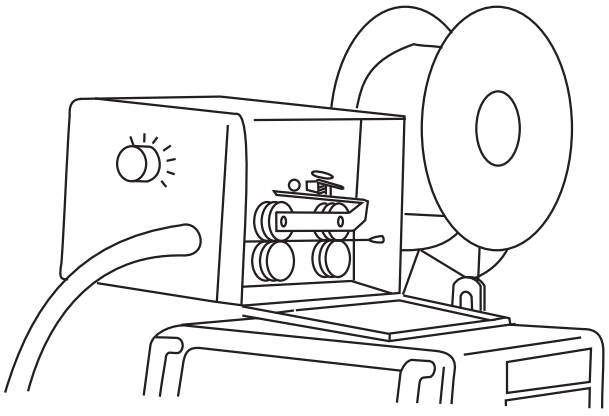


Fig. 22

Criterios en la Instalación de un equipo de soldar MAG

1. Ubicación

- Para conseguir las mejores características de operación y la mayor vida de la unidad, tenga cuidado al seleccionar el lugar de la instalación.
- Evite las ubicaciones expuestas a elevada humedad, polvo, temperatura ambiente o humos corrosivos.
- La humedad puede condensarse en los componentes eléctricos, causando corrosión o cortocircuitos.
- El polvo en los componentes ayuda a retener esta humedad y también a aumentar el desgaste de las partes móviles.
- Una adecuada circulación de aire es necesaria en todos momentos para asegurar una adecuada operación.
- Facilite un mínimo dé 12 pulg (305 mm) de espacio de aire libre tanto delante como detrás de la unidad.
- Asegúrese de que las aberturas de los ventiladores no estén obstruidas.

2. Puesta a tierra

- La carcasa de está máquina para soldar deberá ponerse a tierra para seguridad del personal.
- Cuando la puesta a tierra sea obligatoria según los códigos estatales o locales, es responsabilidad del usuario cumplir con todas las normas y regulaciones aplicables.
- Cuando no existan códigos estatales ni locales, se recomienda seguir el código eléctrico nacional (NATIONAL ELECTRICAL CODE).

3. Requerimientos del suministro eléctrico

- Esta fuente de poder está diseñada para operarse con un suministro de potencia AC, monofásico, 50 ó 60 HZ, con una tensión de línea que corresponda a alguna de las tensiones eléctricas de entrada que se muestran en la placa.
- Consulte con el concesionario local de energía eléctrica, si es que tuviese preguntas sobre el tipo de sistema eléctrico en el lugar de instalación o sobre como hacer las conexiones adecuadas a la máquina de soldar.

  Advertencia:

  Deberá instalarse un interruptor de desconexión de línea en el circuito de entrada de la máquina de soldar. Esto asegurará la completa eliminación de toda la potencia eléctrica cuando se realice algún servicio interno a la máquina de soldar.
- Todas las conexiones de entrada deberán ser realizadas por un electricista competente. Antes de realizar las conexiones eléctricas de entrada a la máquina de soldar, abra el medio de desconexión (interruptor de desconexión o cortacircuitos) a la cual va conectada la máquina. Coloque una señal roja en el interruptor para advertir a otras personas que el circuito está siendo trabajado.

VENTAJAS

Ventajas económicas (Fig. 23)

1.- Puede aplicarse prácticamente en todos los materiales.

2.- Su aplicación resulta económica a partir de 1mm de grosor de pared (fabricación de carrocerías a partir de 0,5)

3.- Ahorro significativo en tiempo de trabajo.

4.- Gran potencia de fusión (3-13 kg/h).

5.- Soldadura (casi) continua sin restos de electrodos.

6.- No hay que retirar los deshechos (sólo pocas cantidades de capas de óxido)

7.- No hace falta tapar las juntas del reverso.

8.- Total automatización.

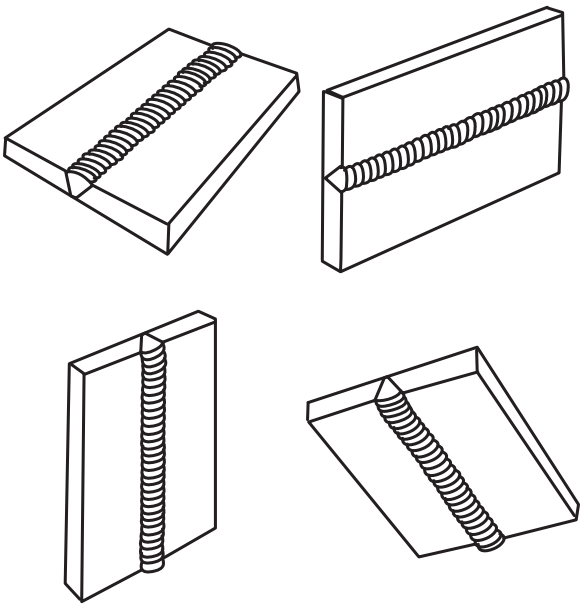


Fig. 23
Una ventaja del metodo MAG es que se puede soldar en cualquier posición

Ventajas Técnicas

1.- Penetración profunda según el tipo de gas.
2.- No hay inclusiones de deshechos.
3.- Buen control del baño de fusión (es siempre visible a través del gas protector).
4.- Pocos puntos de empalme.
5.- Buena calidad mecánica de las uniones de soldadura.
6.- Solo se requieren pocos trabajos adicionales de acabado (siempre deben retirarse las salpicaduras)
7.- Fácil cuidado y mantenimiento del equipo de soldadura.

Ahorro en Costo de Materiales

1.- No hay pérdidas por restos de electrodos.
2.- Bajo consumo de gas (regla general: alambre diámetro en mm x 10 = consumo de gas (l/min).
3.- Ahorro en el volumen de soldadura (puede ser controlado a través de la alimentación del alambre)
4.- Ahorro de energía eléctrica.

Desventajas

1.- La movilidad está limitada por la rigidez de las mangueras.
2.- Cuando se suelda al aire libre el gas protector puede mezclarse con el aire atmosférico.
3.- En caso de velocidades fusión muy altas y mala operación del soplete, el baño de fusión puede correrse hacia adelante, ocurriendo así errores en los bordes y en las uniones.

GASES INERTES, ACTIVOS Y MIXTOS

Son aquellos que no reacciona químicamente con otros elementos químicos para formar compuestos.

Los gases inertes que tiene aplicación en soldadura son el ARGON Y EL HELIO.

Nombre	**Argón**	**Helio**
Símbolo	Ar	He
Período	3	1
Grupo	18	18
Masa atómica	39,948	4,002602
Número atómico	18	2
Número de oxidación	-	-
Estado de agregación	gaseoso	gaseoso
Estructura electrónica	2-8-8	2
Electronegatividad	-	-
Energía de 1º ionización (eV)	15,759	24,587

Argón:
Es fácil de ionizar facilita el cebado del arco, es el gas de todas las mezclas, es un 38% más pesado que el aire de las inmediaciones del arco eléctrico.

El bajo potencial de ionización del argón implica menor energía a introducir en la columna de plasma, y longitud de arco más corta.

El Argón tiene una pureza del 99,995%: sus principales impurezas son el nitrógeno con cantidades inferiores a 30 ppm; el agua con cantidades inferiores a 8 ppm; y el oxígeno con cantidades por debajo 10 ppm.

Nombre	**Neón**	**Radón**	**Xenón**
Símbolo	En	Rn	Xe
Período	2	6	5
Grupo	18	18	18
Masa atómica	20,1797	(222)	131,29
Número atómico	10	86	54
Número de oxidación	-	-	-
Estado de agregación	gaseoso	gaseoso	gaseoso
Estructura electrónica	2-8	2-8-18-32-18-8	2-8-18-18-8
Electronegatividad	-	-	-
Energía de 1º ionización (eV)	21,564	10,748	12,130

Helio
Proporcionan un arco rígido aumentando la velocidad de soldadura.

El Helio tiene un 17% del peso del aire, por lo que no es tan eficaz en el desplazamiento del aire como lo es el argón, esta es la razón por la que se necesitan caudales de helio tan altos, una mezcla estándar de Argón/Helio es al 50%, aunque también se mezcla, Argón 70%, Helio 30%.

Argón

Efectos de una sobre exposición única (aguda):

Ingestión: Este producto es un gas a presión y temperaturas normales.

Contacto con la piel: No existe ninguna evidencia de efectos adversos a través de las informaciones disponibles.

Inhalación: Asfixiante. Los efectos son debidos a la falta de oxigeno. Concentraciones moderadas pueden causar dolor de cabeza (Fig. 1), somnolencia, mareos, excitación, salivación excesiva, náusea, vomito e inconciencia. La falta de oxígeno puede causar la muerte.



Fig. 1

Contacto con los ojos: El vapor no representa ningún efecto adverso.

Efectos de una repetida sobre exposición (crónica): No hay evidencia de efectos adversos a través de las informaciones disponibles.

Otros efectos de sobre exposición: El argón es un asfixiante. La falta de oxígeno puede ocasionar la muerte.

Informaciones significativas de laboratorios con posible relevancia para la evaluación de riesgos a la salud humana: Ninguno conocido.

Carcinogénico: Este producto no es listado como carcinógeno por los organismos NTP (National Toxicology Program), OSHA (Occupational Safety and Health Administration) e IARC (International Agency for Research on Cancer).

Medidas de Primeros Auxilios

Inhalación: Lleve la víctima al aire fresco. Administre respiración artificial si no estuviese respirando. Si se dificulta la respiración personal calificado debe ser administrar oxígeno a la victima. Llame a un médico inmediatamente.

Contacto con la piel: Lave con agua.

Ingestión: Este producto es un gas a presión y temperaturas normales.

Contacto con los ojos: Lave con agua corriente. Lave completamente los ojos con agua durante 15 minutos como mínimo. Los párpados deben ser mantenidos abiertos y distantes del globo ocular para asegurar que todas las superficies sean enjuagadas completamente. Llame a un médico inmediatamente, de preferencia oftalmólogo.

Nota para el médico:

- Este producto es inerte.
- No tiene antídoto específico. El tratamiento por sobre exposición debe ser dirigido para el control de los síntomas y de las condiciones clínicas del paciente.

GASES ACTIVOS

Son aquellos que bajo determinadas condiciones pueden combinarse químicamente con otros elementos químicos del baño de fusión. Los gases activos que tienen aplicación en soldadura son el OXIGENO, EL DIOXIDO DE CARBONO (CO_2)Y EL HIDROGENO.

Estos gases actúan sobre el baño de fusión como agentes oxidantes, o como agentes reductores.

El hidrógeno también es muy nocivo para la soldadura. Basta pequeñas cantidades de este gas, en la atmósfera que rodea la zona de soldadura, para que el arco sea errático. Aunque este inconveniente puede dificultar la operación de soldeo, es mucho más importante el efecto negativo del hidrogeno sobre las características del metal depositado.

Como en le caso del nitrógeno, el hierro, en estado de fusión, puede disolver grandes cantidades de hidrógeno pero esta solubilidad disminuye notablemente durante el enfriamiento. En cuanto se inicia la solidificación del baño, el metal desprende el hidrógeno que no es capaz de disolver.

Parte de este gas queda aprisionado en el metal sólido y se acumula en ciertas zonas de la red cristalina originando grandes presiones y tensiones internas. Estas elevadas presiones producen una serie de microfisuras que pueden traducirse, posteriormente, en importantes grietas o roturas. Otros defectos provocados por el hidrogeno son las fisuras bajo cordón y los "ojos de pez".

Los efectos del oxigeno, el nitrógeno y el hidrógeno hacen que sea imprescindible eliminarlos de las inmediaciones del arco y del baño de fusión durante la operación del soldeo. Esto se consigue mediante la protección de la soldadura con el anhídrido carbónico (Co_2). Para ello hay que compensar su tendencia oxidante a base de utilizar varillas de aportación ricas en elementos desoxidantes.

Oxigeno: Facilita la fluidez del baño, y mejora el desprendimiento de las gotas del hilo. El oxígeno es alrededor del 10% mas pesado que el aire, la influencia de su densidad es limitada, debido a las pequeñas cantidades utilizadas en las mezclas de gas, que son de un máximo del 5%
Su prinicpal aplicación en la soldadura es para los aceros especiales, aleados o de alto contenido en carbono.

Dioxido de Carbono CO_2 : Aumenta la viscosidad del baño y la penetración. Con protección de CO_2 se obtiene más penetración que con ningún otro gas: Para su aplicación en soldadura tiene que tener una pureza mínima de un 99,7%, y estar exento de humedad.
Su peso específico es de 1,97 Kg/m^2, o sea 1,5 veces más pesado que el aire. El CO_2, al ser más pesado que el aire se comporta como una protección eficaz frente a la atmósfera, es un gas muy activo, tiene un potencial de oxidación entre el 10% y el 15%.
El dióxido de carbono, se suele utilizar mezclado con el argón en cantidades que van del 15 al 18% aproximadamente.
Esta mezcla esta homologada en Europa por las normas DIN 5859-SG2 y 5859-SG3 para un determinado tipo de electrodos como material base.

Hidrógeno: Aumenta la penetración, siendo un gas eminentemente reductor, su densidad es solo un 7% de la del aire.

El hidrógeno es el gas más ligero pero el efecto de su bajo peso específico es despreciable debido a las pequeñas proporciones utilizadas en sus mezclas, se limitan a un máximo del orden del 15%.

Los gases e protección que contienen Hidrógeno, se recomiendan solamente para la soldadura de aceros inoxidables.

Anhídrido carbónico (CO_2).

A diferencia del argón y el helio, que están constituidos por átomos simples, el anhídrido carbónico es un gas compuesto de moléculas. Cada molécula contiene un átomo de carbono y dos de oxigeno, y su fórmula química es Co_2. Por esta razón, el anhídrido carbónico se designa abreviadamente como C-O-DOS.

A temperatura normal, el CO_2 se comporta como un gas inerte, pero cuando se somete a elevadas temperaturas, se disocia en monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O_2) .

Concretamente, a la temperatura de soldadura, se produce esta disociación hasta que la concentración de oxigeno en la atmósfera del arco alcance valores de un 20 a un 30%. Este carácter oxidante de la atmósfera de CO_2 obliga a utilizar hilos de aportación ricos en elementos desoxidantes.

Los desoxidantes tienen una gran afinidad por el oxigeno, por lo que reaccionan rápidamente con el, evitando que se combine con el carbono y el hierro del metal base, y mejorando la calidad de la soldadura.

Los más utilizados en los hilos de aportación son el manganeso, el silicio, el aluminio, el titanio y el vanadio.

El CO_2 suele obtenerse como producto de la combustión de sustancias tales como el gas natural, el fuel-oil o el carbón de cok. También se obtiene, como subproducto, en las operaciones de calcinación en hornos de cal, en la fabricación del amoniaco y en la fermentación del alcohol. El gas obtenido en la fabricación del amoniaco y en la fermentación del alcohol tiene una pureza de casi 100%.

El grado de pureza del CO_2 varia considerablemente según el procedimiento, las normas exigen una pureza que garantice que el punto de rocío no se presenta hasta temperaturas iguales o inferiores a 4,5ºC bajo cero. Esto equivale a un contenido máximo de impurezas del 0,0066 por ciento, en peso.

Con el CO_2 se evitan la mayor parte de los inconvenientes que se presentan cuando se utiliza el argón como gas de protección. Concretamente, permite obtener penetraciones más profundas y anchas en el fondo, lo que facilita la labor del soldador y disminuye el riesgo de defectos tales como las faltas de penetración y las faltas de fusión. Otra ventaja estriba en que mejora el contorno del cordón y reduce las mordeduras. Además, resulta mucho más barato que el argón y otros gases protectores.

El principal inconveniente del CO_2 se encuentra en su tendencia a producir arcos relativamente enérgicos, que pueden presentar problemas de proyecciones, principalmente cuando se sueldan espesores finos en construcciones en las que el aspecto de los cordones tenga una particular importancia. Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones, esto no supone un gran problema, y las ventajas de la protección con CO_2 sobrepasan ampliamente a los inconvenientes.

La principal aplicación del CO_2 se encuentra en la soldadura de los aceros al carbono ordinarios, aunque también se emplea, en algunos casos, en la obtención de mezclas protectoras para otras aplicaciones.

Ventajas que tiene sobre los demás gases:

- Es mucho más barato.
- Tiene mayor penetración y por tanto mayor velocidad de soldeo.
- La forma del cordón es buena y no tiene mordeduras.

Inconvenientes:

- El arco eléctrico es más violento que con gases inertes.
- Da mayor número de proyecciones si no tiene cuidado..
- Las bobinas de hilo que se utilizan con este gas han de tener una mayor adición de manganeso, titanio, cromo , aluminio, vanadio y níquel, pues es una atmósfera oxidante

G A S E S	A P L I C A C I O N E S
Argón + 1 a 2 % de Co_2	Aceros inoxidables, aceros aleados y también para algunas aleaciones de cobre.
Argón + 3 a 5 % de Co_2	Aceros inoxidables, aceros aleados y aceros al carbono. Se requiere varillas desoxidantes.
Argón + 20 a 30 % de Co_2	Aceros para obtener transferencia por cortocircuito.
Argón + 5 % O_2 + 15 % Co_2	Aceros al carbono. Se requiere varilla altamente desoxidante.
Co_2	Aceros al carbono y débilmente aleados, varilla desoxidante, es del todo esencial el uso de varilla especial.
CO_2 + 3 a 10 % O_2	El mismo campo de aplicacion que el Co_2
CO_2 + 20 % O_2	El mismo campo de aplicación, solo se utiliza en Japón.
Argón + 25 % a 30 % N_2	Para soldar cobre.

Debemos tener mucho cuidado al soldar con CO_2 de proteger perfectamente la vista, pues la radiación luminosa del arco es más potente que la obtenida por el electrodo.

Dióxido de Carbono

¿Qué es el dióxido de carbono y cómo fue descubierto?

Joseph Black, un físico químico escocés, descubrió el dióxido de carbono alrededor de 1750. A temperatura ambiental (20-25 ºC), el dióxido de carbono es un gas inodoro, ligeramente ácido y no inflamable.

El dióxido de carbono es una molécula con la fórmula molecular CO_2.
Esta molécula linear está formada por un átomo de carbono que está ligado a dos átomos de oxígeno, O = C = O.

A pesar de que el dióxido de carbono existe principalmente en su forma gaseosa, también tiene forma sólida y líquida. Solo puede ser sólido a temperaturas por debajo de los 78 ºC. El dióxido de carbono líquido existe principalmente cuando el dióxido de carbono se disuelve en agua. El dióxido de carbono solamente es soluble en agua cuando la presión se mantiene. Cuando la presión desciende intentará escapar al aire, dejando una masa de búrbujas de aire en el agua.

Propiedades del dióxido de carbono

El dióxido de carbono posee ciertas propiedades físicas y químicas.

Propiedad	Valor
Masa molecular	44.01
Gravedad específica	1.53 a 21ºC
Densidad crítica	468 log/m^3
Concentración en el aire	370,3 * 107 ppm
Estabilidad	Alta
Líquido	Presión < 415.8 kPa
Sólido	Temperatura < -78 ºC
Constante de solubilidad de Henry	298.15 mol/log * bar
Solubilidad en agua	0.9 vol/vol a 20 ºC

¿Dónde encontramos dióxido de carbono en la Tierra?

El dióxido de carbono se encuentra principalmente en el aire, pero también en el agua formando del ciclo del carbono.

Aplicaciones del dióxido de carbono por los humanos

Los seres humanos usamos el dióxido de carbono de muchas formas diferentes. El ejemplo más es el uso en bebidas refrescantes y cerveza, para hacerlas gaseosas. El dióxido de carbono libera la levadura hace que la masa se hinche.

Algunos extintores usan dióxido de carbono porque es más denso que el aire. El dióxido de carbono puede cubrir un fuego, debido a su pesadez. Impide que el oxígeno tenga acceso al fuego y como resultado, el material en combustión es privado del oxígeno que necesita para continuar ardiendo.

El dióxido de carbono también es usado en una tecnología llamada extracción de fluido supercial es usada para descafeinar el café. La forma sólida del dióxido de carbono, comúnmente conocido hielo seco, se usa en los teatros para crear nieblas en el escenario y hacer que cosas como las mágicas burbujeen.

El papel del dióxido de carbono en los procesos ambientales

El dióxido de carbono es uno de los gases más abundantes en la atmósfera. El dióxido de carbono cumple un papel importante en los procesos vitales de plantas y animales, tales como fotosíntesis y respiración. A continuación explicaremos brevemente estos procesos.

Las plantas verdes transforman el dióxido de carbono y el agua en compuestos alimentarios, tales como glucosa y oxígeno. Este proceso se denomina fotosíntesis.

El tratado de Kyoto

Los líderes mundiales se reunieron en Kyoto, Japón, en Diciembre de 1997 para considerar un mundial que restringiera las emisiones de los gases invernadero, principalmente del dióxido de carbono, que se supone que causan el calentamiento global. Desafortunadamente, mientras que los tratados de Kyoto han estado funcionando por un tiempo, América está ahora intentando evadiendo.

El dióxido de carbono y la salud

El dióxido es esencial para la respiración interna en el cuerpo humano. La respiración interna es un proceso por el cual el oxígeno es transportado a los tejidos corporales y el dióxido de carbono es tomado de ellos y transportado al exterior.

El dióxido de carbono es un guardián del pH de la sangre, lo cual es esencial para sobrevivir. Es un regulador en el cual el dióxido juega un papel importante es el llamado tampón carbón. Consiste en Iones bicarbonato y dióxido de carbono disuelto, con ácido. El ácido carbónico neutraliza los iones hidroxilo, lo que hará aumentar el pH de la sangre cuando sea añadido. El bicarbonato neutraliza los protones, lo que provocará una disminución del pH de la sangre cual añadido. Tanto el incremento como la disminución del pH son una amenza para la vida.

Aparte de ser un tampón esencial en el cuerpo humano, también se sabe que el dióxido de carbono tiene efectos sobre la salud cuando la concentración supera un cierto límite.

Los principales peligros para la salud del dióxido de carbono son:

- Asfixia: Causada por la liberación de dióxido de carbono en un área cerrada o sin ventilación . Esto puede disminuir la concentración de oxígeno hasta un nivel que es inmediatamente peligroso para la salud humana.

- Congelación: El dióxido de carbono siempre se encuentra en estado sólido por debajo de 78 ºC en condiciones normales de presión, independientemente de la temperatura del aire manejo de este material durante más de un segundo ó dos sin la protección adecuada puede provocar graves ampollas, y otros efectos indeseados. El dióxido de carbono gaseoso en un cilindro de acero, tal como un extintor de incendios, provoca similares efectos.

Efectos

1.- Efectos de una única sobre exposición (aguda):

Inhalación:

El dióxido de carbono es un asfixiante con efectos debido a la falta de oxígeno.

También es activo fisiológicamente afectando la circulación y la respiración. En concentraciones de 2 a 3 % ocurren síntomas de asfixia, somnolencia y vértigo; de 3 a 5 % causa respiración acelerada, dolor de cabeza y ardor en nariz y garganta; hasta 15 % causa dolor de cabeza, excitación, exceso de salivación, náuseas, vómito y pérdida de la conciencia. En concentraciones más altas, causa rápida insuficiencia circulatoria, pudiendo llevar al coma o la muerte.

Contacto con los ojos:

El gas no representa ningún efecto nocivo. El líquido o gas frío puede causar congelamiento y daños permanentes del órgano alcanzado.

Ingestión:

Una manera poco probable de exposición. Este producto es un gas a presión y temperatura normales.

Contacto con la piel:

El gas no representa ningún efecto nocivo. El dióxido de carbono como gas frío, líquido o sólido puede causar graves quemaduras por congelamiento.

2.- Efectos de una repetida sobre exposición (crónica):

No hay evidencia de efectos adversos a través de las informaciones disponibles. El dióxido de carbono es el más poderoso dilatador de vasos cerebrales conocido. No se debe permitir que personas con problemas de salud, donde tales dolencias sean agravadas por la exposición al CO_2 gaseoso, manipulen o trabajen con este producto.

3.- Otros efectos de sobre exposición:

Pueden ocurrir daños a las células ganglionares o a la retina y al sistema nervioso central.

4.- Condiciones médicas agravadas por la sobre exposición:

El conocimiento de las informaciones toxicológicas disponibles y de las propiedades físico y químicas del material sugiere que es improbable que una sobre exposición agrave las condiciones ya existentes.

Medidas de Primeros Auxilios

- **Inhalación**: Retire para el aire fresco. Administre respiración artificial si no estuviese respirando. La aplicación de oxígeno debe ser realizada por personal calificado. Llame a un médico inmediatamente.

- **Contacto con la piel:** Para exposiciones al gas frío o líquido, inmediatamente bañe el área quemada por congelamiento con agua tibia (no exceder 41°C). Llame a un médico.
- **Ingestión:** Una manera poco probable de exposición. Este producto es un gas a presión y temperatura normales.

- **Contacto con los ojos:** Para exposiciones al gas frío o líquido, inmediatamente lave completamente los ojos con agua corriente durante 15 minutos como mínimo.

  Los párpados deben ser mantenidos abiertos y distantes del globo ocular para asegurar que todas las superficies sean enjuagadas completamente. Llame a un médico inmediatamente, de preferencia oftalmólogo.



GASES MIXTOS

Gases Protección y sus aplicaciones en la Soldadura por Gas Metal

Gas para Protección	Composición del Gas	Reacción del Gas	Aplicación	Observaciones
Argón	Ar	Inerte	Metales No ferrosos	Gas inerte más barato. Facilita la transferencia por rocío.
Argón + Helio	50% Ar 50% He	Inerte	Al, Mg, Cu sus aleaciones	Mayor calor en el arco; se usa en los espesores más gruesos; menor porosidad. Facilita transferencia por rocío.
Argón + Oxígeno	Argón + 1-2% O	Oxidante (*)	Acero Inoxidable	El oxígeno brinda estabilidad al arco.
Argón + Oxígeno	Argón + 3.5% O	Oxidante(*)	Aleaciones dulces y bajas	Facilita la transferencia por rocío.
Argón + Dióxido de Carbono	75% Ar 25% CO_2	Ligeramente Oxidado	Aceros dulces y de baja aleación (algunos inoxidables con MIG)	Suave superficie de la soldadura. Reduce la penetración. Cortocircuito.
Helio + Argón + Dióxido de Carbono	90% He + 7.5% Ar + 2.5% CO_2	Esencialmente inerte	Acero inoxidable y alguno aceros aleados	Brinda estabilidad al arco. Util en la soldadura fuera de posición. Cortocircuito.
Helio + Argón		Inerte	Al, Mg, Cu y sus aleaciones	Mayor entrada de calor que con Ar.
Dióxido de Carbono	75% He 25% Ar Co_2	Oxidante	Aceros dulces y de baja aleación (algunos aceros inox.)	Mínima porosidad. Gas más barato. Penetración pro-funda. Cortocircuito o globular.
Nitrógeno	N_2	Esencialmente inerte	Cobre y aleaciones tuberías de acero inoxidable para purga, tubos.	Tiene elevada entrada de calor. No es popular en E.U.A. Globular.

98% AR + 2% CO_2 (AGA MIX 22)

Es recomendada para la soldadura en arco por cortocircuito de todos los aceros inoxidables, excepto en los altamente aleados, y no es recomendada en los aceros con bajo contenido en carbono.

Características en la soldadura:

- Especialmente útil en la soldadura por arco por cortocircuito.
- Genera pequeñas escorias.
- Produce óxido-libre virtualmente en el pulso de la soldadura.

98% AR + 2% O_2 (AGA MIX 12)

Recomendada para la soldadura de arco de rociadura (spray), excepto para los altamente aleados.

Características de la soldadura:

- Especialmente útil en la soldadura por arco de rociadura (spray).
- Produce arco muy estable.
- Produce pequeñas y finas proyecciones.
- No carburiza la zona soldada.

70% AR + 30% HE + (AGA MIX 430)

Esta mezcla aumenta la fluidez y la mojabilidad en el baño fundido, produce un arco estable y pequeñas escorias. Como no contiene CO_2 no carburiza las soldaduras. Es recomendada tanto para arco por cortocircuito, como para arco de rociadura (spray) de todos los aceros inoxidables, excepto los altamente aleados.

Características de la soldadura:

- Amplio campo de aplicaciones; buena para las soldaduras en arco por cortocircuito y arco de rociadura (spray).
- Arco estable.
- Alta velocidad de soldadura.
- No carburiza la soldadura.

Mezclas según Transferencias

Star Gold	Penetración	Estabilidad de Arco	Salpicaduras	Transferencia Indicada	Aplicaciones
F 24	Media	Excelente	Muy Poco	Spray	Chapas finas de acero al carbón, baja aleación. Cualquier grosor / Inoxidables.
F 34	Media	Excelente	Muy Poco	Spray o Corto Circuito	Chapas finas de acero al carbón y baja aleación.
F 36	Media	Excelente	Muy Poco	Spray o Corto Circuito	Unión en ángulo.
V 16	Grande	Excelente	Poco	Spray o Corto Circuito	Chapas finas de acero al carbón y baja aleación de unión en ángulo, soldadura de alta velocidad.
C 25	Grande	Buena	Poco	Corto Circuito	Acero al carbón y baja aleación en cualquier grosor con alambre sólido o tubular.
140	Media	Excelente	Muy Poco	Spray o Corto Circuito	Soldadura de aceros inoxidables. Acero al carbón y baja aleación por proceso MIG pulsado.
142	Grande	Excelente	Muy Poco	Corto Circuito	Acero Inoxidables en soldaduras multi pases de gran espesor.

Mezclas Stargold

Con esta información estamos participando a todas las personas que están relacionadas directamente con el producto para que conozcan y tengan suficiente criterio de los beneficios que aporta nuestro producto en los procesos de soldadura a los clientes.

Presentación

Los cilindros se identificarán por su color dorado y calcomanías con el nombre Stargold y su respectiva referencia. Están adecuados con un dispositivo (Tubo Sifón), el cual tiene como función garantizar al cliente que la mezcla sea completamente homogénea en el momento de usarse y además nos garantiza que el remanente en los cilindros es menor.

Usos

Existe una mezcla adecuada para cada trabajo, se utilizan únicamente en el proceso de soldadura MIG en aceros al carbono e inoxidables.

Las mezclas establecidas hasta el momento son las siguientes:

- **Stargold C-25 (Argón-CO_2)**
  Especial para aceros al carbono, reemplaza en algunos casos el CO_2 y la mezcla agamix y efemix. Se trabaja en algunas ocasiones con flujos más bajos que los usados normalmente.

- **Stargold F-34 (Argón-CO_2)**
  Especial para aceros al carbono, se aplica también para aceros galvanizados, en espesores delgados muy fácil para trabajar deposición Spray, por lo tanto se trabaja a velocidades más rápidas y penetraciones más bajas.

- **Stargold I-40 (Argón-CO_2)**
  Especial para aceros inoxidables que necesiten pase único. La posición de soldadura generalmente plana horizontal.

- **Stargold H-35 (Argón 65%-Hidrógeno 35%)**
  Especial para corte por plasma. Es importante identificar el tipo de mezcla para cada equipo y esto es definido por el fabricante. No todos los equipos de plasma trabajan con esta referencia es importante que lo tenga muy claro.

- **Stargold F-36 (Argón-O_2)**
  Chapas finas de acero al carbono, altas velocidades, se puede trabajar Spray o corto circuito.

- **Stargold V-16 (Argón-CO_2-O_2)**
  Son consideradas versátiles, presenta excelentes características en cualquier tipo de transferencias, existe un amplio rango de aplicaciones tanto en chapas finas como medio espesor, mínima generación de salpicaduras y mayores tasa de deposición con mayores velocidades de soldadura comparativamente con mezclas de Argón-CO_2.

Mezclas Argón-CO_2.
En algunas soldaduras sobre aceros al carbono, la protección mediante CO_2 no permite alcanzar las características de arco que se requieren. Este problema suele presentarse en uniones en las que deba cuidarse especialmente el aspecto superficial, y siempre que interese reducir al mínimo las proyecciones. Lo normal en estos casos es recurrir a las mezclas argón-CO_2. En cuanto a las proporciones de la mezcla algunos autores limitan el contenido de CO_2 a un 25% como máximo; mientras que otros, admiten hasta el 80% de CO_2.
Teniendo en cuenta el precio de ambos gases, debe tenderse a utilizar mezclas ricas en CO_2 siempre que permitan alcanzar los resultados apetecidos.

En el mercado se encuentran botellas con mezclas de distinta riqueza. No obstante, la mezcla la puede realizar el propio usuario a base de utilizar botellas de ambos gases, provistas de caudalímetros que permitan regular los porcentajes al valor adecuado. Esta segunda solución presenta las siguientes ventajas:

a) Permite variar las proporciones de la mezcla.
b) Consigue mezclas relativamente homogéneas, evitando la separación de ambos gases que puede presentarse en las botellas de mezcla.
c) Resulta más económica, pues las mezclas suelen venderse al mismo precio que el argón puro, cuando el CO_2 cuesta, aproximadamente, el 15% del argón.

Las mezclas argón-CO_2 se emplean en la soldadura de aceros de carbono, aceros débilmente aleados y, en algunos casos, aceros inoxidables.

Mezclas Argón - Helio - CO_2 .
La principal aplicación de este tipo de mezcla se encuentra en la soldadura de los aceros inoxidables austeníticos. Permite conseguir soldaduras de buen aspecto y con pequeño sobre-espesor, lo que resulta muy adecuado para aquellas aplicaciones en las que interese una superficie final lisa y sin resaltes. Por esta razón, se emplea ampliamente en la soldadura de tuberías de acero inoxidable.

Gases protección y sus aplicaciones en la soldadura por arco gas metal

Gas para proteccion	Composicion del gas	Reaccion del gas	Aplicacion	Observaciones
Argón + Oxigeno	Argón +1.2% 0	Oxidante (*)	Acero inoxidable	El oxigeno brinda estabilidad al arco
Argón + Oxigeno	Arg ón +3.5% 0	Oxidante (*)	Aleaciones dulces y bajas	Facilita la transferencia por rocío
Argón + Dióxido de Carbono	75% Ar 25% CO_2	Ligeramente Oxidado	Aceros dulces y de baja aleacion (algunos inoxidables con MIG)	Suave superficie de la soldadura. Reduce la penetración. Cortocircuito.
Helio + Argón + Dióxido de Carbono	90% He + 7.5% Ar + 2.5% Co^2	Esencialmente inerte	Acero inoxidable y algunos aceros aleados.	Brinda estabilidad al arco. Útil en la soldadura fuera de posición. Cortocircuito.
Dióxido de Carbono	CO_2	Oxidante	Aceros dulces y de bajainox.) aleacion (algunos acero	Mínima porosidad Gas mas barato. Penetración pro-funda. Cortocircuito o globular.

MATERIAL DE APORTE, TIPO, DESIGNACIÓN

Electrodo continuo (Alambre)

El electrodo continuo (alambre) para la soldadura al arco metal es solido y desnudo, los alambres de acero tienen normalmente un fino recubrimiento de cobre para mejorar la conducción eléctrica y para protegerlo de la oxidación. El tamaño del alambre se determina por su diámetro.

Diversos diámetros están disponibles y se basan en la transferencia del metal, posición de soldadura y aplicación. El alambre viene en carretes, bobinas o tambores, y se empaquetan en contenedores especiales para protegerlo del deterioro y contaminación.

La American Welding Society clasifica los alambres sólidos, usando una serie de número y letras, de manera similar a los electrodos para soldadura por arco manual.

Para los aceros al carbono y de baja aleación la clasificación se basa en las propiedades mecánicas del deposito de soldadura y en su composición química. Para la mayoría de los otros metales, la clasificación se basa en la composición química del electrodo continuo.

El alambre se coloca normalmente en el carrete y/o paquete del metal de aporte.

Una clasificación típica del acero es : **ER70S-6**

1) La “E” indica que el alambre de aporte es un electrodo continuo que puede usarse en la soldadura por arco gas metal. La “R” indica que también puede usarse com varilla de aporte en la soldadura TIG o por arco plasma.

2) Los siguientes dos (o tres) dígitos indican la resistencia nominal a la tensión del alambre de aporte.

3) La letra a la derecha de los dígitos indican el tipo del metal de aporte. Una “S” representa un alambre solido y una “C” representa un alambre tubular, el cual consta de un alma con polvo metálico en un revestimiento metálico.

4) El dígito (o letras y dígito) en el sufijo indica la composición química especial del metal de aporte.

Composición de los electrodos continuos y sus propiedades mecánicas

Clase AWS	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Otros
				ACEROS AL CARBONO						
ER70S-2	.07	.90-1.40	.4- 7	.025	.035	—	—	—	.50	Ti,Zr,Al
ER70S-3	.06-.15	.90-1.40	.45- 7	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-4	.07-.15	1.0-1.50	.65-.85	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-5	.07-.19	.90-1.40	.3- 6	.025	.035	—	—	—	.50	Al
ER70S-6	.07-.15	1.4-1.85	.8-1.15	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-7	.07-.15	1.5-2.0	.5- 8	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-G	Sin requerimientos químicos									
				ACEROS AL CROMO MOLIBDENO						
ER80S-B2	.07-.12	.4-.7	.4-.7	.025	.035	.20	1.2-1.5	.4-.65	.35	—
ER80S-B2L	.05	.4-.7	.4-.7	.025	.035	.20	1.2-1.5	.4-.65	.35	—
ER90S-B3	.07-.12	.4-.7	.4-.7	.025	.035	.20	2.3-2.7	.9-1.2	.35	—
ER90S-B3L	.05	.4-.7	.4-.7	.025	.035	.20	2.3-2.7	.9-1.2	.35	—
ER80S-B2L	.05	.4-1.0	.25-.6	.025	.035	.20	1.0-1.5	.4-.65	.35	—
ER80C-B2	.07-.12	.4-1.0	.25-.6	.025	.035	.20	1.0-1.5	.4-.65	.35	—
E90C-B3L	.05	.4-1.0	.25-.6	.025	.035	.20	2.0-2.5	.9-1.2	.35	—
E90C-B3	.07-.12	.4-1.0	.25-.6	.025	.035	.20	2.0-2.5	.9-1.2	.35	—

Materiales de aportación para soldadura por arco con protección gaseosa

	ACEROS AL CARBONO
E-60S-1	Varilla rica en silicio, para el soldeo de aceros de bajo o medio contenido en carbono. Puede utilizarse con CO_2 argón o mezclas argón-CO_2. Los mejores resultados se obtienen sobre aceros calmados.
E-60S-2 silicio)	Varilla de gran calidad, que ademas de los desoxidantes clásicos (manganeso y Contiene Al, Zr, y Ti. Puede utilizarse con CO_2 mezclas argón-CO_2 o argón-oxigeno Recomendable para tuberías y construcción de recipientes pesados.
E-60S-3	Es la que permite obtener una mayor calidad. Proteger con CO_2 , mezclas argón-oxigeno, o mezclas argón-CO_2. Produce soldaduras de calidad media sobre aceros efervescentes y uniones de gran calidad sobre aceros semicalmados.
E-70S-1B	Hilo de acero débilmente aleado, adecuado para el soldeo de aceros al carbono, aceros débilmente aleados y aceros de gran resistencia y baja aleación.
E-70S-3 con	Para trabajos de soldadura, en general sobre aceros ordinarios al carbono. Tiene un contenido en silicio suficiente para poder aplicarlo con CO_2 , con argón-oxigeno, o mezclas de ambos.
E-70S-6	Silicio y manganeso en cantidades superiores a lo normal , por lo que presenta un marcado carácter desoxidante. Buenos resultados sobre superficies sucias o muy Oxidadas.
E-70S-5	Contiene aluminio y se recomienda para la soldadura en una o más pasadas, de aceros al carbono efervescente, semicalmados o calmados. Normalmente se protege con CO_2, y da buenos resultados sobre piezas sucias u oxidadas.

Soldadura con "microalambres"
(Avance manual, una pasada en ángulo, en horizontal)

ESPESOR PIEZAS (mm)	DIAMETRO DEL HILO (mm)	CONDICIONES DE SOLDEO C.C. POLARIDAD INVERSA (voltios)	(amperios)	CAUDAL DE GAS (litos/min)	VELOCIDAD DE AVANCE (cm/min)
0,6	0,8	15-17	30-50	8-10	38-51
0,8	0,8	15-17	40-60	8-10	46-56
1	1	15-17	65-85	8-10	90-102
1,2	1	17-19	80-100	8-10	90-102
1,6	1	17-19	90-110	10-12	76-90
2	1	18-20	110-130	10-12	63-76
3	1	19-21	140-160	10-12	51-63
3	1,2	20-23	180-200	10-12	68-81
5	1	19-21	140-160	10-12	35-48
5	1,2	20-23	180-200	10-12	46-56
6	1	19-21	140-160	10-12	25-38
6	1,2	20-23	180-200	10-12	30-46

Soldadura con "microalambres"
(Avance manual, una pasada en ángulo, en horizontal)

Material de aportación para soldadura MAG.

Los hilos de aportación para soldadura MAG suelen ser de composición similar a la del metal base. (ver tabla "Materiales de aportación para soldadura por arco con protección gaseosa") figuran distintos materiales de aportación.
Estos materiales se designan según el sistema de clasificación diámetro. Así, en los hilos para soldadura de aceros, la letra E identifica a un electrodo; las dos cifras siguientes indican la resistencia o tracción del metal depositado, en miles de libras por pulgada cuadrada; la letra S corresponde a un hilo macizo; los últimos símbolos se refieren a una clasificación particular en la composición química del hilo.
Estos materiales de aportación suelen suministrarse en forma de bobinas de distintos tamaños, y en forma de varillas para soldadura MAG.
Los diámetros de hilo normales son los de 0,6, 0,8, 1, 1,2, 1,6 y 3,25 mm. Los tres primeros , algunas veces llamados "microalambres", suelen utilizarse en el soldeo de espesores finos.
En general, para obtener buenos resultados, debe utilizarse el diámetro adecuado al espesor de las piezas y a la posición de soldadura. El empleo de "microalambres" permite aumentar la velocidad de soldadura y mejora el aspecto y la calidad de las uniones (tabla Soldadura con "microalambres").
Aunque estos hilos de pequeño diámetro son especialmente indicados para el soldeo de espesores finos, también pueden aplicarse con buenos resultados en la soldadura de espesores medios, sobre aceros al carbono y aceros débilmente aleados.

En general, los hilos de 1,2 y 1,6 suelen utilizarse para el soldeo de espesores gruesos. No obstante, a la hora de seleccionar el diámetro del metal de aportación debe tenerse muy en cuenta la posición de soldadura. Por ejemplo, para el soldeo en vertical, o en techo, conviene tomar diámetros menores que para el soldeo en horizontal.

Velocidad de alimentación. La intensidad de la corriente de soldadura obliga a mantener la velocidad de alimentación dentro de ciertos limites. No obstante, la velocidad puede variarse siempre que no se salga de estos limites.
Así, para un cierto valor de la intensidad, una velocidad de alimentación elevada origina arcos cortos; y una velocidad pequeña contribuye a lograr arcos largos.

En la mayor parte de las aplicaciones de la soldadura MAG. Esta longitud suele oscilar entre 10 y 20 mm. No obstante, cuando se trabaja con "microalambres", suele reducirse a valores comprendidos entre 5 y 10 mm.

Una longitud excesiva se traduce en un gran precalentamiento del hilo, lo que presenta la ventaja de una mayor velocidad de aportación, pero tiene a producir soldaduras de mal aspecto. Si esta longitud es muy pequeña, se producen calentamientos excesivos del extremo de la boquilla y disminuye la duración de la misma.

Cuando se va incrementando la longitud de la parte terminal, llega un momento en que resulta difícil dirigir el material de aportación, principalmente en hilos de pequeño diámetro.

El éxito de la soldadura MAG se debe, en gran medida, al empleo de elevadas densidades de corriente. Así, mientras el arco MAG es duro y con un gran poder de penetración, el arco que se obtiene cuando se suelda con electrodos revestidos es más blando y de menor poder de penetración. Consecuentemente, la relación anchura/penetracion es mayor en la soldadura con electrodos revestido que en la soldadura MAG.

Electrodos de Alambre

Para ejecutar la soldadura MAG en forma perfecta, los alambres utilizados deben cumplir con las siguientes condiciones:

- El alambre (Fig. 1) debe ser redondo y el diámetro debe estar dentro de la tolerancia de + 0.01 mm y según diámetro, entre -0.02 a -06 mm, en conformidad con DIN 8559 "Aportes para la soldadura con gas protector, Electrodos de Alambre, Alambres para soldar y Varillas sólidas para la Soldadura con Protección de Gas de Aceros no-aleados y de baja Aleación", edición de Julio 1986.
- La superficie del material aportado debe estar libre de impurezas que influyen sobre la soldadura en forma desfavorable.
- Una eventual protección de la superficie, como por ejemplo un revestimiento de cobre, no debe afectar la soldadura y las propiedades mecánicas.
- El electrodo de alambre debe estar embobinado cuidadosamente, sin puntos de soldadura, y no debe tener dobladuras, ondulaciones u otros irregularidades que afecten la continuidad del proceso de soldadura.
- Deben fijarse el comienzo y el final del alambre.
- El electrodo de alambre no debe presentar torsión, es decir el extremo libre de una espira de alambre cortado no debe levantarse más de 100 mm de una superficie plana.

Los alambres MAG deben tener una composición química de conformidad con la atmósfera oxidante del arco. El CO_2, como gas protector y parte en gases mixtos, se desintegra a temperaturas más elevadas según la ecuación:

$$2\,CO_2 \rightleftharpoons 2\,CO + O_2$$

en monóxido de carbono y oxígeno. A temperaturas de aprox. 6 500" K el ácido carbónico se ha disociado casi por completo en CO y O_2. El oxígeno libre se liga con los componentes del baño de fusión. La disociación del ácido carbónico a altas temperaturas es endotérmica (absorbe calor). Tan pronto el flujo de gas ionizado llega al baño líquido de fusión, se produce una reunión de átomos formando moléculas. Entonces se libera el calor de la disociación, provocando penetración profunda.

Fierro líquido puede ser oxidado por el ácido carbónico, según la siguiente fórmula:

$$Fe\ (líquido) + CO_2\ (gaseiforme) \rightleftharpoons FeO\ (líquido) + CO\ (gaseiforme)$$

El óxido de hierro que se forma entra en combinación con el manganeso y silicio, lo que conduce a una pérdida de manganeso y silicio.

Para compensar la pérdida de manganeso y silicio y evitar la formación de poros es necesario que los electrodos de alambre tengan una aleación alta con estos elementos.

Los alambres clasificados según DIN 8559 o AWS A5 18, para la soldadura de aceros aleados y no-aleados contienen, por sta razón, partes apropiadas de manganeso y silicio. Se puede decir que son "excesivamente calmados".

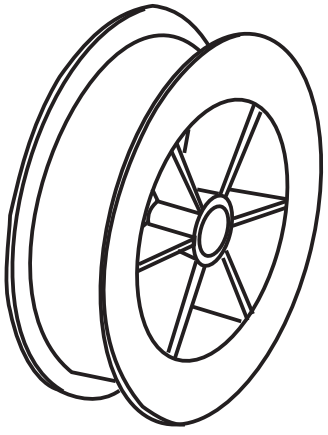


Fig. 1

Al usar gases protectores de diferentes grados de oxidación se produce también una diferente pérdida de los componentes de la aleación, manganeso y silicio. Con los alambres normalizados que se usan hoy en día, junto con los gases protectores usuales y con una correcta selección de la combinación alambre/gas protector, se logra de todas maneras un metal depositado que satisface las exigencias.

Las condiciones de la pérdida son mostradas en el ejemplo de un alambre SG2 según DIN 8559 (AWS A5. 18-80 E70S-6) bajo gas protector CO_2 y una mezcla de gas M 21 (82% argón/18% CO_2) como sigue:

C	Si	Mn	P	S
0.093	0.91	1.44	0.012	0.016

Para la producción del puro metal de soldadura se aplicaron los siguientes parámetros:

Intensidad de corriente (A)	Tensión (V)	Velocidad de la soldadura	Temperatura de trabajo ºC
280	28	45 cm/min	120-150

El resultado en la tabla 1 presenta bajo CO_2 una pérdida notablemente mayor de los elementos de aleación manganeso y silicio, mientras la pérdida bajo la mezcla de gas M21 es correspondientemente más baja, debido a la menor porción del gas activo CO_2. El contenido de carbono se reduce ligeramente.

Puede establecerse una influencia correspondiente sobre los valores mecánicos y la tenacidad del metal de soldadura. El límite elástico y la resistencia, así como los valores para la resiliencia experimentan bajo la mezcla de gas M21 un aumento considerable, debido a la menor pérdida.

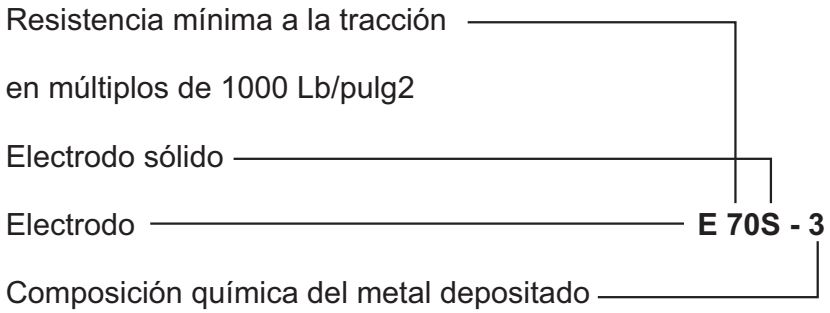
Símbolo	**Nº Material**	**COMPOSICION QUIMICA %**						
		C	**Si**	**Mn**	**Ps**	**S2**	**Cu**	**Impurezas**
SG 1	1.5112	0.06 0.013	0.510 0.7	0.025 1.3	0.025	0.30	Cr	0.15 V 0.03
SG 2	1.5125	0.07 0.13	0.7 1.0	1.3 1.6	0.025	0.025	0.30	Zr + Ti 0.17 Al 0.02
SG 3	1.5130	0.06 0.13	0.8 1.2	1.6 1.9	0.025	0.025	0.30	Ni 0.15 Mo 0.15

Gas Pro-tector	Análisis (%)					Valores Mecánicos Re	Rm	A5	Resilencia (J) Ensayo ISO-V		
	C	Si	Mn	P	S	N/mm2		%	RT + 0 - 20ºC		
CO2	0.077	0.67	0.99	0.008	0.014	440	571	24	90	60	42
M21	0.085	0.79	1.17	0.008	0.015	468	590	26	120	94	77

Desisganacion y/o Normalización de electrodos alambres

Norma AWS A5. 18-80

Los alambres sólidos para los aceros al carbono está clasificados según su composición química de fabricación y la propiedades mecánicas del metal depositado, su significado es como sigue:



Hay que tomar en cuenta que los valores realmente obtenidos dependen del análisis real del alambre, del grado de oxidación del gas protector y de las condiciones para soldar. Los valores de calidad de una unión dependen, además, del metal base, de espesor de la plancha, del número de capas y de la posición de soldar.

AWS A5.18-80	C	Mn	Si	P/S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Zr	Al
E 70S-2	0.07	0.90 1.4	0.40 0.70	0.025 0.035	–	–	–	–	0.05 0.15	0.02 0.12	0.05 0.15
E 70S-3	0.06 0.15	0.90 1.40	0.45 0.70	0.025 0.035	–	–	–	–	–	–	–
E 70S-4	0.07 0.15	1.00 1.50	0.65 0.85	0.025 0.035	–	–	–	–	–	–	–
E 70S-5	0.07 0.19	0.90 1.40	0.30 0.60	0.025 0.035	–	–	–	–	–	–	0.50 0.90
E 70S-6	0.07 0.15	1.40 1.85	0.80 1.15	0.025 0.035	–	–	–	–	–	–	–
E 70S-7	0.07 0.15	1.50 2.0	0.50 0.80	–	–	–	–	–	–	–	–
E 70S-G	No posee especificación de elementos químicos										

Selección del alambre

Para cada uno de los trabajos de soldadura es necesario seleccionar el electrodo de alambre más apropiado que satisfaga las exigencias, tanto respecto a los valores mecánicos garantizados como, y no por último, también en cuanto a la economía. Aquí es también de gran importancia tomar en consideración la influencia del gas protector usado.

En la nueva edición de Julio 1984 de la norma DIN 8559 para materiales de aporte en la soldadura con gas protector de aceros aleados y no-aleados no sólo han sido definidos los materiales de aporte, sino igual como en otras normas también se ha introducido una denominación para el metal depositado. La denominación se compone de:

a) El nombre abreviado del tipo de material de aporte.
b) El símbolo para el gas protector según DIN 32526
c) La característica para el límite elástico.
d) La cifra indicativa para el trabajo de resiliencia.

Ejemplo de denominación:
Un metal de soldadura, producido con un material de aporte del tipo SG2, fundido bajo la mezcla de gas M2, con un límite mínimo de elasticidad de 460 N/mm^2 (Y 46) y una resiliencia mínima de 28J a - 40º C (5) y de 47 J a - 30º C (4) debe denominarse como sigue:
Material de aporte DIN 8559 - SG2 - M2 Y 4654

Las indicaciones respecto a la calidad del metal de soldadura son completadas por una subordinación del metal de soldadura de la combinación alambre-gas con las clases más usuales de acero y las exigencias mínimas correspondientes para el metal de soldadura

Junto con ejemplos para los nombres abreviados de los valores de calidad del puro metal de soldadura para combinaciones alambre-gas, que han encontrado aceptación en el mercado (ver tabla), las indicaciones arriba dadas sirven de ayuda en la práctica para la selección del adecuado metal de aporte.

Denominación abreviada de combinaciones comerciales alambre - gas, según DIN 8559

Combinación Alambre - Gas	Valores mecánicos del metla de pura soldadura	
WSG 1 - 1	Y 42	54
WSG 2 - 1	Y 46	54
SG 2 - M2	Y46	54
SG 2 - M3	Y 46	43
SG 2 - C	Y 46	43
SG 3 - M 2	Y 50	54
SG 3 - M 3	Y 46	43
SG 3 - M C	Y 46	43
SG R 1 - C	Y 42	21
SG 8 1 - C	Y 42	54
SG 8 1 - M2	Y 42	54

Alambres para soldadura MIG/MAG en acero al carbono según AWS AS.18

Clasificación	Características	Aplicaciones
AWS ER70S-3 (DIN 8559:SG 1)	Para soldaduras con uno o varios cordones en aceros calmados, semicalmados y efervescentes. Gas protector: Argón + CO_2 y/o O_2 ó CO_2. Diámetros reducidos para soldadura fuera de posición, transferencia de cortocircuito con protección de Argón + CO_2 ó CO_2. La combinación de alta temperatura con CO_2 degrada las propiedades mecánicas.	Fabricación en general, equipos pesados, muebles de metal, bastidores de vehículos, cordón de raíz en tubos y recipientes.
ER70S-6 (DIN 8559:SG2)	Más alto contenido de Mn-Si, para soldadura con CO_2 o mezclas de argón en acero desoxidado o parcialmente desoxidado con cantidad moderada de escamas superficiales. Soldaduras fuera de posición, transferencia por cortocircuito. Soldaduras lisas en chapas de metal. Recomendado para juntas en empalme. Arco corto con Argón + CO_2 ó CO_2.	Estructuras de acero, depósitos, equipos pesados.

Alambres para soldadura MIG en aluminio según AWS A5. 10

Clasificación	Características y aplicaciones
AWS Er1100 (DIN 1732: S-Al 99.5)	Alambres de aluminio puro (99,5% Al) para soldadura MIG en aluminio no aleado.
AWS ER 4043 (DIN 1732: S-Al Si 5)	Alambre con aleación de silicio que contiene 5% de Si para soldadura MIG en aleaciones Al-Si y aleaciones Al-Mg-Si que contienen hasta 7% de silicio.
AWS ER5356 (DIN 1732: S-Al Mg 5)	Alambre con aleación de magnesio que contiene 5% de Mg para soldadura MIG en aleaciones Al-Mg resistentes a la corrosión.

Alambres para soldadura MIG/MAG en acero inoxidable según AWS A5.9

Clasificación	Características y aplicaciones
AWS Er308	Para unir materiales base de composición similar, tipos 301, 302 y 304. Para buena resistencia a la corrosión general.
AWS ER308L (DIN 8556 X2CrNi 19 9)	El bajo contenido de carbono impide la precipitación intergranular de carburo. Usado para los tipos 304 y 304L. Para soldaduras de transición en acero revestido.
AWS ER309	Para aleaciones termorresistentes de composición similar: juntas de metales disimilares, p. Ej. , acero al carbono con acero inoxidable tipo 304; revestimiento de aceros al carbono con una sola capa.
AWS ER310 (DIN 8556 12CrNi 25 20)	Para metales base de composición similar, revestimiento de aceros al carbono.
AWS ER312	Para aleaciones de composición similar, metales disimilares, acero inoxidable a acero dulce y juntas de acero de alta resistencia. Alto contenido de ferrita para resistencia al agrietamiento y alta resistencia.
AWS Er316	Para composiciones similares. El molibdeno extra mejora la resistencia a la deformación y a las picaduras en soluciones de cloruro.
AWS ER316L (DIN 8556 X2CrNi 19 12)	El bajo contenido de carbono impide la precipitación intergranular de carburo. Usado para aceros inoxidables austeníticos con bajo contenido de carbono y aleados con molibdeno.

ITEM NRO.	GRADO	PRODUCTO	TIPO DE METAL	METALES DE APORTE RECOMENDADOS POR AWS	
				ARCO MANUAL	MIG-MAG/TIG.
A3-78	1,2	Barras	Acero	6012,6013,7014,7018,7024	ER70S-2.3.6
A27-81a	Todos	Fundiciones	Acero	7018	
A36-81a		Estructural	Acero	6012,6013,7014,7018,7024	
A53-81a	A y B	Tubería refuerzo	Acero	6010,6011,7018	
A82-79		Tubería	Acero	7018	
A135-81		Tubería	Acero	Igual que A53	
A106-80	A y B	Tubería	Acero	Igual que A53	
	C	Fleje	Acero	7018	
A109-81		Olancha, fleje	Acero	Igual que A36	
A123-78		Estructural	Acero	7018	
A131-81a		Tubería	Acero	Igual que A36	
A134-80		Tubería	Acero	Igual que A53	
A135-79	A y B	Tubería	Acero	Igual que A53	
A139-74	Todos	Tubería	Acero	Igual que A53	
A148-81	80-40,80-50	Fundiciones	Baja aleación	8018C3	ER80S-Ni 1
	90-60		Baja aleación	9018C3	ER100S-1
	105-85		Baja aleación	11018M	ER110S-1
	120-95		Baja aleación		ER120S-1
	150-125		Acero de aleación		
	174-145				
A161-83		Tubos	Acero	Igual que A53	E70S-2.3.6
A167-81a	302B				
	304L	Plancha, fleje	Inoxidable	308L	ER308L
	309S,309	Plancha, fleje	Inoxidable	309	ER309
	310S,310	Plancha, fleje	Inoxidable	310	ER310
	316	Plancha, fleje	Inoxidable	316	ER316L,HiSiL
	316L,317L	Plancha, fleje	Inoxidable	316L	ER316L
	317	Plancha, fleje	Inoxidable	317	
	321	Plancha, fleje	Inoxidable		
	347-348	Plancha, fleje	Inoxidable	347	ER347
	XM-15	Plancha, fleje	Inoxidable	310	ER310
A176-81	403,405,409	Plancha, fleje	Inoxidable	410	ER310
	410,410S	Plancha, fleje	Inoxidable	410	ER310
	429-430	Plancha, fleje	Inoxidable	308	ER310
	442,446	Plancha, fleje	Inoxidable	309	ER309
A177-80		Plancha, fleje	Inoxidable	308	ER308L,HiSiL
A178-79a	A	Tubos	Acero	7018	ER70S-2.3.6
	C	Tubos	Acero	Igual que A53	ER70S-2.3.6
		Tubos	Acero	Igual que A53	ER70S-2.3.6
A179-79		Tubería, accesor.	Acero	Igual que A53	ER70S-2.3.6
A181-81	60	Tubería, accesor.	Acero	7018	ER70S-2.3.6
	70	Tubería, accesor.	Cnmo	7018A1	ER80S-B2
A182-81A	F1	Tubería, accesor.	Cnmo	8018B2	ER80S-B2
	F2,F11,F21,F22	Tubería, accesor.	Cnmo	9018B3	ER90S-B3
	F6	Tubería, accesor.	Inoxidable	410	
	F304,F304H	Tubería, accesor.	Inoxidable	308	ER308L,HiSiL
	F304L	Tubería, accesor.	Inoxidable	308L	ER308L
	F310	Tubería, accesor.	Inoxidable	310	ER310
	F316L	Tubería, accesor.	Inoxidable	316L	ER316L
	F321,F321H,F347	Tubería, accesor.	Inoxidable		
	F347H,F347,F348H	Tubería, accesor.	Inoxidable	347	ER347
	F10	Tubería, accesor.	Inoxidable	310	ER310
	F9	Tubería, accesor.	Cnmo rabley 9 CM		
A184-79	40	Refuerzo	Acero	7018	ER70S-2.3.6
	50,60	Refuerzo	Baja aleación	9018M	ER100S-1
A185-79		Refuerzo	Baja aleación	7018	ER70S-2.3.6
A192-80		Tubos	Acero	7018	ER70S-2.3.6
A199-79a	T3b,T4,T22	Tubos	Cnmo	9018B3	ER90S-B3
	T5,T2	Tubos	Cnmo		
	T11	Tubos	Cnmo	8018B2	ER80S-B2
	T9	Tubos	Cnmo		
A200-79a		Tubos	Cnmo	Igual que A199	
A202-78	A y B	Recip. a presión	Baja aleación	9018M	ER100S-1
A203-81	Todos	Recip. a presión	Acero niquel	9018C3	ER80S Hi
A204-79a	A y B	Recip. a presión	Cnmo	7018A1	ER80S B2
	C	Recip. a presión	Baja aleación	10018M	ER110S1
A209-79a		Tubos	Acero	7018	ER70S 2.3.6
A210-79a	A-1	Tubos	Acero	Igual que A161	ER80S-D2
	C	Tubos	Acero	E7018	
A211-75	T2,T11,T12,T17	Tubería	Acero	Igual que A53	
A213-81a	T3b,T22	Tubos	CrMo	E8018B2	
		Tubos	CrMo	E8018B3	

ITEM NRO.	GRADO	PRODUCTO	TIPO DE METAL	METALES DE APORTE RECOMENDADOS POR AWS	
				ARCO MANUAL	MIG-MAG/TIG.
	T5, T5b, T5c, T21	Tubos	Cr/mo		
	T9	Tubos	Cr/mo		
	Tp304, TP304H	Tubos	Inoxidable	308	ER308L, HISIL
	TP304L	Tubos	Inoxidable	308L	ER308L
	TP310	Tubos	Inoxidable	310	ER310
	TP316,T316H	Tubos	Inoxidable	316	ER316, HISII
	TP316L	Tubos	Inoxidable	316L	ER316L
	TP321,TP321H, TP347,TP347H, TP348,348H	Tubos	Inoxidable	347	ER347
A214-75		Tubos	Acero	Igual que A161	
A216-79	WCA	Fundiciones	Acero	6012,6013,7014,7024	E70S-3,6
	WCB,WCC		Acero	7018,7024	E80S-D2,E70S-3,6
A217-81	WC1	Fundiciones	Cr/mo	7018,7024	E80S-D2,E70S-3,6
	WC4,WC5,WC6	Fundiciones	Cr/mo	8018b2	E80S-D2
	Wc9	Fundiciones	Cr/mo	9018b3	
	C5	Fundiciones	Cr/mo		
A225-79	C	Recip. a presión	Baja aleación	11018m,12108m	
	D	Recip. a presión	Baja aleación	8018c3	ER80S-D2
A226-80		Tubos	Acero	Igual que A161	
A234-81a	WPC.WPPB,WPC	Accesorios	Acero	Igual que A53	
	WP1	Accesorios	Cr/mo	7018A1	ER80S-D2
	WP11,WP12	Accesorios	Cr/mo	8018B2	
	Wp22	Accesorios	Cr/mo	8018B3	
	Wp5	Accesorios	Cr/mo		
A236-9a	C.D.E.F.G.	Forjaduras	Baja aleación	9018M	
	H	Forjaduras	Baja aleación	1201M	
A240-81a	302,304,304H	Recip. a presión	Inoxidable	308	ER30BL, HISIL
	305	Recip. a presión	Inoxidable	308	ER30BL, HISIL
	304L	Recip. a presión	Inoxidable	309	ER309
	309S	Recip. a presión	Inoxidable	310	ER310
	310S	Recip. a presión	Inoxidable	310	ER310
	316H	Recip. a presión	Inoxidable	316L	ER316L, HiSiL
	316L,317L	Recip. a presión	Inoxidable	347	ER347
	317	Recip. a presión	Inoxidable	347	ER347
	321,321H	Recip. a presión	Inoxidable		
	347,347H	Recip. a presión	Inoxidable		
	348,348H,XM15	Recip. a presión	Inoxidable	310	ER310
A240-79		Recip. a presión	Inoxidable		
A242-81	TIPOS 1 Y 2	Estructural	Acero	7018,7024	ER70S-3,6
A249-81a	304,304H,305	Tubos	Inoxidable	308	ER308L, HiSiL
	304L	Tubos	Inoxidable	308L	ER308L
	309	Tubos	Inoxidable	309	ER309
	310	Tubos	Inoxidable	310	ER310
	316,316H	Tubos	Inoxidable	316	ER316L, HiSiL
	316L	Tubos	Inoxidable	316L	ER4616L
	317	Tubos	Inoxidable	317	ER317
A250-79a		Tubos	Mo	7018A1	ER80S - D2
A252-81	1,2	Tuberías	Acero	Igual que A53	
	3	Tuberías	Acero	7018	ER80S - D2
A63-79	405,410,410S	Plancha, Fleje	Inoxidable	410	
A266-78	1,2,3,4	Forjaduras	Acero	7018,7024	ER70S - 3,6
A268-81	TP405,TP409,TP410	Tubos	Inoxidable	410	
	TP409			410	
	TP329	Tubos	Inoxidable	309	ER309
A269-81	TP304	Tubos	Inoxidable	308L	ER308,HiSiL
	TP304L	Tubos	Inoxidable	308L	ER308L
	TP316	Tubos	Inoxidable	316	ER316L, HiSiL
	TP316L	Tubos	Inoxidable	316L	ER316L
	TP317	Tubos	Inoxidable	317	
	TP321,TP347 Tp348	Tubos	Inoxidable	347	ER347
A270-80		Tubos	Inoxidable	308	ER308L, HiSiL
A271-80	TP304	Tubos	Inoxidable	308	ER308L, HiSiL
	TP304H	Tubos	Inoxidable	308	ER308L, HiSiL
	TP321	Tubos	Inoxidable	347	ER347
	TP321H	Tubos	Inoxidable	347	ER347
	TP347	Tubos	Inoxidable	347	ER347
	TP347H	Tubos	Inoxidable	347	ER347
A273-64	C1010 A C1020	Forjaduras	Acero	7018,7024	ER70S-3,6

ITEM NRO.	GRADO	PRODUCTO	TIPO DE METAL	METALES DE APORTE ARCO MANUAL	RECOMENDADOS POR AWS MIG-MAG/TIG.
A276-79	302,304,305,302B	Barras	Inoxidable	308	ER308L.HiSiL
	304L	Barras	Inoxidable	308L	ER308L
	309,309S	Barras	Inoxidable	309	ER309
	310,310S	Barras	Inoxidable	310	ER310
	316	Barras	Inoxidable	316	ER316L.HiSiL
	316L	Barras	Inoxidable	316L	ER316L
	317	Barras	Inoxidable	317	
	321,347,348	Barras	Inoxidable	347	ER347
	TP403	Barras	Inoxidable	410	
	TP405	Barras	Inoxidable	410	
	TP410	Barras	Inoxidable	410	
	TP414	Barras	Inoxidable	410	
	TP420	Barras	Inoxidable	410	
	TP446	Barras	Inoxidable	309-310	
A283-81	A,B,C,D	Estructural	Acero	Igual que A36	
A284-81	C,D	Estructural	Acero	Igual que A36	
A285-81	A,B,C	Recip.a presión	Acero	7018,7024	ER70S-3,6
A288-68	1	Forjaduras	Acero	7018,7024	ER70S-3,6
	2	Forjaduras	Baja aleación	9018M	ER100S-1
	3	Forjaduras	Baja aleación	11018M	ER70S-3,6
	4,5,6,7,8	Forjaduras	Acero de aleación		
A289-70a	A & B	Forjaduras	Inoxidable	308	ER308.HiSil
A297-81	HF	Fundiciones	Inoxidable	308,308L	
	HH	Fundiciones	Inoxidable	309	ER308L.HiSil
	HI,HK	Fundiciones	Inoxidable	310	ER309
	HE	Fundiciones	Inoxidable	312	ER310
A299-79b		Recip.a presión	Baja aleación	9018M	
A302-80	A,B,C,D	Recip.a presión	Baja aleación	9018M	
A312-81a	TP304,TP304H	Tubería	Inoxidable	308	ER308.HiSil
	TP304L	Tubería	Inoxidable	308L	ER308L
	TP309	Tubería	Inoxidable	309	ER309
	TP310	Tubería	Inoxidable	310	ER310
	TP316,TP316H	Tubería	Inoxidable	316	ER316L.HiSil
	TP316L	Tubería	Inoxidable	316L	ER316L
	TP317	Tubería	Inoxidable	317	
	TP321,TP321H. TP347,TP347H. TP348,TP348H.	Tubería	Inoxidable	347	ER347
A328-81		Pilote	Acero	7018	ER70-3,6
A333-81a	1 & 6	Tubería	Baja aleación	8018C3	
	3,4,7,9	Tubería	Baja aleación	8018C2	
A334-79	1 & 6	Tubos	Baja aleación	8018C3	
	3,7,9	Tubos	Baja aleación	8018C2	
A335-81a	P1,P15	Tubería	Cr/Mo	7018A1	ER80S-D2
	P2,P11,P12	Tubería	Cr/Mo	8018B2	
	P5,P5b,P5c	Tubería	Cr/Mo	502	
	P9	Tubería	Cr/Mo		
	P22	Tubería	Cr/Mo	9018B3	
A336-81a		Recip.a presión	Baja aleación	7018A1	
	F5,F5a	Recip.a presión	Cr/Mo		
	F6	Recip.a presión	Inoxidable	410	
	F22,F22a	Recip.a presión	Cr/Mo	9018B3	
	F30	Recip.a presión	Cr/Mo	8018B2	
	F31		Acero Níquel	8018C2	
	F32	Recip.a presión	Cr/Mo	8018C2	
A336-81a	F8,F82,F84	Recip.a presión	Inoxidable	308	ER308L.HiSil
	F8M	Recip.a presión	Inoxidable	316	ER316L.HiSil
	F10,F25	Recip.a presión	Inoxidable	310	Er310
A350-81	LF1,LF2	Accesorios	Acero Níquel	8018C3	
	LF3,LF4	Accesorios	Acero Níquel	8018C2	
A351-81	CF8,CF8A,CF8C	Fundiciones	Inoxidable	308	ER308L.HiSil
	CF3,CF3A	Fundiciones	Inoxidable	308L	ER308L
	CF8M,CF10MC CF3M,CF3MA	Fundiciones	Inoxidable	316L	ER316L
	CH8,CH10,CH20	Fundiciones	Inoxidable	309	ER309
	CK20,HK30,HK40	Fundiciones	Inoxidable	310	ER310
	CN7M	Fundiciones	Inoxidable	320CB	
A352-81	LC2	Fundiciones	Acero Níquel	8018C1	
	LC3	Fundiciones	Acero Níquel	8018C2	
A356-77	1	Fundiciones	Acero	Igual que A27	
	2	Fundiciones	Cr/Mo	7018A1	ER80S-D2
	5,6,8	Fundiciones	Cr/Mo	8018B2	
	10	Fundiciones	Cr/Mo	9018B3	

ITEM NRO.	GRADO	PRODUCTO	TIPO DE METAL	METALES DE APORTE RECOMENDADOS POR AWS ARCO MANUAL	MIG/TIG
	TP304	Tubos	Inoxidable	308	ER308L.HiSil
	TP316	Tubos	Inoxidable	316	ER316L.HiSil
A656-81	1,2	Estructural	Baja aleación	10018D2	
A659-72	1015,1016,1017	Plancha, Fleje	Acero	6012,6013,7018,7024	ER80S-D2,ER70S-3,6
	1018,1020,1023				
A660-79	WCC,WCA,WCB	Tubería	Acero al carbono	7018	ER308L
			Fundido		ER309
A662-79a	A,B	Recip.a presión	Cr-Mn	7018	
A666-80	TP201				ER310
	TP202				
	TP301	Plancha.Fleje	Inoxidable	308	
	TP302				
	TP304				ER347
	TP316	Plancha.Fleje	Inoxidable	316	ER316L.HiSil
A669-79a		Tubos	Acero aleación	316L	ER316L
A672-82	A45,A50,A55,B55	Tubería	Acero		
	B60				
	B65	Tubería	Acero	7018	ER70S-3,6
	B70,C55,C60,C65	Tubería	Acero		
	C70,D70				
	D80,E55,E60	Tubería	Acero	8018C3	E80C-Ni2
	H75,H80,J80,J90	Tubería	Acero	9018M	
	J100	Tubería	Acero	10018M	
	K75,K85	Tubería	Acero	9018M	
	L65,L70	Tubería	Acero	7018A1	ER80S-D2
	L75	Tubería	Acero	10018M	
	M70,M75,N75	Tubería	Acero	9018M	
A678-75	A	Estructural	Acero al carbono	7018	ER70S-3,6
A678-75	B	Estructural	Acero al carbono	9018M	
	C	Estructural	Acero al carbono	10018M	
A688-81	TP304	Tubos	Acero Inoxidable	308	ER308L.HiSil
	TP304L	Tubos	Acero Inoxidable	308L	ER308L
	TP316	Tubos	Acero Inoxidable	316	ER316L,HiSil
	TP316L	Tubos	Acero Inoxidable	316L	ER316L
A691-81	CM65,CM70	Tubería	Acero carb.aleac	A018-A1	ER80S-D2
	CM75	Tubería	Acero carb.aleac	10018M	
	CMSH70	Tubería	Acero carb.aleac	7018	ER70S-3,6
	CMS75	Tubería	Acero carb.aleac	9018M	
	CMSH80	Tubería	Acero carb.aleac	8018C3	
	1/2CR	Tubería	Acero carb.aleac	8018B2	
	1CR,1-1/4CR	Tubería	Acero carb.aleac	8018B2	
	2-1/4CR	Tubería	Acero carb.aleac	8018B2	
	5CR	Tubería	Acero carb.aleac		
A692-74		Tubos	Cr/Mo	7018A1	ER80S-D2
A694-81	F42,F46,R48	Accesorios	Acero carb.aleac	7018	ER70S-3,6
	F56,F50,R52	Accesorios	Acero carb.aleac	7018,7028	ER70S-3,6
	F60,F65	Accesorios	Acero carb.aleac	8018C3	ER80S-D2
A696-81	B,C	Barras	Acero	7018	ER70S-3,6
A699-77	1,2,3,4	Placas, barras	Baja aleación	10018D2	
A704-74	40	Refuerzo	Acero	7018	ER70S-3,6
	60	Refuerzo	Acero	9018M	
A706-81		Refuerzo	Baja aleación	8018C3	ER80S-D2
A707-81	L1,L2,L3	Barras	Acero carb.aleac	7018	ER70S-3,6
	L4	Bridas	Acero carb.aleac	8018C1	
	L5,L6	Bridas	Acero carb.aleac	8018C3	
	L7,L8	Bridas	Acero carb.aleac	8018C2	
A709-81a	36	Estructural	Alta resistencia	6012,6013,7014	ER70S-3,6
			Baja aleación	7018,7024	
	50,50W	Estructural	Alta resistencia	7018	ER70S-3,6
			Baja aleación		
	100,100W	Estructural	Alta resistencia	11018M	
			Baja aleación		
A714-81	I,II,III,IV	Tubería	Baja aleación	7018	ER70S-3,6
	V	Tubería	Baja aleación	8018C1	
	VI	Tubería	Baja aleación	8018C3	
A715-81	50	Plancha.Fleje	Acero	6010,6012,6013	ER70S-3,6
				7014,7018,7024	
	70	Plancha.Fleje	Acero	8018C3	ER80S-D2
	80	Plancha.Fleje	Acero	9018M	ER80S-D2
A724-81	A	Recip.a presión	Acero Q y T	9018M	
A732-80	A,2A,3A	Fundiciones	Acero	6012,6013,7014	ER70S-3,6

ITEM NRO.	GRADO	PRODUCTO	TIPO DE METAL	METALES DE APORTE RECOMENDADOS POR AWS ARCO MANUAL	MIG/TIG
	4A	Fundiciones	Acero	9018M	
	5N,6N	Fundiciones	Acero	7018,7024	
A734-79	A	Recip. a presión	Aleac. y baja aleac.	8018B2	
	B	Recip. a presión	Aleac. y baja aleac.	9018M	
A735-79		Recip. a presión	Acero de bajo C y acero aleación	9018M	
	4	Recip. a presión	Acero de bajo C y acero aleación	10018D2	
A736-79	2	Recip. a presión	Aleación	8018B2	
	3	Recip. a presión	Aleación	9018M	
	B	Recip. a presión	Baja aleación	7018	ER70S-3,6
A737-79	C	Recip. a presión	Baja aleación	9018M	
A738-79		Recip. a presión	Aleación	9018M	
A743-81a		Fundiciones	Fe-Cr,Fe-Cr-Ni,Ni	Igual que A296	
A744-88a	CF-8	Fundiciones	Inoxidable	409	ER308
	CF-8M	Fundiciones	Inoxidable	316	ER316
	CF-8C	Fundiciones	Inoxidable	347	ER347
	CF-3	Fundiciones	Inoxidable	308L	ER308L
	CG-8M	Fundiciones	Inoxidable	316L,317	ER316L,ER317L
A757-88a	A2Q	Fundiciones	Acero de aleación	7018	
	B2N,B2Q	Fundiciones	Acero de aleación	8018C1	
	B3N,B3Q	Fundiciones	Acero de aleación	8018C2	
	C1Q	Fundiciones	Acero de aleación	10018M	
	DNDQ	Fundiciones	Acero de aleación	9018B3	
	E1Q	Fundiciones	Acero de aleación	11018M	
A765-88	1	Recip. a presión	Baja aleación	7018	
	2	Recip. a presión	Baja aleación	7018-1	
A771-8		Entubado	Inoxidable	316H	
A782-87	Clase 1	Recip. a presión	Alta resistencia Mn-Cr-Mo	9018M	
	Clase 2	Recip. a presión	Alta resistencia Mn-Cr-Mo	10018M	
	Clase 3	Recip. a presión	Alta resistencia Mn-Cr-Mo	12018M	
A789-89a		Entubado	Inoxidable	S4462	
A790-89		Tubería	Inoxidable	S4462	
A808-88		Placa de acero	Alta resistencia Baja aleación	7018-1	
A812-83		Plancha	Alta resistencia Baja aleación	9018M	
	8	Plancha	Alta resistencia Baja aleación	11018M,10018M	
A813-88a	TP304	Tubería	Inoxidable	308	ER-308
	TP304H	Tubería	Inoxidable	308H	
	TP308L				ER-308L
	TP304Cb	Tubería	Inoxidable	309Cb	ER309Cb
	TP309S	Tubería	Inoxidable	309	ER309
	TP310S	Tubería	Inoxidable	310	ER310
	TP316	Tubería	Inoxidable	316	ER316
	TP316H	Tubería	Inoxidable	316H	
	TP316L	Tubería	Inoxidable	316L	ER316L
	TP317	Tubería	Inoxidable	317	ER317
	TP317L	Tubería	Inoxidable	317L	ER317L
	TP321	Tubería	Inoxidable	347	Er347
	TP347	Tubería	Inoxidable	347	ER347
A814-88		Tubería	Inoxidable	A813-88	
A815-89	WP410	Tubería	Inoxidable	410	
	UNS S31803	Tubería	Inoxidable	S4462	
	UNS S41500	Tubería	Inoxidable	410 Ni-Mo	
A822-88		Entubado	Acero	6010,6011,6013	
A826-88	TP316	Tubos	Inoxidable	316H	
	TP91	Tubos	Inoxidable	505 mod	
A830-85		Placa	Acero	6013,7014,7018	ER70S-3,6
A841-88		Recip. a presión	Acero	7018	
A847-89		Entubado	Alta resistencia Baja aleación		
A851-88	TP304	Tubos	Inoxidable	308,308H	ER-308
	TP304L	Tubos	Inoxidable	308L	ER-308L
A871-87	60,65	Placa	Alta resistencia Baja aleación		
A872-87	UNS J93183	Tubería	Inoxidable	S4462	
A873-87a		Plancha, Fleje	Acero	9018B3,9018B3L	
A890-89	4A	Fundiciones	Inoxidable	S4462	

TIPOS DE ARCO

Tipos de arco y Transición de Material de Aporte

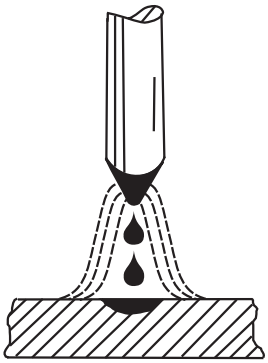
En DIN 1910 “Soldadura con Protección de Gas, Procedimiento" se clasifica la soldadura con gas protector según el tipo de arco en la siguiente manera:

Arco difuso : con transferencia de material en gotas finas, libre de cortocircuito. (Fig. 1)

Arco largo : con trasferencia de material en gota gruesa, no libre de cortocircuito.

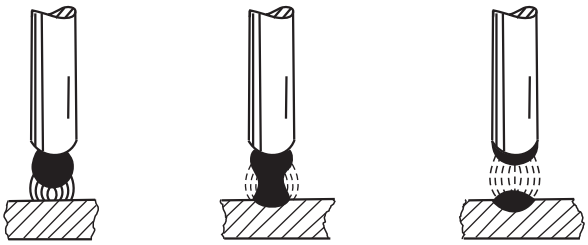
Arco corto : con trasferencia de material ajustable según tamaño de gota y frecuencia, libre de cortocircuito.

Arco a impulsos : con transferencia de material ajustable según tamaño de gota y frecuencia, libre de cortocircuito.



Transferencia en forma de llovizna, debido a mayor energía y bajo gas protector que contiene argón - Arco difuso.

Fig. 1



Transferencia del material en cortocircuito

Fig. 2

El así llamado "arco difuso" se forma con altas intensidades de corriente. La transferencia del material no se efectúa, sin embargo, en forma de rocío sino en forma de pequeñas gotas individuales, que en la mayoría de los casos se desprenden del alambre en dirección axial. El extremo del alambre que se funde en forma de lanza, con frecuencia se convierte en un hilo de metal líquido que se disuelve en diferentes gotas.

Esta forma de transferencia del metal se presenta especialmente al emplear argón o un gas protector rico en argón y no es observado bajo CO_2. Al usar CO_2 como gas protector se forma el llamado "arco largo". Este se caracteriza por una transferencia irregular del material en forma de gotas gruesas y no siempre libre de cortocircuito. Pueden producirse fuertes salpicaduras, cuando las gotas grandes son empujadas hacia arriba por fuerzas e presión desde abajo que las lanzan fuera del eje del arco eléctrico. Tanto, el arco difuso como el arco largo son usados para la soldadura de planchas gruesas, por ejemplo para cordones angulares en posición horizontal, es decir donde un suficiente aseguramiento del baño permite un baño de fusión grande y caliente.

El mencionado "arco corto" se forma a bajos valores de tensión de hasta aprox. 24 V . La transferencia del material se realiza en cortocircuito, es decir el extremo del alambre toca brevemente la pieza de trabajo y la gota de metal que se produce es transferida bajo cortocircuito hasta el baño de fusión. Luego el arco se forma de nuevo. Se repite el juego corto circuito - arco - cortocircuito, de acuerdo con los parámetros y bobina de impedancia, de 20 a 200 veces por segundo. (Fig. 2)

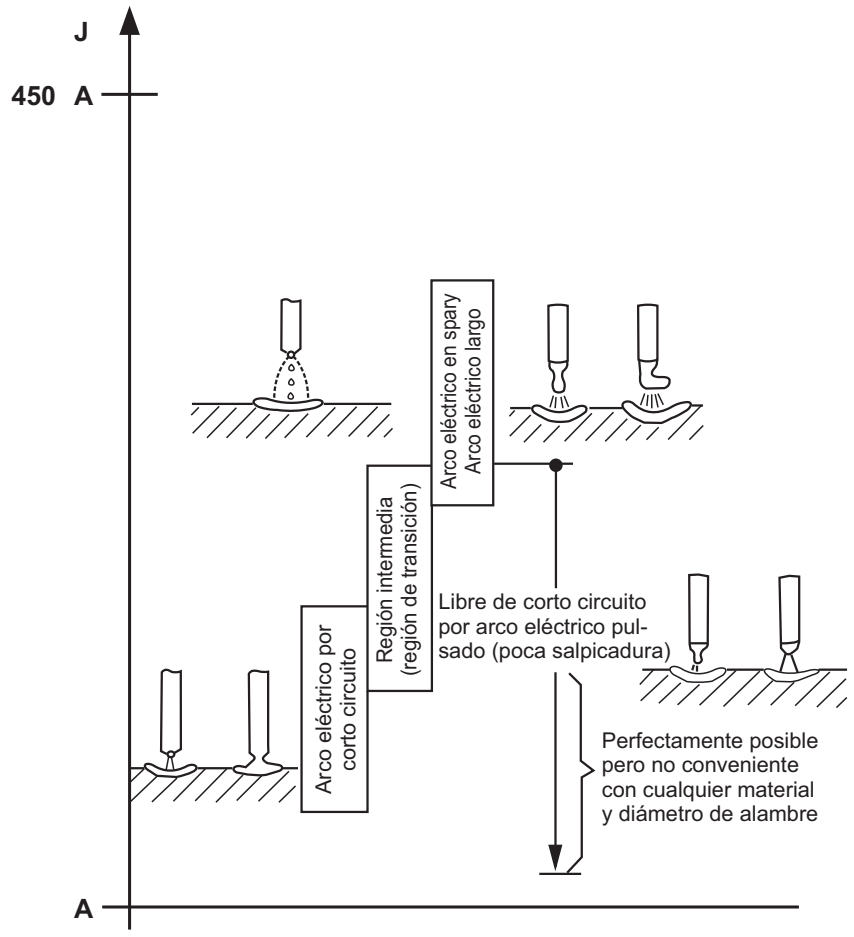
Para el arco corto es típica la temperatura relativamente baja el baño de fusión, razón por la que la mayoría de veces suelda planchas delgadas, las capas de raíz y cordones posición forzada con este tipo de arco.

Entre "arco difuso" o el "arco corto" existe una zona intermedia (Fig. 3) con una mezcla de las formas transferencia del material. Hay un cambio entre libre transición de la gota y transferencia por contacto. A causa de los cortocircuitos que se presentan puede producirse fuerte salpicadura. Las fuentes de poder que se emplea deben tener características apropiadas si se desea evitar una fuerte formación de salpicaduras.

En estas zonas intermedias críticas pueden notarse clara diferencias entre el CO_2 y los gases protectores ricos en argón. El CO_2 produce una transferencia de metal con más cortocircuitos y trasferencia no-axial, mientas bajo gas mixtos, que contienen argón, se produce la transferencia gotas finas, de manera uniforme y en dirección axial.

La zona intermedia puede ser ventajosa para la soldadura espesores medianos de planchas en posición horizontal también para la soldadura en vertical-descendente de conductos de gas a larga distancia u oleoductos.

"El arco de impulsos" se caracteriza por una transferencia de material libre de cortocircuitos y ajustable de acuerdo al tamaño de las gotas y la frecuencia de estas.
Para lograr un comportamiento satisfactorio de la soldadura a corriente básica, o de fondo se sobrepone una corriente pulsadora más alta.



Representación gráfica de las zonas del arco.

Fig. 3

La corriente básica no basta para la transferencia de la gota. Recién la corriente pulsada, que a una determinada frecuencia ejerce un salto o elevación de corriente, hace que se desprenda el metal de aporte, transfiriendo cada vez una gota al baño de fusión.
Conduce a un "desprendimiento de gota", donde la frecuencia de las gotas corresponde a la frecuencia del pulso (Fig. 4).

Bajo CO_2 resulta insatisfactoria la soldadura por arco a impulsos, debido a que los impulsos de la corriente refuerzan aquellas fuerzas con efecto asimétrico sobre la transferencia del metal, acelerando las gotas en forma no-axial. Según el material a soldar, para aceros son apropiados; argón, argón-O2 (1-3% O2), argón- CO_2 o mezclas argón-CO_2- O_2 con limitado contenido de CO_2.

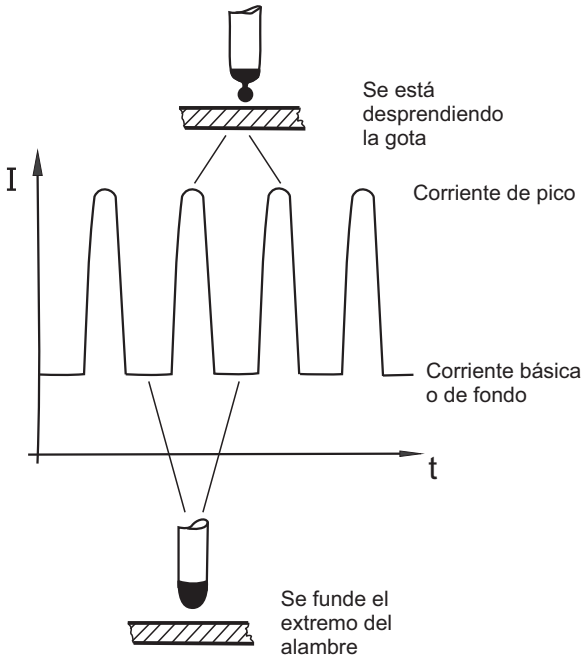


Fig. 4
Diagrama de corriente MAG, pulsante.

El arco por impulsos es apropiado, independientemente del material, sobre todo para la unión de materiales delgados y la soldadura en posición forzada. Al soldar aceros de mayor resistencia, susceptibles al agrietamiento, metales NF (no ferrosos) y aceros inoxidables, se obtiene considerables ventajas respecto a la calidad de la soldadura, gracias a la transferencia del metal libre de cortocircuitos, control exacto de la entrada del calor, excelente conformación del cordón, empleo de alambres gruesos en materiales delgados.
A veces se necesita un flujo de gas más alto de lo normal.

Principios de la soldadura de arco corto. (Fig. 5)

Arco corto

Tensión de arco*	15-25 V
Corriente*	40-200 A
Gas protector	Mezclas de argón o CO_2

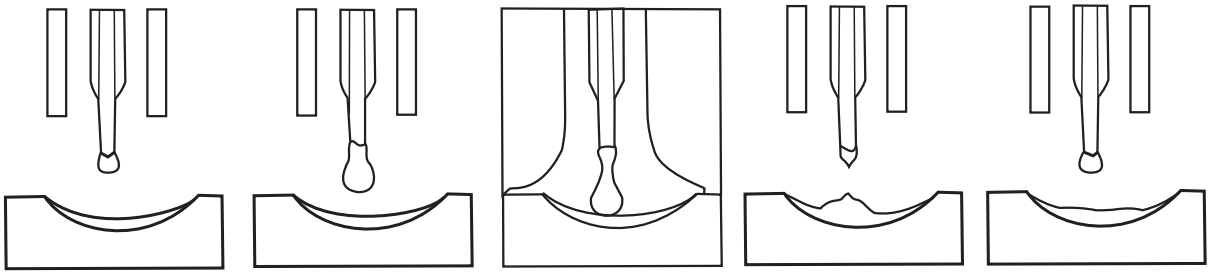
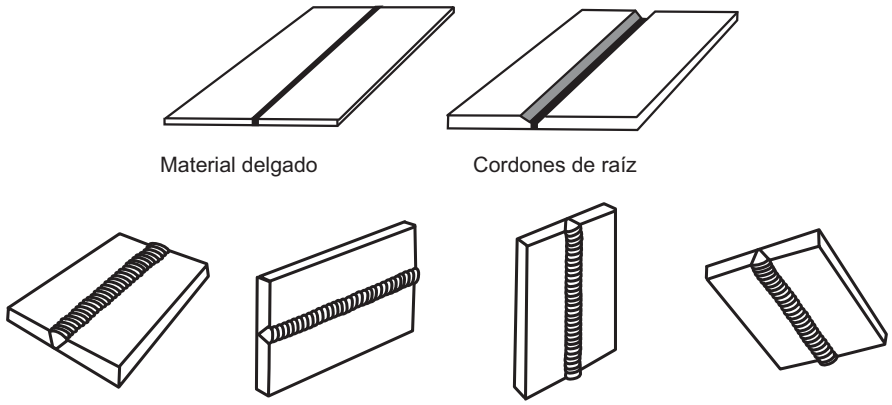


Fig. 5
El número de corto circuitos es de 30 a 200 por segundo

* Los valores exactos dependen del diámetro del alambre y del gas protector.

Aplicaciones de la soldadura de arco corto (Fig. 6)

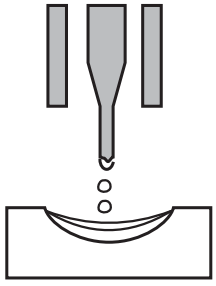


Material delgado

Cordones de raíz

Soldadura en posición

Fig. 6



Arco spray

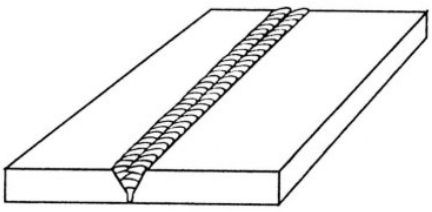
Fig. 7

Arco spray (Fig. 7)

Tensión de arco*	20-40 V
Corriente*	200-600 A
Gas protector	Mezclas de argón

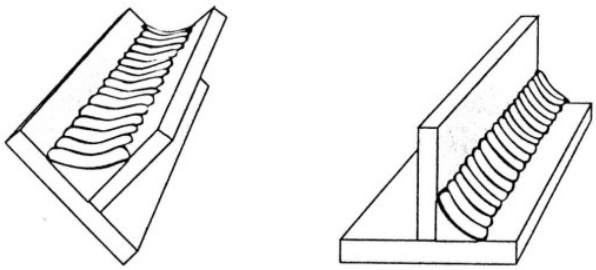
* Los valores exactos dependen del diámetro de alambre y del gas protector.

Aplicaciones de la soldaura de arco spray (Fig. 8)

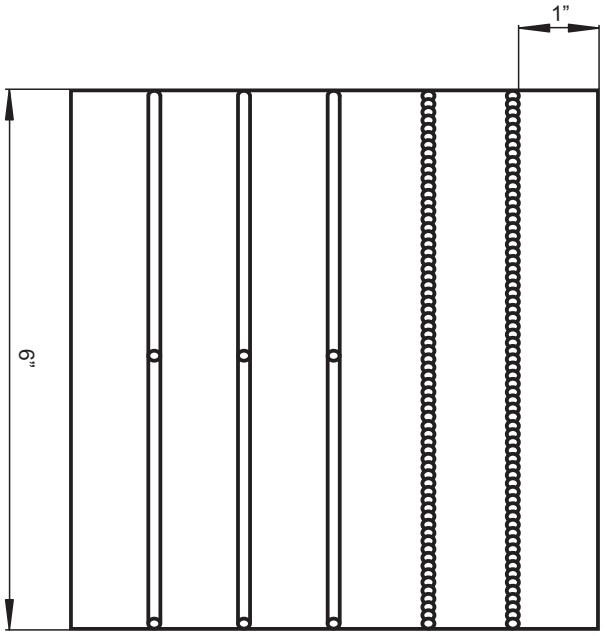


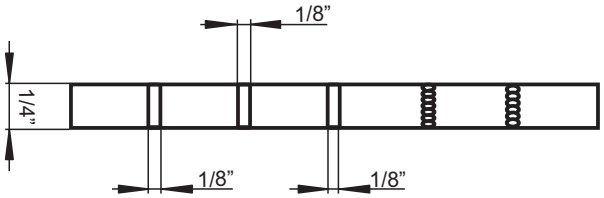
Cordones de relleno en material de gran espesor

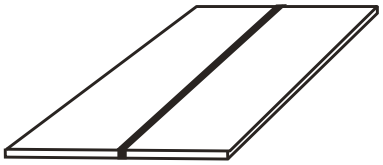
Fig. 8



Sólo en posición plana horizontal







Nº	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
01	Prepare equipo	- Careta para soldar - Guantes - Mandil de cuero - Equipo de soldadura M.A.G. - Escobilla de fierro - Pica Escoria - Alicates
02	Prepare material base	
03	Encienda y mantenga el arco eléctrico	
04	Soldar Unión a Tope en Posición Plana	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01	SOLDAR PLATINAS	¼ x 1” x 6”	St 37	

SENATI	SOLDADURA A TOPE EN POSICIÓN PLANA	**HT** 02	**REF.** HO. 05
	SOLDADOR ESTRUCTURAL	**TIEMPO:** 8 Hrs.	**HOJA:** 1 / 1
		ESCALA: S / E	2014

OPERACIÓN:

SOLDAR UNIÓN A TOPE EN POSICIÓN PLANA

Esta operación consiste en soldar aceros al carbono en posición plana a tope 1G, utilizando un equipo de soldadura MAG y gas protector con carbofil de diferentes diámetros.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Preparar el equipo de soldar MAG (Fig.1)

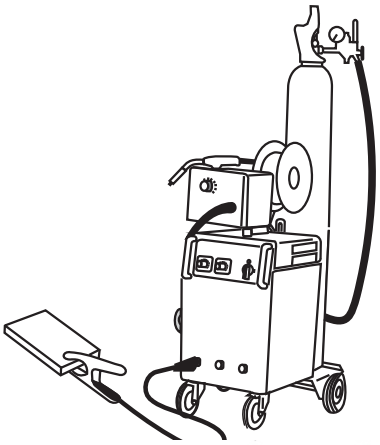


Fig.1

2° Paso: Prepare el material base.

a) Limpie el material de grasa y aceites. (Fig.2)

b) Escuadre el material base de 1/8 aprox.

c) Apuntale el material base a una distancia de 1/8 aprox. (Fig. 3)

d) Apuntale con ½" de longitud y 6" de separación entre punto.

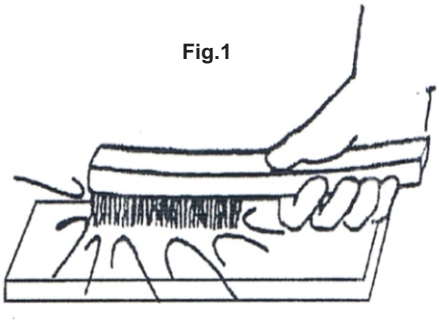


Fig.2

3° Paso: Encienda y mantenga el arco eléctrico.

a) Encienda la máquina y apertura la salida de gas de protección de 10 –15 l/min.

b) Regule la velocidad de salida del alambre

c) Apriete el gatillo hasta que el alambre de 5 a 8 mm de fuera de la tobera.

d) Encienda el arco tocando el metal base.

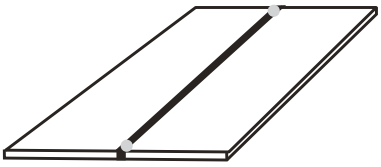


Fig.3

4° Paso: Suelde

a) Posicione el material.

b) Suelde unión a tope (Fig. 4).

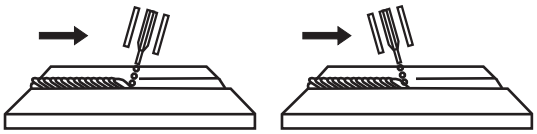
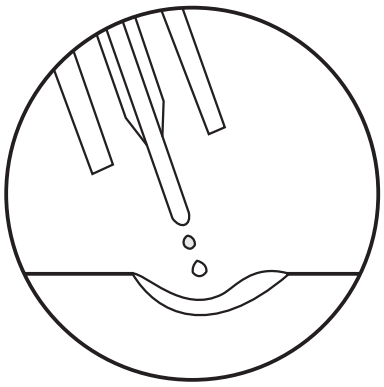


Fig. 4

GASES - TIPOS

Ajuste del flujo de gas

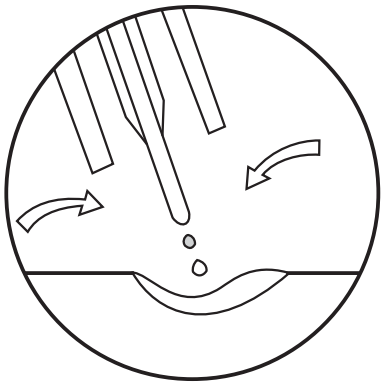
El ajuste correcto del flujo de gas protector es importante. El flujo de gas no deberá ser demasiado alto ni demasiado bajo. Ambos casos pueden producir poros en el metal depositado. (Fig. 1)



Flujo de gas protector demasiado bajo

Fig. 1

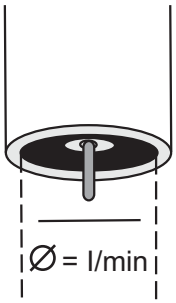
El flujo de gas adecuado dependen del tipo de material en que se va a soldar y de la intensidad de corriente usada. Los materiales más sensibles, tales como el cobre y el aluminio requieren un flujo de gas más elevado. (Fig. 2)



Flujo de gas protector demasiado alto

Fig. 2

Regla empírica para obtener el flujo de gas correcto: Parta del diámetro de la buza de gas (que deberá adaptarse a la intensidad de la corriente y al material). Utilice el mismo flujo de gas en litros por minutos que el diámetro de la buza en milímetros. (Fig. 3)



Ejemplo: La buza de gas tiene 19 mm de diámetro. Ajuste el flujo de gas a 19 l/min.

Fig. 3

Un ejemplo es cuando se suelda en una posición ascendente con alta velocidad de soldeo, o al aire libre donde hay mayor corriente de aire. Otro ejemplo es cuando se suelda con helio como gas protector.

El ajuste del flujo de gas (Fig. 4) se efectúa con el regulador del cilindro. Para que el flujo real en la buza de gas corresponda con el flujo ajustado, habrá que usar un regulador previsto para el tipo de gas que se está usando.

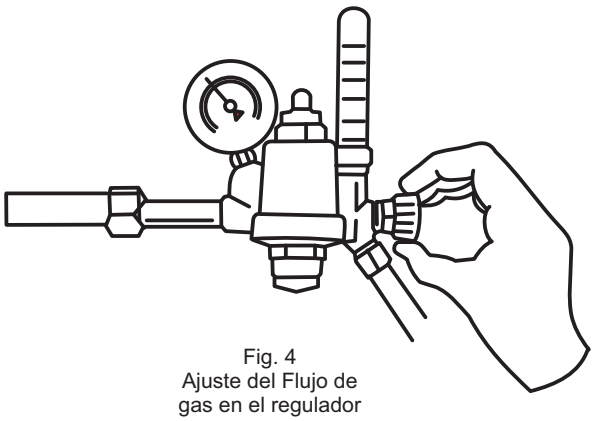


Fig. 4
Ajuste del Flujo de gas en el regulador

Además, no deberá haber ninguna fuga en las mangueras ni en los acoplamientos. Para controlar esto, mida el flujo de gas en la pistola de soldar, usando un calibrador de caudal y comparando con el valor ajustado en el regulador.

La presión en un cilindro lleno de gas protector es muy alta (150 ó 200 bares). Para reducir esta presión a una presión de trabajo adecuada, es necesario acoplar un regulador al cilindro de gas (Fig. 5). El regulador mantiene constante la presión durante el proceso de soldeo, a pesar de que la presión en el cilindro va bajando a medida que se consume el gas.

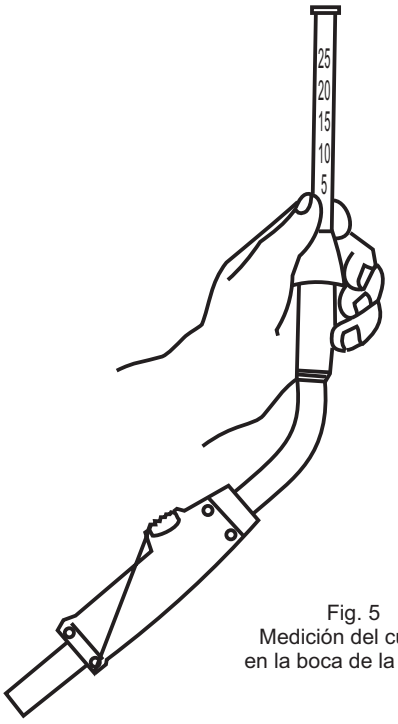


Fig. 5
Medición del cuadal en la boca de la pistola

Con la ayuda de la válvula reguladora y el flujómetro (Fig. 6), se ajusta el flujo de gas deseado. Obsérvese que el regulador está previsto para un gas específico y sólo deberá emplearse para éste. De lo contrario, el flujo de gas será incorrecto.

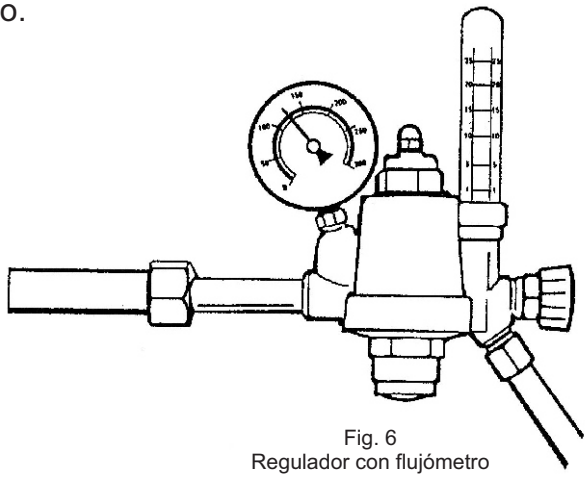


Fig. 6
Regulador con flujómetro

Gases Protectores

Para la soldadura MAG de los aceros en general de construcción, los aceros para calderas, tubos y aceros de construcción de grano fino principalmente se usa CO_2 o mezclas de gas sobre la base de Argón/CO_2 con distintos porcentajes de Co_2.

Los gases protectores actualmente a disposición se encuentran en la norma DIN 32 526 y han sido clasificados en diferentes grupos (Tabla). Se diferencian según su comportamiento de reacción entre gases con efecto reductor, inerte y oxidante. Los gases de efecto oxidante de los grupos M y C han sido subdivididos a su vez según su comportamiento de oxidación.

Los gases dentro de un mismo grupo no difieren mayormente en cuanto a su influencia sobre los valores mecánicos del metal de soldadura.

DIVISIÓN DEL GAS DE PROTECCIÓN SEGÚN DIN 32526

Grupo	Indice	Nº de Componentes	Componentes en % / Volumen						Proceso según DIN 1910 parte 4	Observaciones
			Oxidante		Inerte		Reductor	Reacción lenta		
			CO_2	O_2	Ar	He	H_2	H_2		
R	1	1	-	-	-	-	100	-	WHG	reductor
	2	2	-	-	resto1)	-	1-15	-	WIG, WP	reductor
I	1	1	-		100	-	-	-	WIG, WP	Inerte
	2	1	-	-	-	100	-	-	MIG	
	3	2	-	-	resto	25-75	-	-	Protección	
M1	1	2	-	1-3	resto 1)	-	-	-	de raíz	
	2	2	2-5	-	resto 1)	-	-	-	MAGM	Ligera
	3	2	0-14	-	resto 1)	-	-	-		mente
M2	1	2	15-25	-	resto 1)	-	-	-		Oxidante
	2	3	5-15	1-3	resto 1)	-	-	-		↓
	3	2	-	4-8	resto 1)	-	-	-		
M3	1	2	25-40	-	resto 1)	-	-	-		
	2	3	5-20	4-6	resto 1)	-	-	-		
	3	2	-	9-12	resto 1)	-	-	-		más
C	1	1	100	-	-	-	-	-	MAGC	oxidante
F	1	2	-	-	resto 1)	-	1-30	-	Protección	Reductor
	2	2	-	-	-	-	1-30	resto	de la raíz	+ de 10%

1) El Argón puede ser sustituido parcialmente por He
WHG - Soldadura a gas de Hidrógeno
WIG - Proceso TIG
WP - Proceso de soldadura por plasma
MIG - Proceso de soldadura MIG
MAGM - Proceso de soldadura MAG con gas mezclado
MAGC - proceso de soldadura MAG con CO_2 puro

El gas protector debe seleccionarse de acuerdo al material de trabajo y la tarea de soldadura. El gas protector influye sobre el comportamiento del arco, la transferencia del metal de aporte, el rendimiento de fusión, el perfil del cordón, la profundidad de penetración, así como sobre las propiedades mecánicas y la composición química. Por esta razón merece hacer, para una tarea especial de soldadura, algunos ensayos con diferentes gases.

El precalentador de gas (únicamente en caso de CO_2) contiene una espiral de calefacción (que normalmente es conectada a una tensión de red de 220 V), cuya finalidad es calentar el gas que pasa por ella; pues si la toma de gas demora más, el CO_2 se enfría fuertemente, de manera que en la válvula reductora existe el peligro de congelación, (escarchamiento) cuya consecuencia sería una protección insuficiente en el punto del trabajo, ocasionando entonces porosidades. Con la válvula de regulación fina puede ajustarse la cantidad deseada de gas, pudiendo leerla en el cuantímetro.

PARÁMETRO DE TRABAJO, MÁQUINA Y OPERARIO

Ajuste de los parámetros de Soldadura

Para lograr resultados óptimos con el proceso MAG, el soldador debe estar enterado de todos los factores que tienen influencia sobre el arco y el baño de fusión, y además, de la manera en que él mismo pueda influenciarlos. Un arco suave y tranquilo se forma solamente cuando todos los factores influyentes se encuentran en equilibrio.

Por esta razón, es necesario que el soldador éste familiarizado con ellos para que sea capaz de efectuar el ajuste correcto.

Los ajustes más importantes para la realización de una soldadura son:

- La intensidad de corriente **I**
- La velocidad del avance del alambre
- El diámetro del alambre **d**
- La tensión del arco **U**
- La selección de la inductividad adicional

Además deben tomarse en consideración todavía otros factores, como por ejemplo:

- La velocidad de soldadura $\mathbf{v_s}$
- El extremo libre del alambre **L**
- La cantidad del gas protector, etc.

A.- Intensidad de la Corriente de Soldar

La regulación de la intensidad de la corriente para soldar depende del espesor del material a soldar y de la posición de soldar.

Los figuras 1, 2 y 4 dan algunos datos típicos, pero sirven sólo como valores de orientación. La magnitud de la intensidad de corriente es determinante para la capacidad de fusión y la profundidad de penetración, es proporcional a la velocidad de avance del alambre Fig. 1, su ajuste se efectúa, por consiguiente, mediante regulación del avance del alambre:

Mayor velocidad de avance del alambre - mayor intensidad de corriente y viceversa.

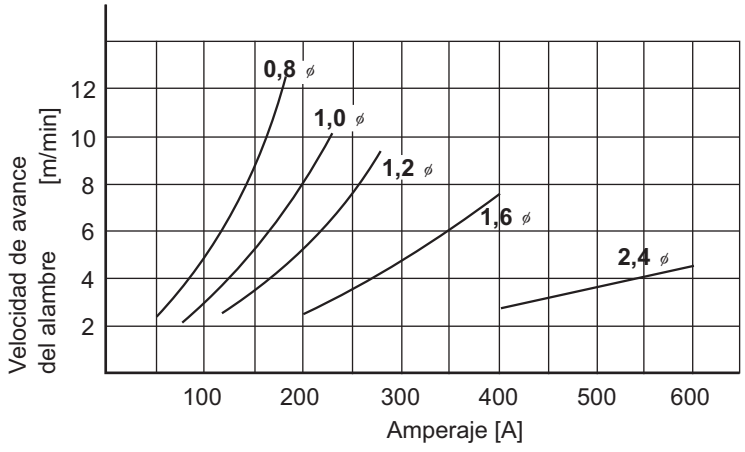


Fig. 1
Intensidad de la corriente para soldar en dependencia de la velocidad de avance del alambre

B.- Diámetro del Electrodo de Alambre (d)

La selección del diámetro del alambre depende en primera línea de la magnitud de la intensidad de corriente y del espesor de la plancha a soldar, pero además también de la capacidad de fusión y puntos de vista económicos. Primero daremos un resumen referente a los diámetros más usuales para el electrodo de alambre y las correspondientes intensidades de corriente aplicables.

Como se puede desprenderse de la fig 2, para una determinada intensidad de corriente (p. ej. 150 A) pueden utilizarse distintos diámetros de alambre.

lintensidades de corriente para los diámetros más usuales del alambre.

Diámetro de alambre	Intensidad min. de corriente	Intensidad max. de corriente
0.8	50	180
1.0	80	230
1.2	120	280
1.6	200	400
2.4	400	600

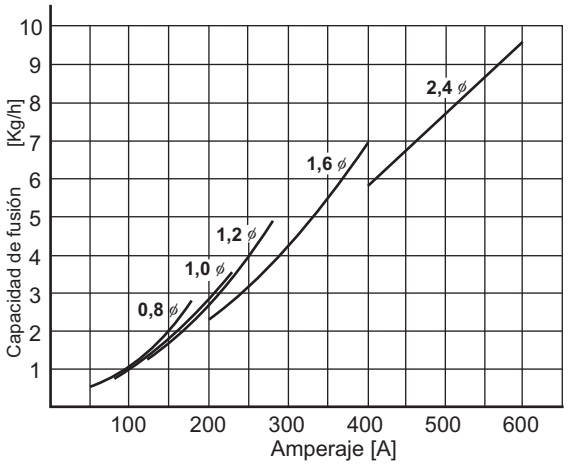


Fig. 2
Capacidad de fusión en dependencia de la intensidad de corriente.

En general puede decirse que, para lograr el máximo rendimiento de fisión (con la misma intensidad de corriente), debería seleccionarse el diámetro más pequeño del alambre; sin embargo, el precio del alambre (costo por Kg.) aumenta para los diámetros más pequeños. Además, con un diámetro más pequeño aumenta la penetración.

Para que recargues, por ejemplo, se selecciona por esta razón un diámetro mayor de alambre.

A una determinada intensidad de corriente el alambre a una determinada intensidad de corriente el alambre más delgado tienen mayor cantidad de gotas tanto en el arco de corto circuito como también en el arco difuso o el arco largo.

Esto puede ser de utilidad donde con una menor intensidad de la corriente debe obtenerse una superficie lisa del cordón. En la Fig. 2 se está representando la capacidad de fusión de los distintos diámetros de alambre en dependencia de la intensidad de corriente.

C.- Tensión del Arco (u)

La tensión del arco, que es co-determinante para su longitud, es, además de la intensidad de la corriente, el factor más importante para realizar una buena soldadura.

Es regulada en la fuente de poder. Para cada intensidad de corriente y un determinado diámetro de alambre sólo existe un ajuste óptimo, que se forma por un compromiso entre las siguientes interdependencias:

Una mayor tensión (voltaje), produce una costura más ancha y plana, menor profundidad de penetración (Fig. 3) mayor pérdida por salpicadura, mejor aspecto del cordón y valores mecánicos más bajos, debido a mayor combustión de Si, Mn y C.

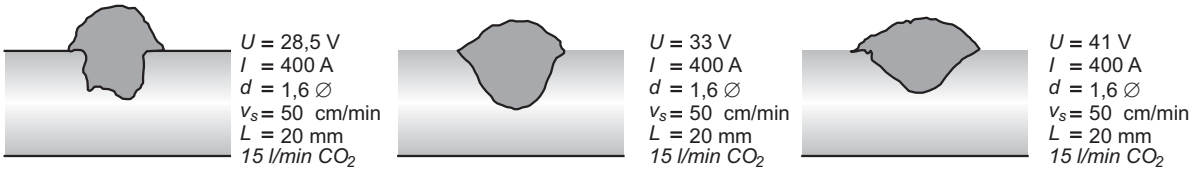


Fig. 3
Influencia de la tensión del arco sobre la penetración y la forma del cordón

Por lo general debe mantenerse la tensión del arco lo más baja posible; sin embargo, en caso de una tensión de arco demasiado baja la costura resultará angosta y profunda con mal aspecto del cordón, además, las soldaduras de Filete resultarán fuertemente abovedadas. (Convexas)
A la misma intensidad de corriente, pero con diámetro de alambre más pequeño, es necesario ajustar una menor tensión del arco.

En los diagramas de las Figs. 4-8 se ha dibujado los valores nominales promedios de corriente-tensión que corresponde a los distintos diámetros de alambre.
En caso de usar mezclas de gas ricas en argón, la tensión de soldar se encuentra generalmente a 2-3 V más baja que los valores característicos obtenidos que tenemos bajo CO_2.

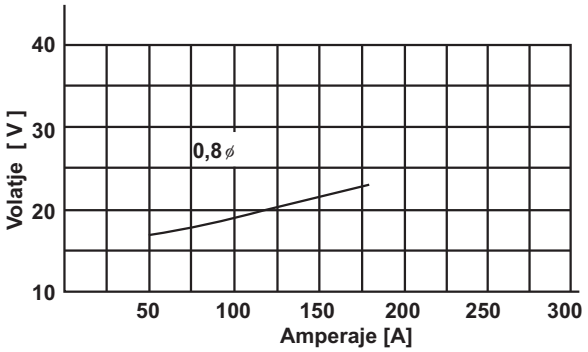


Fig. 4
Valores nominales promedios corriente- tensión que corresponden a la soldadura con un alambre de 0.8 mm de diámetro.

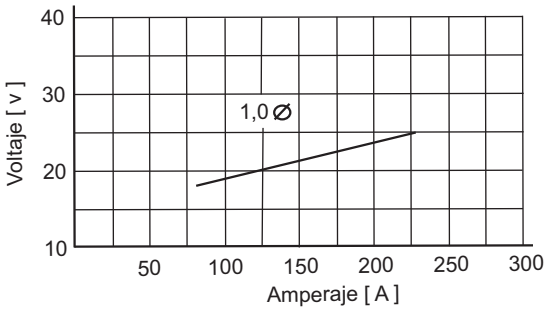


Fig. 5
Valores nominales promedio corriente-tensión que corresponden a la soldadura con un alambre de 1.0 mm de diámetro.

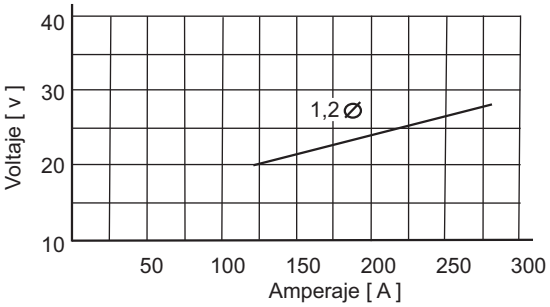


Fig. 6
Valores nominales promedio corriente-tensión que corresponden a la soldadura con un alambre de 1.2 mm de diámetro.

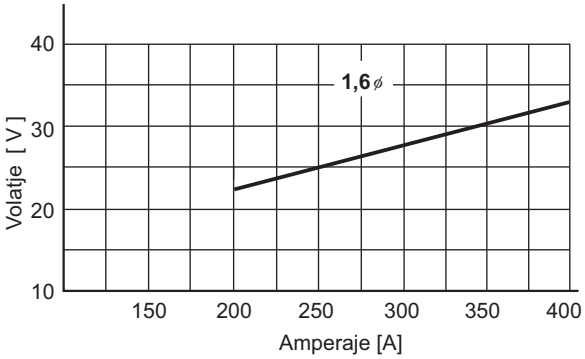


Fig. 7
Valores nominales promedios corriente- tensión que corresponden a la soldadura con un alambre de 1,6 mm de diámetro.

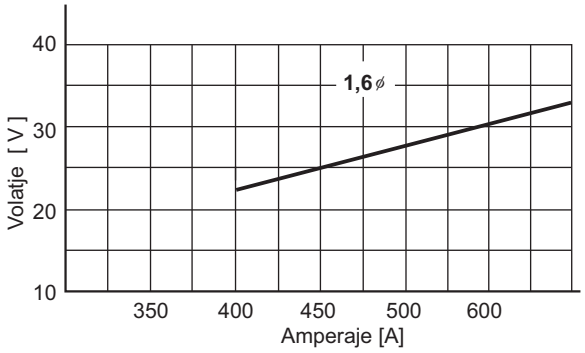


Fig. 8
Valores nominales promedio corriente-tensión que corresponden a la soldadura con un alambre de 2,4 mm de diámetro.

D.- Influencia de la Inductancia adicional

Para la correcta realización de la soldadura MAG son responsables también en alta medida las características dinámicas de la fuente de poder.

Por esta razón es necesario seleccionar cuidadosamente la magnitud de la Inductancia adicional. Una inductividad demasiado alta produce un arco intranquilo y el alambre "tartamudea"; en cambio con una inductividad demasiado pequeña se presentan salpicaduras. (Fig. 9)

Esta inductividad adicional se encuentra en forma de una bobina de reactancia en el circuito de la corriente y está montada dentro de la fuente de poder. Los diferentes bornes en la salida del polo negativo producen con numeración ascendente inductividades adcionales más altas.

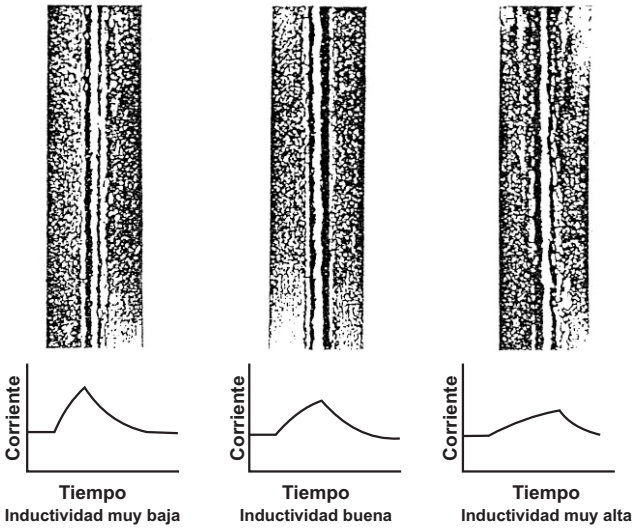


Fig. 9
Influencia de la inductividad adicional sobre la conformación del cordón.

E.- Velocidad de soldadura (Vs)

La velocidad de soldadura depende del tipo de soldadura y amperaje usado.

En caso de una velocidad demasiado alto se reduce la profundidad de penetración entalladuras laterales con una mayor salpicadura. Si la velocidad es demasiado baja, el baño de fusión puede resultar demasiado grande como por ejemplo en las costuras en V - donde existe el peligro que el metal depositado se escurra en los flancos, produciéndose así lugares fríos y fallas de liga.

En un caso extremo, con materiales más delgados podría presentarse ruptura del baño de fusión perforando la plancha. (Fig. 10)

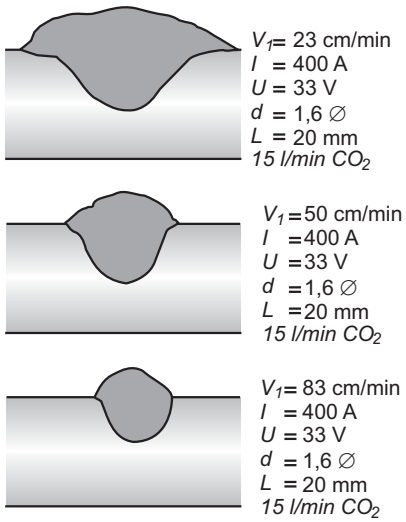
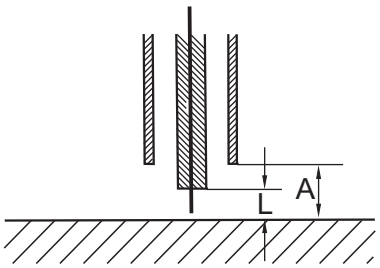


Fig. 10
Influencia en la velocidad de soldadura sobre penetración y configuración del cordón

F.- Extremo Libre de alambre (L)

Se entiende como la longitud del extremo libre de alambre, bajo carga eléctrica desde la salida de la boquilla de contacto hasta el comienzo del arco (Fig. 11). También ejerce gran influencia sobre la realización de la soldadura, ya que el extremo libre de alambre conduce toda la corriente eléctrica, pues representa una parte del circuito eléctrico. Las pérdidas así ocasionadas producen un precalentamiento del alambre que aumenta con una mayor longitud. Significa también que con la misma corriente puede fundirse mayor cantidad de alambre. O sea, con un avance constante del alambre, un aumento de la distancia de tubo de contacto significa a la vez una reducción a la intensidad de corriente (Fig. 12).

Por esta razón es necesario prestar atención a que durante la soldadura la boquilla de contacto mantenga una distancia la más constante posible.



L = Distancia de la boquilla de contacto a la pieza.
L = Distancia de la tobera de gas a la pieza.

Fig. 11
Distancia de la boquilla de contato y
distancia de la tobera de gas a la pieza.

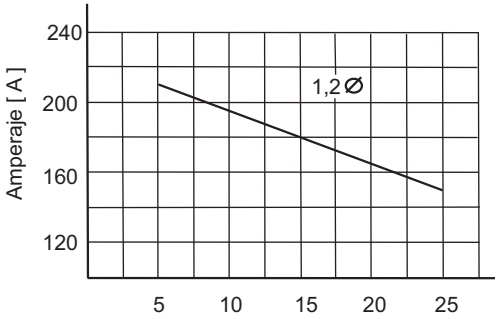


Fig. 12
Influencia de la distancia de la boquilla de contacto
sobre la intensidad de corriente para soldar.

Por lo general, la distancia de la boquilla de contacto debe mantenerse lo más corta posible para poder garantizar una soldadura tranquila. El límite es dado aquí por el hecho que en caso de una distancia demasiado corta de la boquilla de contacto y, por otro lado, al terminar el soldeo el alambre podría retroceder a la boquilla de contacto fundiéndose.

Para la práctica rigen los valores nominales indicados en la Tabla .

Intensidad de Corriente	Distancia del Tubo de Contacto mm
50	10
100	12
150	13
200	14
250	16
300	18
350	18
400	20

Distancias de la boquilla de contacto recomendadas
para distintas intensidades de corriente:

G.- Distancia de la Tobera de Gas a la Pieza de Trabajo

La distancia de la tobera de gas a la pieza de trabajo (Fig. 11), debe ser por otro lado, lo más corta posible para garantizar una suficiente producción de gas, por otro lado, la tobera de gas no debe impedir la visión del soldador sobre el baño de fusión. El caso de una distancia demasiado pequeña pueden, además adherirse salpicaduras en la tobera.

Los datos generales para la práctica son:

- Baja intensidad de corriente (aprox. 50-150 A) : 13 mm.
- Mediana intensidad de corriente (aprox. 150-350 A) : 15 mm.
- Alta intensidad de corriente (aprox. desde 350 A) : 18 mm.

En relación con lo anteriormente mencionado sobre la longitud libre del alambre resulta que:

a.- En caso de amperajes bajos, la boquilla de contacto sobresale aprox. 5 mm.

b.- En caso de amperajes medianos, la boquilla es ajustada a nivel con la tobera de gas.

c.- En caso de amperajes altos, la boquilla de contacto retrocede aprox. 3 mm dentro de la tobera (Fig. 13).

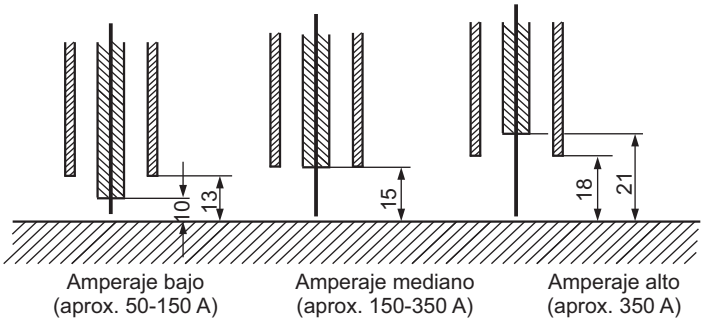


Fig. 13
Disposición de la boquilla de contacto con respecto a la tobera
de gaspara el caso de diferentes intensidades de corriente.

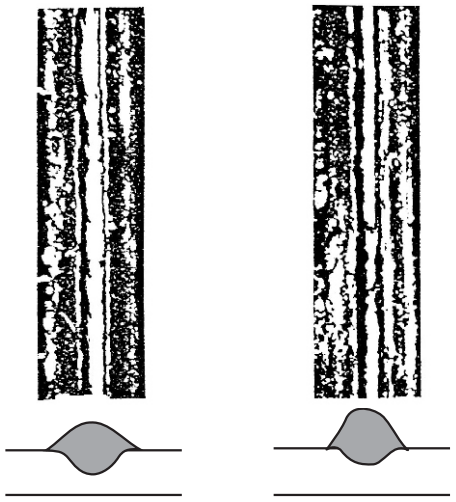
H.- Influencia de la cantidad de gas.

La cantidad de gas protector que es aplicada. Depende del diámetro de la tobera que se usa y de la magnitud de intensidad de corriente. En caso de una cantidad demasiado baja se presenta el peligro de poros por acceso de aire al bajo de fusión en caso de una cantidad demasiado grande es posible que la envoltura del gas protector sea interrumpida debido a turbulencia y también puede producirse poros debido a la entrada de aire.

Los datos generales para la práctica son aquí:

- Amparaje bajo (aprox. 50-150 A): 12lts min. 25CFH
- Amperaje mediano (aprox. 150-350 A) 15 lts min. 32CFH
- Amperaje alto (aprox. desde 350 a): 20 lts min. 42CFH

I.- Influencia de Polaridad



Polaridad positiva
I - 200 A
U - 23 V
d - 1.2 o
Vs - 0.5 m/min
VD - 5.3 m/min
L - 12 mm

Polaridad negativa
I - 200 A
U - 25 V
d - 1.2 o
Vs - 0.5 m/min
VD - 8.6 m/min
L - 12 mm

Fig. 14
Influencia de la polaridad positiva y negativa sobre la penetración y la configuración del cordón

En la soldadura MAG se suelda por lo general en corriente continua polo positivo en el electrodo. Aunque la polaridad negativa en el electrodo resulta en una mayor capacidad de fusión y una menor penetración, esto puede ser provechoso para soldaduras de recargue; pero el baño de fusión es mucho más intranquilo y se presenta mayor cantidad de salpicaduras (Fig. 14 y 15).

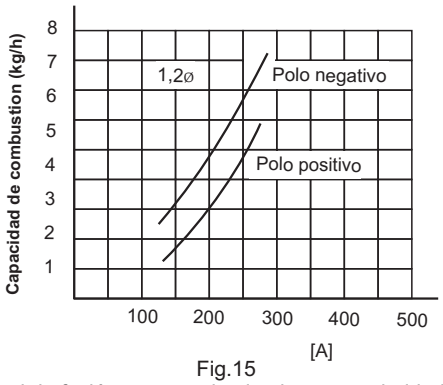


Fig.15
Capacidad de fusión en caso de alambre con polaridad positiva, en dependencias de la intensidad de la corriente.

J.- Influencia de la Inclinación del Soplete.

La Inclinación del Soplete a favor o contra la dirección de soldadura influye ampliamente sobre la conformación del cordón y la penetración.

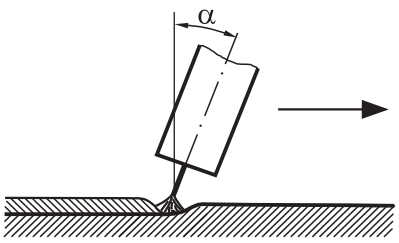


Fig.16
Inclinación del soplete en dirección de la soldadura (soldadura hacia la derecha)

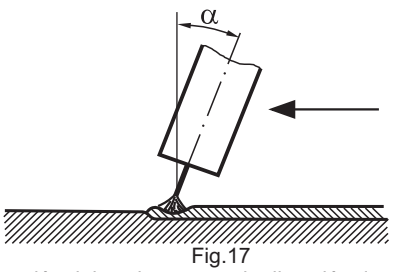


Fig.17
Inclinación del soplete contra la dirección de soldadura (soldadura hacia la izquierda)

DEFECTOS DE SOLDADURA

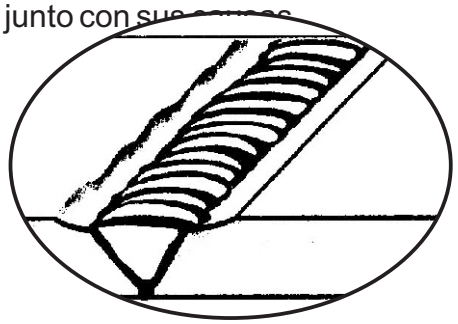
Si el ajuste de los parámetros de soldeo es incorrecto, o si ha sufrido daños el equipo, pueden aparecer defectos de soldadura. Esto se aplica a todo tipo de soldadura y no solo a la soldadura MAG .

Los defectos de poca importancia en el interior del metal depositado no afectarán la resistencia de la junta soldada. Pero si los defectos son muchos y grandes no podrá aceptarse la soldadura. Los defectos de soldadura superficiales, tales como socavación lateral y refuerzo de soldadura demasiado alto o saliente de la raíz demasiado alto, reducen la resistencia a la fatiga de la junta soldada.
Es importante que usted, en calidad de soldador, este familiarizado con los defectos y sepa como evitarlos. En realidad, su habilidad y sus conocimientos son los que deciden si se producirán defectos de soldadura o no. Los defectos de soldadura rara vez se deben al material o al método de soldeo.

A continuación se describen defectos de soldadura, junto con sus causas.

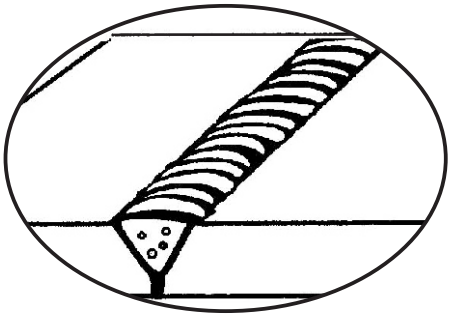
Socavaciones laterales

- Ángulo incorrecto de inclinación de la pistola.
- Tensión demasiado alta.



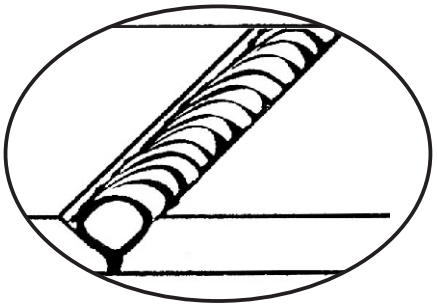
Poros

- Flujo de gas demasiado alto o demasiado bajo.
- Ángulo de inclinación de la pistola demasiado grande.
- Buza de gas obstruida por salpicaduras de soldadura, lo cual perturba el flujo de gas.
- Chapa contaminada (óxido, humedad, aceite, grasa, suciedad)
- Chapa recubierta (pintura o depósitos de metal).
- Alambre oxidado o húmedo.



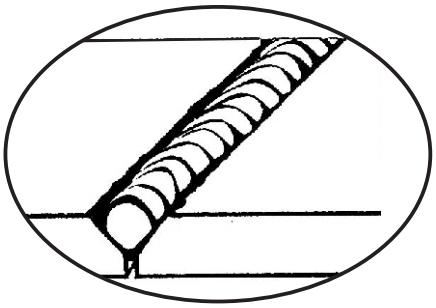
Refuerzo de soldadura demasiado alto

- Tensión demasiado baja.
- Mala aplicación del cordón.



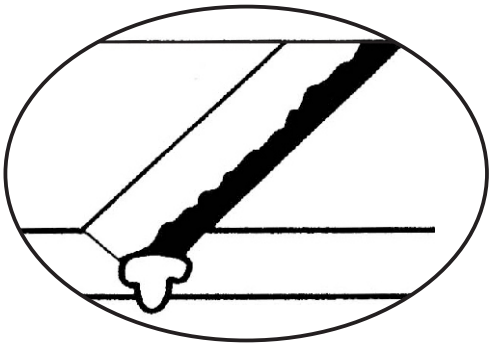
Defecto de raíz

- Abertura demasiado estrecho.
- Velocidad de soldeo demasiado alta.
- Ángulo de pistola incorrecto.



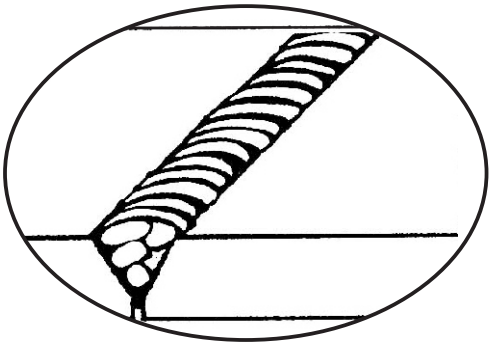
Saliente de raíz demasiado alto

- Abertura demasiado ancha.
- Pie del chalfán demasiado pequeño.
- Velocidad de soldeo demasiado baja.
- Aportación de calor demasiado grande, es decir, que tanto la velocidad de avance del alambre como la tensión son demasiado altas.
- Oscilación transversal demasiado ancha o cordones demasiado gruesos.



Falta de penetración

- Velocidad de soldeo incorrecta.
- Ángulos de junta demasiado pequeño.
- Insuficiente aportación de calor a la pieza de trabajo.
- Tensión de arco demasiado alta.
- Ángulo de pistola incorrecto.
- Excesiva distancia entre la boquilla y la pieza de trabajo.



Tensión electrica

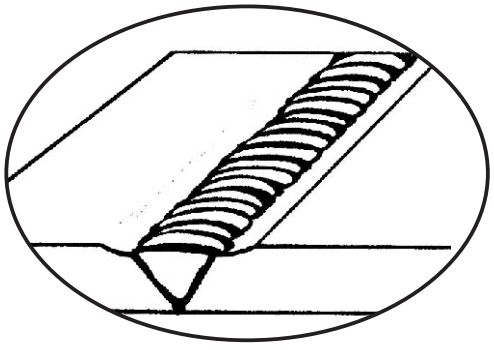
Utilice la tabla para obtener los valores de punto de partida para el ajuste de la velocidad de avance del alambre. Seguidamente, ajuste la tensión. Esta se regula en la fuente de corriente.
El intervalo de tensión es de 15 a 20 V para el arco corto y de 24 a 30 V para el arco spray.

Si la tensión es demasiado baja con relación a la velocidad de avance del alambre, ocurrira lo siguiente: El alambre no llegará a fundirse y el resultado sera un arco corto donde el alambre se pone en contacto con el material de base. Dará la sensación de que la pistola trata de levantarse.

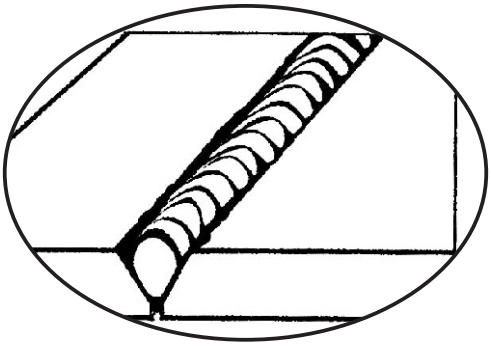
El metal fundido no fluye debidamente y el resultado es un cordón de soldadura voluminoso y con penetración deficiente.

Si la tensión es demasiado alta con relación a la velocidad de avance del alambre, la unidad de avance no podrá hacer avanzar el alambre a ritmo en que se funde éste.

El arco será largo e inquieto, dando como resultado salpicaduras y un cordón de soldadura demasiado aplastado y con mordeduras en los bordes.



Tensión demasiado alta

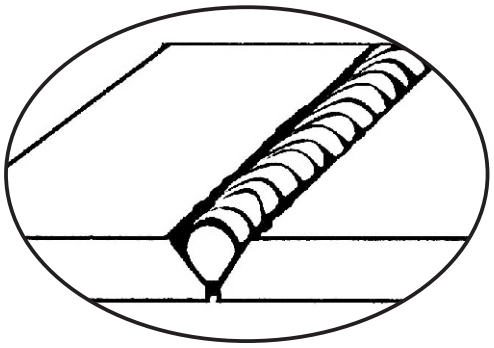


Tensión demasiado baja

Velocidad de soldeo

La velocidad de soldeo, es decir, la rapidez con que Usted desplaza la pistola a lo largo de la junta, tiene que adaptarse a la situacion actual de soldeo.

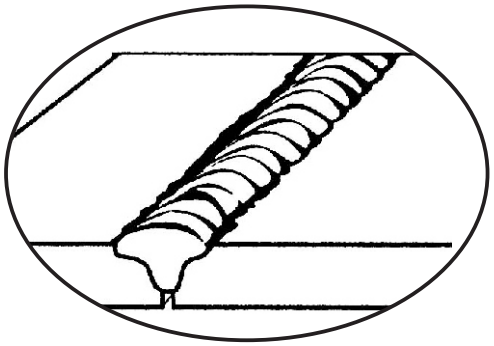
La velocidad de soldeo demasiado alta con relacion a la velocidad de avance del alambre significa que la aportación de calor por unidad de longitud será demasiado pequeña. Ele cordon será estrecho y con poca penetracion, lo cual puede producir penetracion incompleta.



Velocidad de soldeo demasiado alta

La velocidad de soldeo demasiado baja significa que la aportación de calor por unidad de longitud será demasiado grande.

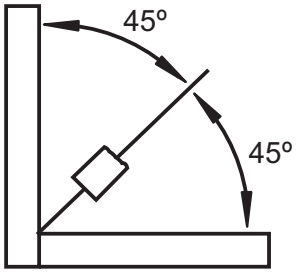
El resultado será un baño de fusión demasiado grande. Se corre el riesgo de penetración incompleta.



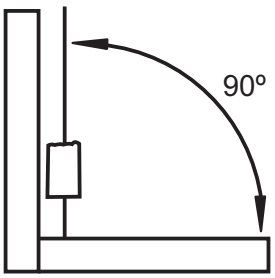
Velocidad de soldeo demasiado baja

Para la soldadura de bordes por el exterior, en ángulo recto por los sistemas MAG, es ventajosa la utilización de una embocadura con bordes cortados en ángulo**.**

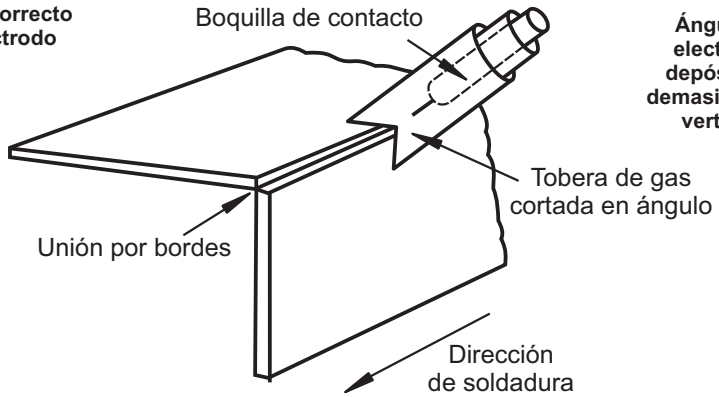
El chisporroteo constituye frecuentemente un problema en la soldadura MAG, causando eventualmente porosidad de la misma (por obstrucción del flujo de gas) o provocando el cortocircuito de la corriente de soldadura entre la embocadura.



Ángulo correcto del electrodo



Ángulo incorrecto del electrodo fomentando depósitos de soldadura demasiado fríos en la pieza vertical del conjunto



A. Fisuras

Son discontinuidades producidas por rotura local, la cual puede ser provocada por enfriamiento o por los esfuerzos transmitidos, es decir una vez que la soldadura ha entrado en carga. Cuando son microscópicas reciben el nombre de microfisuras.
Tanto unas como otras pueden ser internas o externas y pueden producirse en el metal fundido, en la zona de unión, en la zona de influencia térmica o en el metal de base.

Se clasifican en varios tipos bien por el lugar de aparición o por su dirección:

Longitudinales : son las que llevan dirección paralela a la dimensión mayor de la soldadura. Transversales las perpendiculares a la longitud mayor.
Radiales : son las fisuras aisladas cuyo origen es un punto común. Cuando son pequeñas se denominan de estrella (star cracks).
De cráter : son las que aparecen en los extremos (cráteres) de la soldadura.
Fisuras Discontinuas : se denominan a las que están orientadas de cualquier forma.
Ramificadas : son aquellas fisuras que están ligadas entre si y se presentan en forma arborescente a partir de una fisura común.

Las causas más usuales que originan las fisuras son el empleo de electrodos inadecuados y la excesiva rigidez de las piezas a unir. Las fisuras pueden aparecer durante el proceso de soldeo, en el tratamiento térmico posterior (enfriado demasiado rápido) o en la entrada en servicio de la pieza.
En numerosas ocasiones la fisura comienza en un defecto superficial o interno, tales como una mordedura, un poro, etc. Las fisuras son especialmente peligrosas porque producen una disminución de la sección resistente, concentración de tensiones en los extremos y son zonas débiles en ambientes corrosivos.

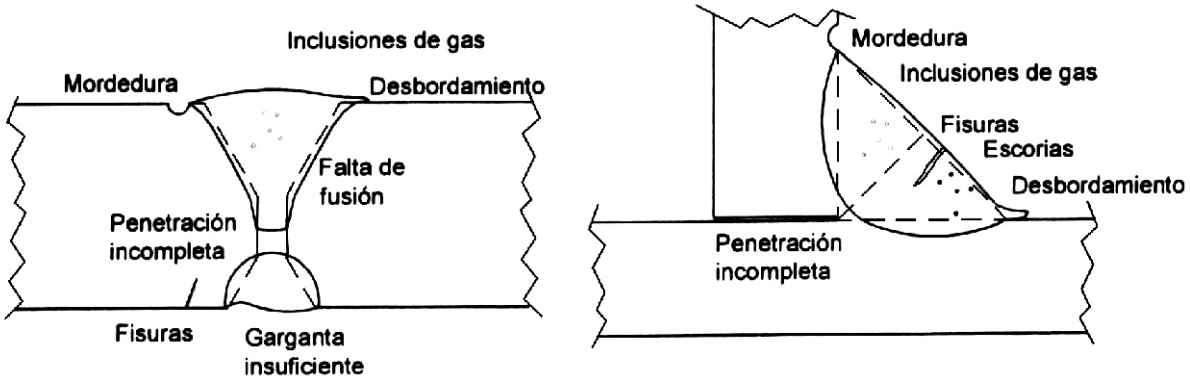
B. Cavidades y poros

Este tipo de defectos se deben a diversas causas, siendo las más importantes la presencia de residuos ajenos al proceso, tales como óxidos, en definitiva a la falta de limpieza y preparación; también se deben a otras causas como la excesiva intensidad de la corriente que calienta los electrodos por encima de la temperatura adecuada de fusión, al empleo de electrodos húmedos, a defectos del recubrimiento, y, finalmente, a mala técnica de soldeo con arco demasiado largo.

Algunos tipos de estos defectos son los siguientes:

Sopladura, es una cavidad formada por la oclusión de gases en el interior de la soldadura formando diferentes tipos de porosidades (esferoidal, alargada, vermicular, etc.).
Picadura, se denomina al poro de pequeña dimensión que queda abierto a la superficie.
Rechupe, es una cavidad debida a la contracción del metal durante el enfriamiento. Cuando se produce al final del cordón se denomina rechupe de cráter.

Debido a que el gas ocluido cuando se forma el poro está a alta temperatura, al enfriarse sin variación de volumen, se reduce la presión a valores muy por debajo de la presión atmosférica, no representando, en general defectos graves, salvo cuando los poros se encuentran situados en los planos de tensiones máximas. Los poros reducen la sección neta resistente de la soldadura.



Defectos en soldadura a tope y de ángulo

C. Inclusiones sólidas

Cualquier materia extraña, que quede aprisionada en el metal fundido, diferente de los metales de base y de aportación de la soldadura constituye una inclusión sólida. Las más frecuentes son las escorias, los óxidos y las inclusiones metálicas.

Las escorias son inclusiones procedentes la mayor parte de las veces del propio recubrimiento del electrodo, o de acumulaciones extrañas sobre este, pueden presentarse aisladas, alineadas o esparcidas.

Los óxidos son de tipo metálico y quedan aprisionados durante el proceso de soldeo.

Las inclusiones metálicas son principalmente de metales tales como el tungsteno, cobre etc.

Las causas de estas inclusiones son principalmente la falta de limpieza, sobre todo en soldaduras de varias pasadas. También se producen por una mala distribución de los cordones, la incorrecta inclinación de los electrodos o la falta de intensidad de la fuente energética.

La importancia de estos defectos depende del tamaño de la inclusión y puede ser más evidentes o amplificarse durante el servicio de la estructura.

D. Defectos de fusión

Este tipo de defectos se deben en principio a la falta de ligazón entre el metal de aportación y el metal de base o entre las diferentes pasadas del cordón. Se puede presentar en los bordes, falta de fusión lateral, entre pasadas y en la raíz.

Este defecto se debe generalmente a una mala preparación de los bordes. También se puede producir por una mala operatoria con un arco demasiado largo, débil intensidad o excesiva velocidad de avance.

Es un defecto grave que afecta a la calidad metalúrgica de la unión. Provoca la aparición de fisuras y una disminución de la resistencia. Además facilita la corrosión localizada.

E. Falta de penetración

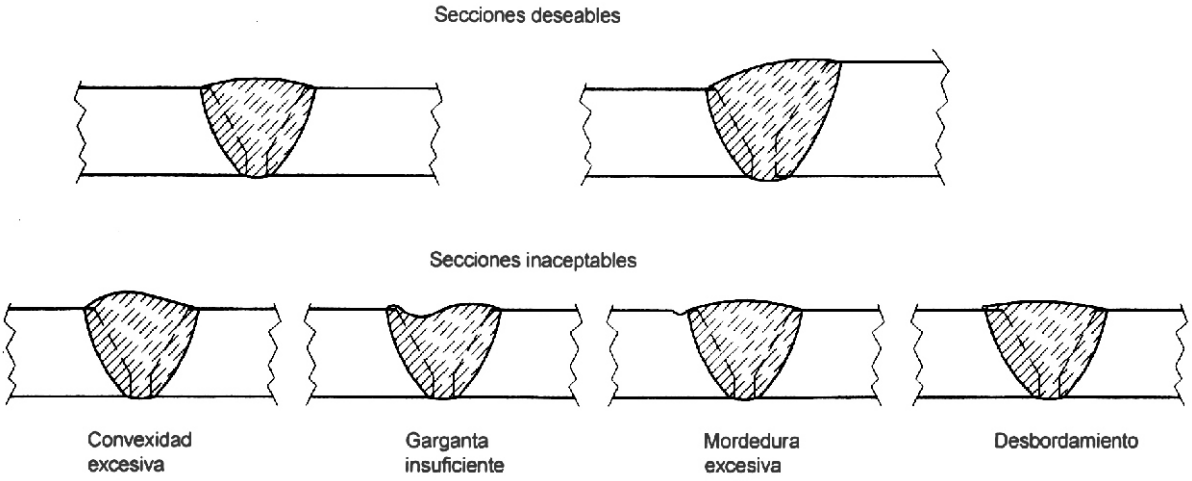
Es debida a una fusión parcial de los bordes provocando discontinuidad de los mismos.

Es provocada por una separación incorrecta de los elementos a unir durante el soldeo, al empleo de electrodos excesivamente gruesos, a una velocidad de avance excesiva o a una baja intensidad.

Su principal consecuencia es la disminución de la resistencia de la unión.

F. Defectos de forma

Se deben a la falta de geometría de la superficie externa en relación con el perfil correcto esperado.



Defectos de forma de las soldaduras a tope

Los tipos de defectos de geometría más frecuentes son:

Mordeduras, faltas de metal en los bordes del cordón o en alguna de sus pasadas. También pueden aparecer en la raíz.

Sobreespesores, son debidos a un espesor excesivo en las pasadas finales. En las soldaduras de ángulo se denomina convexidad excesiva.

Sobrepenetración, es un exceso de metal en la raíz de las soldaduras ejecutadas por un solo lado. Angulo de sobre espesor incorrecto, se debe a un valor excesivo del ángulo del plano tangente al metal de base y el del cordón en la línea de unión de ambos.

Desbordamiento, es un exceso de metal de aportación que se solapa con la superficie del metal de base sin unirse con este.

Defectos de alineación, se producen por diferencia de nivel entre las piezas soldadas o por un ángulo distinto del previsto.

Hundimiento, es un desplazamiento del metal depositado provocado por una fusión excesiva que provoca una falta o un exceso de metal.

Hueco, es un hundimiento que da lugar a una perforación de la soldadura.

Falta de espesor, se debe a una insuficiencia local o continua del metal de aportación.
Falta de simetría de las soldaduras de ángulo.

Anchura y superficie irregulares.

Rechupe de la raíz, es una falta de espesor provocado por contracción del metal fundido.

Quemado, es provocado por una ebullición del metal fundido que produce una formación esponjosa en la raíz.

Empalme defectuoso, es una irregularidad local de la superficie del cordón en una zona de empalme.

CALCULO DE COSTO DE SOLDADURA MAG

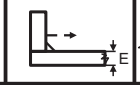
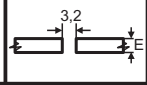
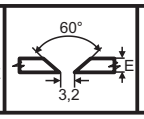
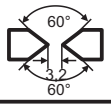
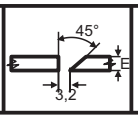
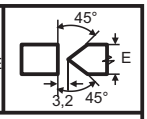
Cada una de las actividades de soldadura representa un costo partiendo de la dificultad y el diseño que requiere el proceso de soldadura, para ello se da a conocer los parámetros generales y fórmulas para el cálculo de costos de soldadora, se intenta enfocar el problema con un equilibrio justo entre la exactitud y la simplicidad, es decir proponiendo fórmulas de costos de fácil aplicación, aun cuando ello signifique eliminar términos de incidencia leve en el resultado buscado.

Parámetros generales:

. Flujo de Gas: Cantidad de gas necesario para la protección por unidad de tiempo

Proceso	Flujo de Gas (m3/hr)
MigMag Solido	0.8 -1.2
Mig Tubular	1.0 -1.4
Tig	0.5 -1.0

Peso del metal depositado: Cantidad de material de aporte necesario para completar una unión soldada.

Unión de Soldadura						
Espesor (E) pulg	mm.	METAL DEPOSITADO (kg/ml) (Acero)				
1/8	3.2	0.045	0.098			
1/4	6.4	0.177	0.190	0.380		0.358
3/8	9.5	0.396		0.638		0.605
1/2	12.5	0.708		1.169		1.066
5/8	16	1.103		1.731		1.707
3/4	19	1.592		2.380	1.049	2.130
1	25	2.839		3.987	2.578	3.554
11/4	32				3.768	
11/2	37.5				5.193	
2	51				8.680	
21/2	6.5				13.674	
3	76				18.432	

	1.089
	1.449
	2.322
	3.380
	4.648
	7.736
	11.617
	16.253

Eficiencia de aportación: Relación entre el metal efectivo depositado y la cantidad de peso depositado y la cantidad en peso de electrodos requeridos para efectuar ese depósito

Factor de operación: Se define como la relación entre el tiempo en que ha existido arco y el tiempo real o tiempo total pagado.

Proceso	Eficiencia Deposicion %
Electrodo manual	60-70
Mig Mag Solido	90
Mig tubular C/proteccion Mig tubular S/proteccion Tig	83 79 95
Arco Sumergido	98

Velocidad de deposición: cantidad de material de aporte depositado en una unidad de tiempo

Proceso	Eficiencia de Operación (%)
Electrodo manual	5 - 30
Mig Mag Solido	10 - 60
Mig tubular	10 - 60
Tig	20
Arco Sumergido	50 - 100

Formulas para el calculo de los costos de la soldadura

Cada una de las formulas que se dan a conocer a continuación, parten de los parámetros de las tablas. El resultado de las mismas esta expresado en las unidades de dolares/metro lineal.

FORMULAS Base de Calculo: metro lineal (ml)	
Costo electrodo	$\frac{(\$)}{ml} = \frac{\text{Pmd (kg/ml) x Valor Electrodo (\$/kg)}}{\text{Eficiencia deposición (\%)}}$
Costo M.O. Y G. Grales.	$\frac{(\$)}{ml} = \frac{\text{Pmd (kg/ml) x Valor M.O. Y G.G. (\$/hr)}}{\text{Velocidad deposicion (kg/hr) x F. Operacion (\%)}}$
Costos Gas	$\frac{(\$)}{ml} = \frac{\text{Pmd (kg/ml) x flujo Gas } (m^3/hr) \text{ x Valor Gas } (\$/m^3)}{\text{Eficiencia deposición (kg/hr)}}$
Costo Fundente	$\frac{(\$)}{ml} = \text{Pmd (kg/ml) x F. Uso (\%) x Valor Fundente (\$/kg)}$

Cabe resaltar que el proceso de soldadura está relacionado directamente a otras operaciones, por tal motivo nunca debe ser considerado y costeado aisladamente.

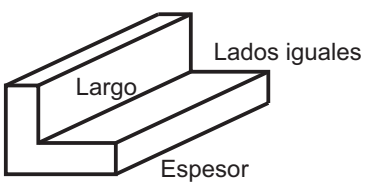
Cualquier operación de fabricación de productos, incluye generalmente:

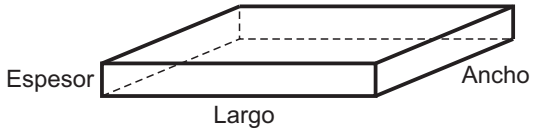
- Abastecimiento y almacenamiento de materias primas.
- Preparación de estos materiales para soldadura, corte, esmerilado, etc.
- Armado de los componentes
- Soldadura.
- Operaciones mecánicas.
- Tratamientos térmicos e Inspección.

Calculo del proceso de soldadura Para realizar el cálculo debemos conocer los aspectos generales que tiene la misma, costos de los elementos a utilizar y los costos de mano de obra. Ejemplo: Reforzamiento de puente delantero de vehículo, mediante la aportación de soldadura Mig/Mag y el uso de refuerzo tipo perfil en “L” y placa rectangular sobre la zona.

Aspectos Generales

Tipo de refuerzo	Suelda	Suelda	Perfil L y placa rectangular
Tipo de suelda	MIG/MAG	MIG/MAG	MIG/MAG
Tipo de soldadura	Recargue	Recargue	Recargue
Perímetro a ser soldado (mm)	62.5	62.5	800
Longitud del cordón de soldadura (mm)	375	375	1600
Tamaño del cordón de soldadura (mm)	1.59	1.59	1.59

DIMENSIONES DEL PERFIL TIPO L		
Largo	200 mm	
Lados iguales	75 mm	
Espesor	6 mm	

DIMENSIONES DEL PERFIL TIPO L		
Largo	7/3/4 pulg.	
Ancho	2/1/2 pulg.	
Espesor	3/8 pulg.	

Costo de Materiales

Material	Costo
Refuerzo tipo Perfil L	1,75 dólares
Refuerzo tipo Placa Rectangular	0,89 dólares
Gas Argón	37,83 dólares/m3
Gas CO2	2,31 dólares/kg
Electrodo (Diámetro 0.9mm)	3,40 dólares/kg

Equipo de Soldar

Máquina de soldar	4,00 dólares/hora
Herramientas Menor	1,00 dólar/hora

Gastos

Proceso	Costos
Proceso de desmontaje y montaje del puente delantero	40 dólares
Mano de Obra del Soldador	3,00 dólares/hora
Mano de Obra del Ayudante	2,00 dólares/hora
Gastos generales	4,00 dólares/hora

Calculo del proceso de soldadura

Se procede a realizar el cálculo utilizando las formulas descritas en la tabla teniendo en cuenta , que la suelda Mig/Mag se utilizan las tres primeras formulas, además el proceso de soldadura se lleva a cabo en un tiempo de 3,5 horas y los gastos generales comprende todo lo referente a los productos consumibles que se van a utilizar en el proceso como: consumo de energía eléctrica, waipe, solventes, depreciación de los equipos y herramientas, capacitación del personal, etc. el mismo se considera un 20% del valor de la suma de los costos de mano de obra, equipo utilizado y procesos, teniendo así:

• Costos del electrodo por metro lineal:

$$\text{Costo del electrodo} = \frac{\text{Pmd x Valor electrodo x longitud de soldadura}}{\text{Eficiencia deposición}}$$

Donde:

Pmd : peso del metal depositado = 0.098 kg/ml
Valor del electrodo = 3,40 dolares/kg
Eficiencia deposición = 90%
Longitud del cordón de soldadura = suma de los cordones en forma lineal
= 2350 mm =2,35 ml

$$\text{Costo del electrodo} = \frac{0{,}098 \text{ kg/ml x } 3{,}40 \text{ \$/kg x } 2{,}35 \text{ ml}}{0{,}9} = 0{,}87 \text{ dolares}$$

• Costos de mano de obra y gastos generales:

$$\text{Costo de mano de obra y gastos generales} = \frac{\text{Pmd x Valor M.O. Y Gastos.Genr. x longitud de soldadura}}{\text{Eficiencia deposición x F. Oper.}}$$

Donde:

Pmd : peso del metal depositado = 0,098 kg/ml
Valor de mano de obra y gastos generales = 14 dolares/hora,
al ocupar un tiempo de 3.5 h = 49 dolares
Velocidad deposición = 2 kg/hora al ocupar un tiempo de 1 hora = 2 kg
Factor operación = 30%
Longitud del cordón de soldadura en forma lineal =2,35 ml

$$\text{Costo de mano de obra y gastos generales} = \frac{0{,}098 \text{ kg/ml x } 49 \text{ \$ x } 2{,}35 \text{ ml}}{2 \text{ kg x } 0{,}3} = 18{,}80 \text{ dolares}$$

• Costos del gas - Argón :

$$\text{Costos del gas} = \frac{\text{Pmd x Flujo gas x valor del gas x longitud del cordón de soldadura}}{\text{Velocidad deposición}}$$

Donde:

Pmd : peso del metal depositado = 0,098 kg/ml
Valor del gas = 37,83 dolares/m^3,
Velocidad deposición = 2 kg/hora al ocupar un tiempo de 1 hora = 2 kg
Flujo de gas = 1m^3/hora, al ocupar un tiempo de 1hora = 1m^3
Longitud del cordón de soldadura =2,35 m

$$\text{Costos del gas} = \frac{0{,}098 \text{ kg/ml x } 1m^3 \text{ x } 37{,}83 \text{ \$/}m^3 \text{ x } 2{,}35 \text{ ml}}{2 \text{ kg}} = 4{,}36 \text{ dolares}$$

- **Costos del CO2:**

$$\text{Costo del CO2} = \frac{\text{Pmd x Valor CO2 x longitud de soldadura}}{\text{Eficiencia deposición}}$$

Donde:

Pmd : peso del metal depositado = 0.098 kg/ml
Valor del CO2 = 2,31 dolares/kg
Eficiencia deposición = 90%
Longitud del cordón de soldadura en forma lineal = 2,35 ml

$$\text{Costo del CO2} = \frac{0{,}098 \text{ kg/ml} \times 2{,}31 \text{ \$/kg} \times 2{,}35 \text{ ml}}{0{,}9} = 0{,}59 \text{ dolares}$$

El costo total del proceso de soldadura es la suma de los costos de los materiales utilizados y mano de obra, tenemos que:

Costos del proceso de soldadura

= costo electrodo + costo de mano de obra y gastos generales + costo del gas + costo del Co2

Costos del proceso de soldadura = 0,87 + 18,80 + 4,36 + 0,59 = 24,62 dolares

Una vez obtenido el costo del proceso de soldadura, sumamos los costos de los procesos adicionales, así:

Costo Total = Costo del proceso de soldadura + costos del proceso de desmontaje y Montaje del puente delantero + refuerzos a utilizar

Costos Total = 24,62 + 40 + 1,75 + 0,89 = 67,26 dolares

Por lo tanto, para llevar a cabo la solución, en la cual se utilizan un cordón de soldadura de 2,35 m, y refuerzo tipo perfil “L” y placa rectangular sobre la zona. Se requiere de un presupuesto de 67,26 dolares aproximadamente.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL DIÓXIDO EL CARBONO

GAS CO_2

Producto : DIÓXIDO DE CARBONO

Nombre químico : Dióxido de carbono

Sinónimos : Anhídrido carbónico, gas ácido carbónico

Grupo químico : Anhídrido ácido

Fórmula : CO_2

Nombre(s) comercial(es) : Dióxido de carbono, gas carbónico.

Material : Dióxido de carbono.

Porcentaje (%) : 99,0 mínimo

CAP (Concentración Ambiental Permisible) / TLV = 5.000 ppm

LEB(Límite de Exposición Breve) = 30.000 ppm

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Peso molecular : 44,01

Gravedad específica (aire = 1) : 1,522 a 21,1 °C (70 °F) y 1 atm

Densidad del gas : 1,833 kg/m3 (0,1444 lb/ft3) a 21,1 °C (70°F) Y 1 atm

Densidad del líquido (saturado) : 762 kg/m3 (47,6 lb/ft~ a 21,1 °C (70°F) Y 1 atm

Presión de vapor : 5.778 kPa (838 PSlg) a 21,1 °C (70°F)

Solubilidad en agua (% en peso) : 0,9 a 20°C (68°F) Y 1 atm

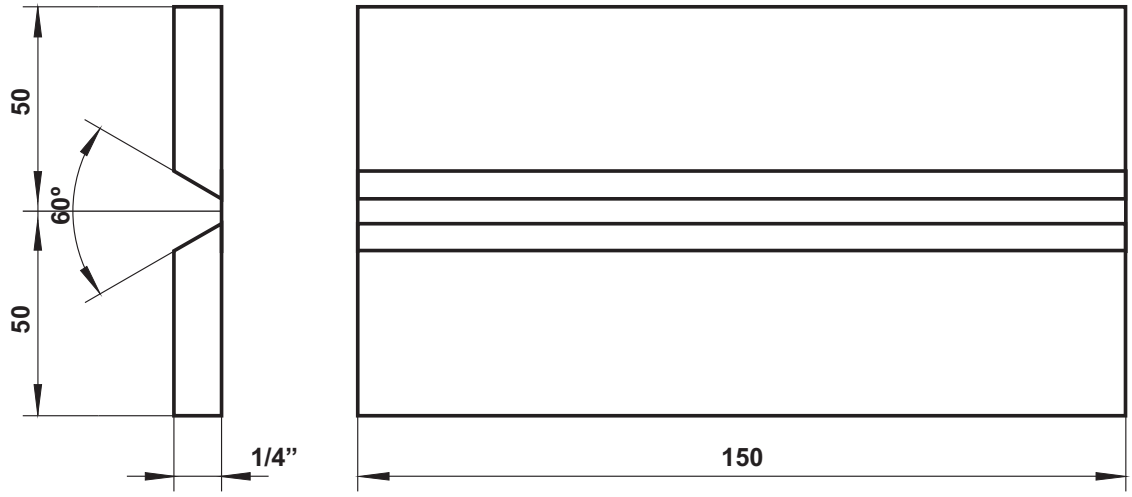
Porcentaje de materia volátil en volumen : 100

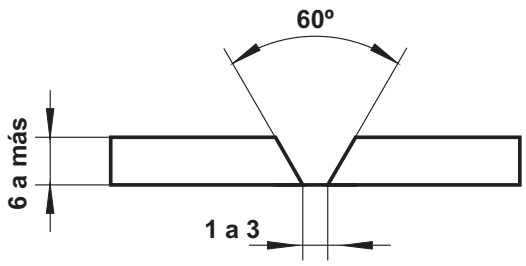
Coeficiente de evaporación (acetato de butilo = 1) : Alto

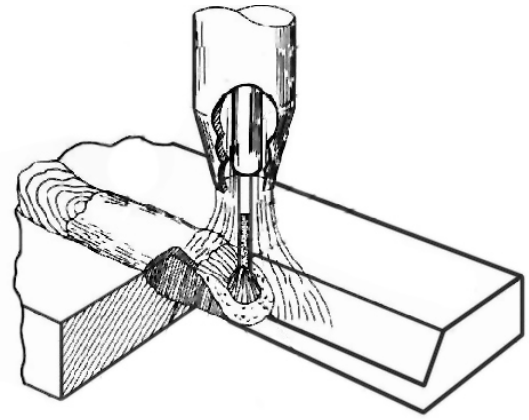
pH : 3,7 (para ácido carbónico)

Punto de sublimación : -78,5 °C (-109,3 °F) a 1 atm

Apariencia, olor y estado : Gas incoloro, inodoro y sin gusto a presión y temperatura normales.







Nº	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
01	Prepare equipo	- Careta para soldar - Guantes - Mandil de cuero - Equipo de soldadura MIG - MAG - Escobilla de fierro - Pica Escoria - Alicates y/o tenazas
02	Prepare material base	
03	Encienda y mantenga el arco eléctrico	
04	Soldar unión a tope en “V” en posición plana	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01	SOLDAR PLACA	50 X 150 X 1/4"	St 37	

SENATI	SOLDADURA A TOPE EN V EN POSICIÓN PLANA	HT 03	REF. HO. 06
	SOLDADOR ESTRUCTURAL	TIEMPO: 8 Hrs.	HOJA: 1
		ESCALA: S / E	2014

OPERACIÓN:

SOLDAR UNIÓN A TOPE EN "V" POSICIÓN PLANA

Esta operación consiste en soldar uniones a tope de piezas de acero al carbono biseladas, de acuerdo a medidas y normas técnicas.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Preparar las piezas.

a) Bisele las platinas a un ángulo de 30° y de talón 3 mm (Fig. 1).

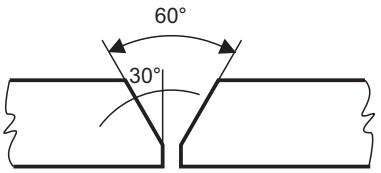


Fig. 1

OBSERVACIÓN
Verifique bisel y lime rebabas de los bordes.

2° Paso: Prepare maquina a soldar.

3° Paso: Encienda y mantenga el arco eléctrico.

a) Apuntalar platinas (Fig.2).

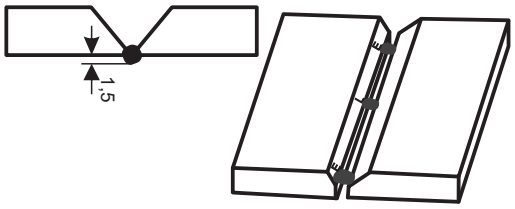


Fig. 2

OBSERVACIÓN
La separación de las piezas deben ser igual al diámetro del núcleo del electrodo.

4° Paso: Depositar el primer cordón de soldadura

a) Incline la antorcha a un ángulo de 60° - 80° y haga arco.

b) Avance haciendo movimiento en zig-zag (Fig. 3).

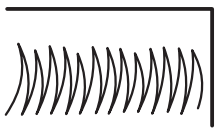


Fig. 3

OBSERVACIÓN
- El cordón de primer pase debe de sobre salir 1,5mm la superficie posterior de la pieza.
- Esmerile y limpie el cordón de primer pase antes de depositar el segundo cordón.

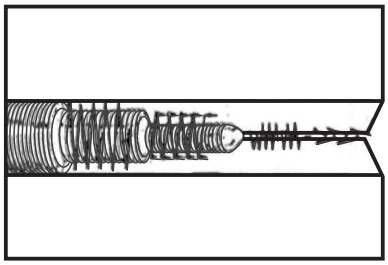


Fig. 4

5° Paso: Depositar los cordones restantes.

a) Depositar el segundo y tercer cordón de soldadura, haciendo movimiento de media luna (Fig. 4).

OBSERVACIÓN
El cordón de acabado no debe sobresalir mas de 3 mm

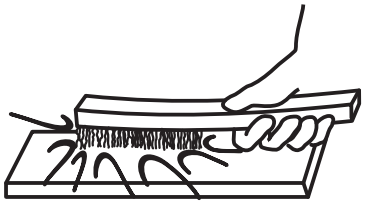


Fig. 5

6° Paso: Limpie la unión soldada con piqueta y cepillo de acero (Fig. 5.

PROPIEDADES FÍSICA Y QUÍMICA DEL ARGÓN

Argón

El argón es un elemento químico de número atómico 18 y símbolo Ar. Es el tercero de los gases nobles, incoloro e inerte como ellos, constituye en tono al 1% del aire.

Características principales

Tiene una solubilidad en agua 2,5 veces la del nitrógeno y la del oxígeno. Es un gas monoatómico inerte, e incoloro e inodoro tanto en estado líquido como gaseoso. No se conocen compuestos verdaderos del argón, habiéndose anunciado una compuesta con flúor muy inestable cuya existencia aún no se ha probado.

El argón puede formar clatratos con el agua cuando sus átomos quedan atrapados en una red de moléculas de agua.

Aplicaciones

Se emplea como gas de relleno en lámparas incandescentes ya que no reacciona con el material del filamento incluso a altas temperatura y presión, prolongando de este modo la vida útil de la bombilla, y en situación del neón en lámparas fluorescentes cuando se desea un color verde-azul en vez del rojo del neón.

También como sustito del nitrógeno molecular (N_2) cuando éste no se comporta como gas inerte por las condiciones de operación.

En el ámbito industrial y científico se emplea universalmente en la recreación de atmósferas inertes (no reaccionantes) para evitar reacciones químicas indeseadas en multitud de operaciones:

- Soldadura al arco eléctrico y oxicorte.
- Fabricación de titanio y otros elementos reactivos.
- Fabricación de monocristales-piezas cilíndricas formadas por una estructura cristalina-desilicio y germanio para componentes semiconductores.

El argón-39 se usa, entre otras aplicaciones, para la datación de núcleos de helio, y aguas subterráneas.

En el buceo técnico, se emplea el argón para el inflado de trajes secos - los que impiden el contacto de la piel con el agua a diferencia de los húmedos típicos de neopreno - tanto por ser inerte como por su pequeña conductividad térmica loq ue proporciona el aislamiento térmico necesario para realizar largas inmersiones a cierta profundidad.

El láser de argón tiene usos médicos en odontología y oftalmología; la primera intervención con láser de argón, realizada por Francis I Esperance, para tratar una retinopatía se realizó en febrero de 1968.

Símbolo químico	: Ar	**Configuración electrónica**	: [Ne]3s23p6
Numero atómico	: 18	**Electrones por capa**	**: 2, 8, 8.**
Grupo	: 18	**Estructura cristalina**	: cúbica centrada en las caras
Periodo	: 3	**Estado**	: gaseoso
Aspecto	: Incoloro	**Punto de ebullición**	: 87.3 K
Bloque	: P	**Calor de fusión**	:1.188 kJ/mol
Densidad	: 1.784 kg/m3	**Presión de vapor**	: no aplicable
Masa atómica	:39.948 u	**Temperatura crítica**	: 150,87 K
Radio atómico	: 71	**Presión crítica**	: 4,898·106 Pa
Radio covalente	: 97 pm	**Calor específico**	: 520 J/(K·kg)
Radio de van de Waals	: 188 pm	Conductividad térmica : (300 K) 0,01772 W/(K·m)	
Punto de fusión	: 83.8 K		

PROPIEDAD FISICA Y QUIMICA DEL HELIO

En condiciones normales de presión y temperatura el helio es un gas monoatómico no inflamable, pudiéndose licuar sólo en condiciones extremas (de alta presión y baja temperatura).

Tiene el punto de solidificación más bajo de todos los elementos químicos, siendo el único líquido que no puede solidificarse bajando la temperatura, ya que permanece en estado líquido en el cero absoluto a presión normal. De hecho, su temperatura crítica es de tan sólo 5,19K o -267,96 grados centígrados. Los sólidos 3He y 4He son los únicos en los que es posible, incrementando la presión, reducir el volumen más del 30%. El calor específico del gas helio es muy elevado y el helio vapor muy denso, expandiéndose rápidamente cuando se calienta a temperatura ambiente.

En la soldadura produce un arco de mayor voltaje (40% mayor) por unidad de longitud de arco. Y como consecuencia, un arco más caliente de más profunda penetración, que permite aplicar la soldadura con mayor rapidez. El gas helio es el más indicado para operaciones mecánicas automáticas.

Durante varios años el argón y el helio se ha empleado mezclados para reducir un arco más estable. La mezcla es generalmente 25% argón y 75% helio, también se emplean otras mezclas de gas para tipos especiales de aplicaciones. Sin embargo, estas deben emplearse únicamente según lo indique el proveedor de gas.

Helio

Nombre, ,número	He, 2
Serie química	Gases nobles
Grupo, período,bloque	18, 1, p
Masa atómica	4,0026 u
Configuración electrónica	$1s^2$
Electrones por nivel	2 (imagen)
Radio atómico (calc)	31 pm (Radio de Bohr)
Radio covalente	32 pm
Radio de van der Waals	140 pm
Conductividad eléctrica	Sin datos S/m
Estado ordinario	Gas
Densidad	0,1785 kg/m^3
Punto de fusión	0,95 K (-272 °C)
Punto de ebullición	4,22 K (-269 °C)
Entalpía de vaporización	0,0845 kJ/mol
Entalpía de fusión	5,23 kJ/mol
Estructura cristalina	hexagonal
Calor específico	5193 J/(K·kg)
Conductividad térmica	0,152 W/(K·m)
Velocidad del sonido	970 m/s a 293,15 K(20 °C)

APLICACIONES DEL DIBUJO DE SOLDADURA

La norma internacional ISO 2553: 1992 recoge las reglas a aplicar para la representación simbólica en los planos de las uniones soldadas realizadas por fusión por soldeo fuerte o por soldeo blando. Las uniones pueden representarse por de acuerdo a las recomendaciones generales para el dibujo técnico. No obstante se aconseja el uso de la representación simbólica de la que se describe en esta norma.
Esta representación simbólica consta de un símbolo base que luego se puede complementar mediante un símbolo adicional, un sistema para indicar las dimensiones, y para los planos de taller de algunas indicaciones complementarias.

Signos y símbolos de soldadura

Los símbolos fundamentales de soldadura dan explicación sobre la clase de cordón y la preparación de las piezas en la junta de soldadura (Tabla 1).
El símbolo de soldadura puede ser completado con datos de terminación adicional.

TABLA 1 - SÍMBOLOS FUNDAMENTALES DE SOLDADURA A TOPE

	Denominación	Símbolo	Ilustración
SIN BISEL	unión en reborde		
SIN BISEL	unión en I		
CON BISEL	unión en V		
CON BISEL	unión en semi-V		
CON BISEL	unión en K		
CON BISEL	Unión en X		
CON BISEL	Unión en U		
CON BISEL	Unión en doble U		

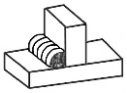
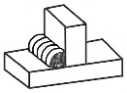
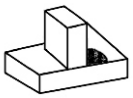
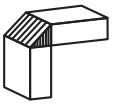
	Denominación	Símbolo	Ilustración
CON BISEL	Unión en Y		
CON BISEL	unión en doble Y		
CON BISEL	unión en media Y		
CON BISEL	unión en K con alma		
CON BISEL	unión en J		
CON BISEL	unión en doble J		

TABLA 2 - SÍMBOLOS FUNDAMENTALES DE SOLDADURA FRONTAL

	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ILUSTRACIÓN
CON BISEL	unión en plano frontal		

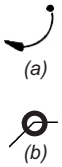
	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ILUSTRACIÓN
CON BISEL	unión de juntura frontal		

TABLA 3 - SÍMBOLOS FUNDAMENTALES DE SOLDADURA EN ÁNGULO

DENOMINACION	SÍMBOLO	ILUSTRACIÓN	DENOMINACION	SÍMBOLO	ILUSTRACIÓN
Cordón angular (visible)			Cordón angular (doble)		
Cordón angular (no visible)			Cordón angular exterior		

Nota : El vértice del ángulo del símbolo se traza siempre hacia la derecha en la representación simbólica. ejemplo: 

TABLA 4 - SIGNOS ADICIONALES DE SOLDADURA

Signo	Significado	Signo	Significado	Signo	Significado	Signo	Significado
	Cordón aplanado o alisado		Cordón angular cóncavo		Cordón angular convexo cóncavo		* soldadura en general
	Cordón de enlace mecanizado		Cordón angular convexo o reforzado		Soldadura a realizarse en la obra a la hora del montaje. (La bande rita se coloca en el símbolo de soldadura		Soldar a todo alrededor a) En una repres. gráfica b) En una repres. simbólica
	Cordón en la raíz (capa de soldadura por el reverso)		* Cordón angular continuo				
	Cordón angular plano o liso		Cordón angular cóncavo continuo		Cordón a ras o liso		Cordón convexo o reforzado

NOTAS: * Se emplea cuando se hace referencia a la existencia de un cordón de soldadura (por ejemplo en dibujos de oferta), sin dar detalle sobre su clase y ejecución.
** Para indicar que un cordón es continuo, en una costura angular, se traza una raya horizontal en el triangulo.

CLASE DE EJECUCIÓN
Orden dirección de las soldaduras

Para indicar el orden en que se realiza las soldaduras, se han previsto cifras enmarcadas en cuadritos (fig. 1).

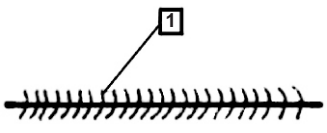


Fig. 1

Las direcciones de las soldaduras pueden designarse mediante flechas, con rayas de limitación que pueden significar el principio de una costura. (fig. 2).

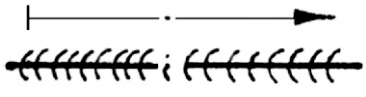


Fig. 2

Si se dan el orden y la dirección de las soldaduras en una representación gráfica, se trazan los cuadritos en el trazo de la flecha (fig. 3).

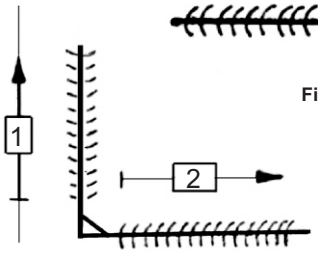


Fig. 3

SÍMBOLO GENERAL DE SOLDADURA, SEGÚN EL SISTEMA DIN

En la fig. 4, se representa en tamaño ampliado el símbolo general de soldadura, que está compuesto de las siguientes partes:
- La línea de referencia,
- La línea de señal.

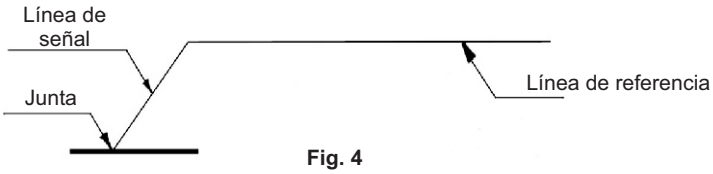
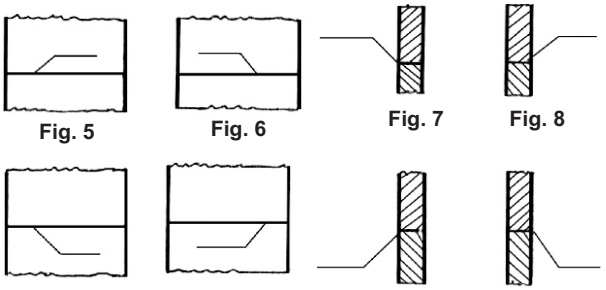


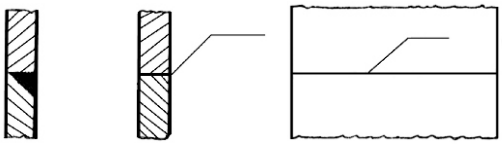
Fig. 4

La línea de señal forma un cierto ángulo con la línea de referencia y no lleva flecha ni cola.

La porción de la línea de señal, con referencia a la representación esquemática, de la soldadura, podrá ser cualquiera (fig. 5 a 12).


Fig. 5 Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8 Fig. 9 Fig. 10 Fig. 11 Fig. 12

Sin embargo cuando la junta lleva bisel, la línea de señal se dirige (o apunta) hacia la plancha que esta preparada (fig. 13)


Fig. 13

LADO DE LA LINEA DE SEÑAL Y LADO OPUESTO DE LA SOLDADURA

Toda junta cuya soldadura se encuentra indicada por un símbolo, tiene siempre:
- Un lado de la línea de señal, y
- Un lado opuesto (fig. 14).

Nota: el lado de la línea de señal es el lado cercano.

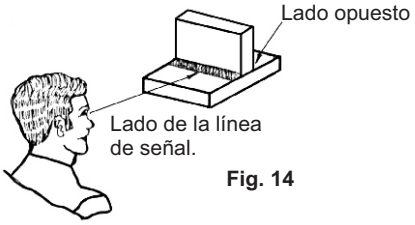


Fig. 14

UBICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS DE SOLDADURA

El (los) símbolo (s) se coloca (n) encima o debajo de la línea de referencia (fig. 15).

El símbolo se coloca por encima de la línea de referencia, cuando la soldadura se sitúa sobre el lado de la línea de señal (fig. 16)

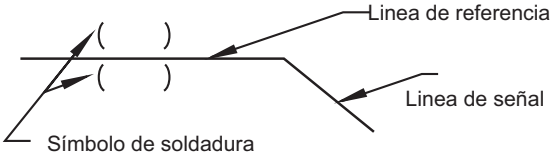


Fig. 15

El símbolo se pone por debajo de la línea de referencia, si la soldadura se sitúa sobre el lado opuesto de la línea de señal (fig. 17)

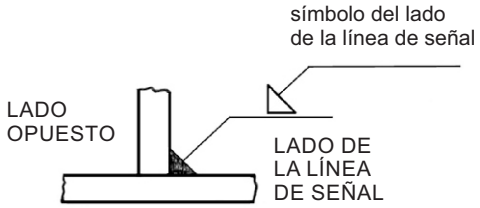


Fig. 16

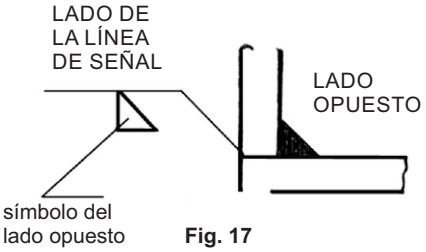


Fig. 17

Cuando la soladura se sitúa en ambos lados de la junta, el símbolo se pone en ambos lados, encima y debajo de la línea de referencia (fig. 18).
Además existen construcciones metálicas formadas por más de una junta (fig. 19).

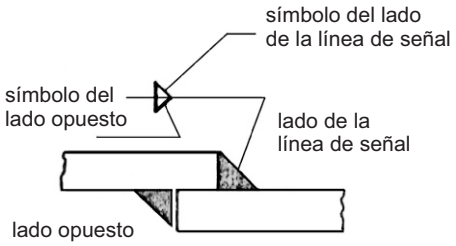


Fig. 18

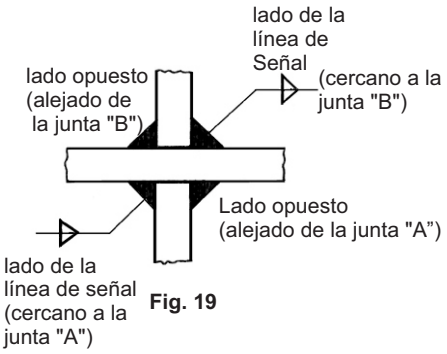


Fig. 19

UBICACIÓN DE LOS SIGNOS ADICIONALES DE SOLDADURA A RAS Y CONVEXO

Las indicaciones se hacen agregando al símbolo fundamental un trazo recto ( ) para la soldadura a ras o lisa (Fig. 20), y un trazo curvo ( ) para la soldadura convexa o reforzada (Fig. 21).

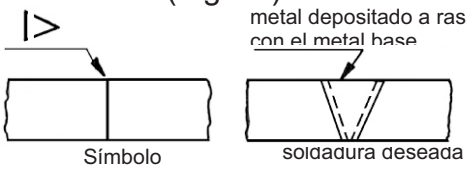


Fig. 20
Símbolo para el contorno de la cara a ras en el lado de la línea de señal

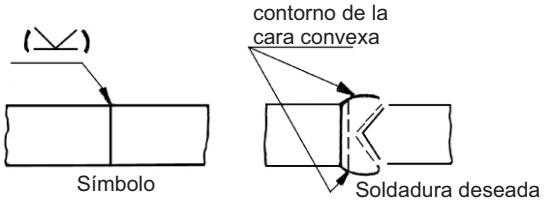


Fig. 21
símbolo para el contorno de la cara convexa o reforzada en ambos lados.

Ubicación de los signos soldar al alrededor

El signo adicional (O) se coloca en la unión de la línea de referencia y de la línea de señal, e indica soldadura total de la junta (Fig. 22).

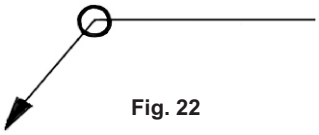


Fig. 22

Representación gráfica.- El cordón de soldadura se representa en la vista por una línea. El símbolo de soldadura se pone sobre la línea del cordón (fig. 23). También se admite poner el símbolo en la interrupción de la línea del cordón (fig. 24).
Si se desea destacar el cordón de soldadura en casos especiales, se representa en la vista mediante arcos cortos al comienzo y al final del cordón, y el resto se sustituye por el símbolo respectivo (fig. 25).

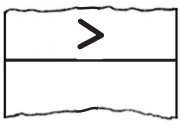


Fig. 23

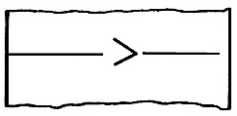


Fig. 24

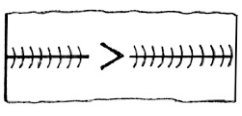


Fig. 25

En la sección, el cordón de soldadura se representa por una zona ennegrecida que tiene la forma de la junta llena (fig. 26). Los signos adicionales también se ponen en la sección del cordón (fig. 27)



Fig. 26

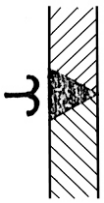


Fig. 27

Representación simbólica

El cordón de soldadura se representa, tanto en la vista como en la sección, por una línea de cordón. El símbolo y el signo adicional se pone encima o debajo de una línea de referencia, que parte del cordón de soldadura en cualquier dirección y se quiebra formando un ángulo (fig. 28). Si el cordón se sitúa en el lado de la línea de señal (lado cercano y visible), el símbolo se pone sobre la línea de referencia, y si el cordón se sitúa en el lado opuesto (lado no visible), el símbolo se pone de bajo de la línea de referencia.

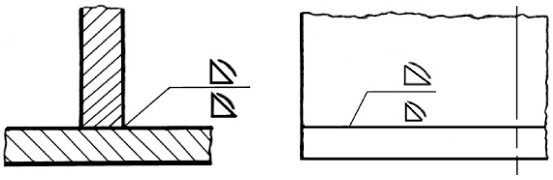
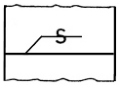
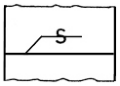
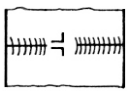
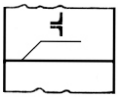


Fig. 28

La línea de referencia se traza, paralela al borde inferior del dibujo. Para cordones situados a un lado, dicha línea se traza en el lado desde donde se suelda.

Tabla 5.- Representación de soldadura a tope, en los dibujos

Representación gráfica		Denominacion	Representación gráfica	
Sección	Vista		Sección	Vista
		Unión a tope signo de soldadura en general		
		Unión en reborde		

Soldadura plana y horizontal de costuras a tope.

En la tabla se indican los tipos de juntas y datos técnicos más importantes. Es conveniente usar la soldadura hacia la izquierda para planchas delgadas. En caso de una abertura de raíz pequeña se conduce el soplete en forma rectilínea, en caso de una abertura más grande se hace oscilar el soplete. Para las capas de relleno y de cubierta también debe oscilar o girarse un poco el soplete, pero se emplea la soldadura hacia la derecha.

La velocidad de soldadura depende en cada caso de las condiciones existentes como intensidad y tensión de corriente, diámetro de alambre, preparación de la junta, cantidad de capas ancho de oscilación, etc.

Tabla Datos de soldadura para juntas a tope en horizontal (valores de orientación)

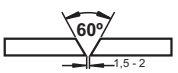
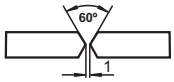
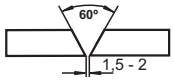
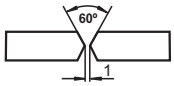
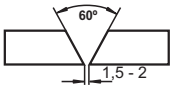
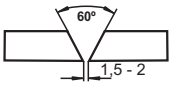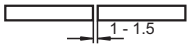
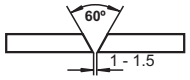
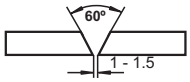
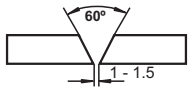
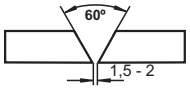
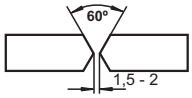
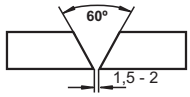
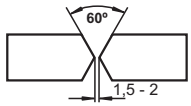
Espesor de la plancha mm	Preparación de la junta	Cantidad de pases	Alambres ø mm	Avance del alambre m/min	Amperaje A	Voltaje V
1		1	0,8	2,3	50	18
2		1	0,8	3,1	70	19
3		1	1,0	3,0	100	19
4		1	1,0	4,3	130	20
6		2	1,2	3,4	150	21
6		2	1,2	3,4	150	21
8		2	1,2	3,7	160	22

Tabla :Datos de soldadura para juntas a tope en vertical (valores de orientación).

Espesor de la plancha, mm	Preparación de la junta	Cantidad de pases	Alambres ⌀ mm	Avance del alambre m/min	Amperaje A	Voltaje V
10		2	1,2	5,3	200	24
10		3	1,2	3,4	150	21
12		2	1,2	7,6	250	26
12		3 { 1 2	1,2 1,2	3,4 7,6	150 250	21 26
15		2	1,6	6,2	350	31
15		4 { 1 3	1,2 1,6	3,4 6,2	150 350	21 31

Espesor de la plancha mm.	Preparación de la junta	Cantidad de pases	Alambres ⌀ mm	Avance del alambre m/min	Amperaje A	Voltaje V
1		1D	0,8	2,3	50	18
2		1D	0,8	3,1	70	19
3		1D	1,0	3,0	100	19
4		1D	1,0	4,3	130	20
6		2D	1,2	3,4	150	20
8		2D	1,2	3,4	150	20
10		2 { 1D 1A	1,2	3,4	150	20
12		3 { 1D 2A	1,2	3,4	150	20
15		4A	1,2	3,4	150	20
15		4 { 1D 3A	1,2	3,4	150	20
20		4A	1,2	3,4	150	20

D = Soldadura descendente **A = Soldadura ascendente**

OKI 10CI "Uqnf cf wtc"f g"nqu"cegtqu"cn"ectd..p								
	Gur guqt"f gn Ocvgtkcn]o o_	Ugr ctcek.p q"cdgtwwtc]o o_	Fk"o gvtq f gn"cnco dtg]o o_	Ocvgtkcn f gr qukxcf q]mi lo_	Xgmqekf cf f g"cnko gp/ wcekqp]o lo kp_	Co r gtclg]C_	Xgmqekf cf f g"uqnf gq]eo lo kp_	Xqnvclg]X_
	3	2	2.8	2.24	9.2	82	: 5	36
	4	3.2	2.:	2.25	8.:	332	: 5	38
	5	4.2	3.2	2.27	8.2	372	85	42144
	8	4.2	3.4	2.2: 7	: .7	427	72	44148
	8	3.7	3.2	2.367	8.: l: .2	3723; 2	8: 167	42146
82¼	32	4	3.4	2.45;	8.2146	3721562	5: 182	42156
	37	4	3.4	2.842	8.2146	3721562	5: 182	42156
	42	5	3.8	3.672	8.2134	4221652	661672	4215:
	4	2	2.:	2.26	32139	332	831335	38
	6	2	3.2	2.29:	9135	3: 214: 2	761; ;	44156
	8	2	3.4	2.398	7136	4221572	46189	46157
	34	2	3.4	2.895	7136	4221572	9139	46157
	42	2	3.4	3.: 39	7136	4221572	4.718.7	46157

OKI 10CI "Uqnf cf wtc"f gn"cnwo kpkq								
	Gur guqt"f gn Ocvgtkcn]o o_	Ugr ctcek.p q"cdgtwwtc]o o_	Fk"o gvtq f gn"cnco dtg]o o_	Ocvgtkcn f gr qukxcf q]mi lo_	Xgmqekf cf f g"cnko gp/ wcekqp]o lo kp_	Co r gtclg]C_	Xgmqekf cf f g"uqnf gq]eo lo kp_	Xqnvclg]X_
	3	2	2.:	2.237	:	: 21332	8221; 22	3: 144
	4	2	3.4	2.247	: .9	3221342	8221; 22	3: 144
	5	2	3.4	2.252	: .:	3221352	8221: 22	42144
	6	2	3.4	2.292	: .:	3321372	8221972	42144
	8	2	3.8	2.34	; .6	4221447	7721: 72	4814:
	:	2	3.8	2.42	; .5132.7	4521522	7721; 72	4814:
82¼	32	2	3.8	2.46	; .5132.7	4621542	7721; 72	4814:
	34	2	3.8	2.52	; .5133	4821562	7221: 72	4814:
	4	2	3.4	2.252	: .9	3221362	7221; 22	3: 144
	6	2	3.4	2.2: 2	: .4	3321382	6721972	42144
	8	2	3.8	2.3:	8.5	4221462	6721872	4814:
	:	2	3.8	2.47	9.2	4521542	6221872	4814:
	32	2	3.8	2.52	9.8	4621542	5721822	4814:
	4	2	3.4	2.247	: .9	3221342	8221; 22	3: 144
	5	2	3.4	2.252	: .9	3221352	8221; 22	42144
	6	2	3.4	2.282	: .9	3221372	8221: 22	42144
	8	2	3.8	2.32	;	4221452	7721: 22	48148

Símbolos básicos y símbolos adicionales en la representación de la soldadura (sistema DIN)

1.- Símbolos y signos de las soldaduras

Semiborde	
en I	
en V	

Semi V	
en Y	
Semi Y	

En U	
Semi U	
En contraste	

Angular	
En S	
De punto	

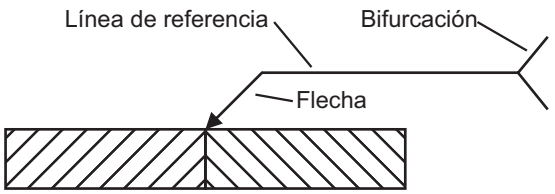
Forma de la superficie	Símbolo complementario
Cóncava	
Plana	
Convexa	

Forma de la superficie	Símbolo complementario
Hacia la izq.	
De montaje	

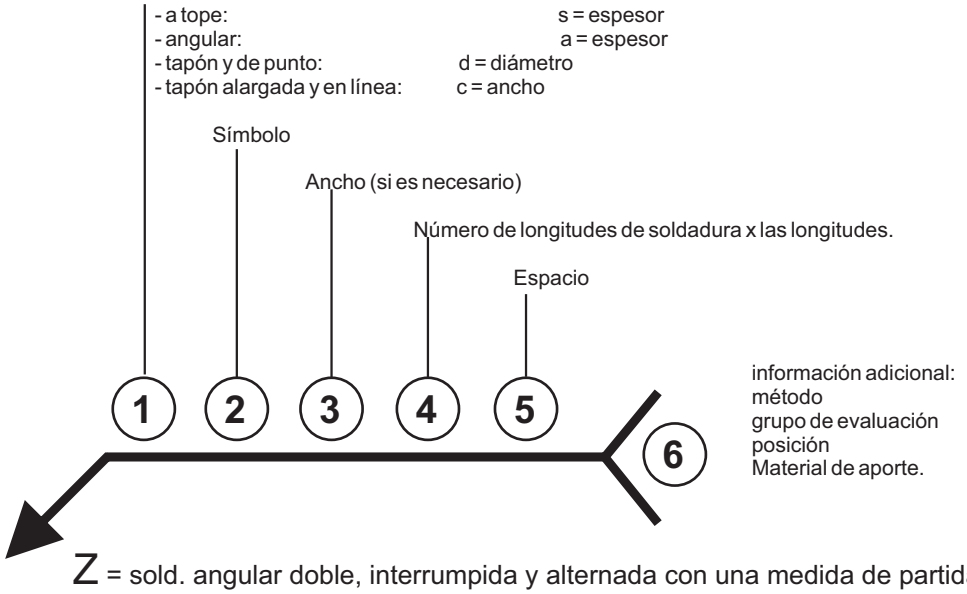
En línea	
en S	
Semi S	

Frontal lisa	
De superficie	
Inclinada	
De junta pregada	

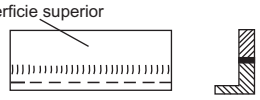
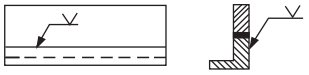
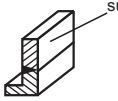
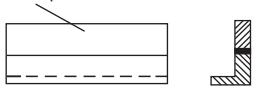
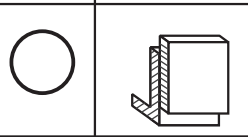
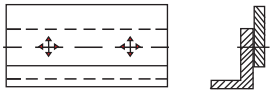
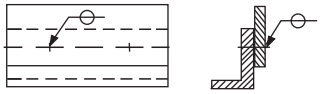
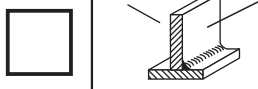
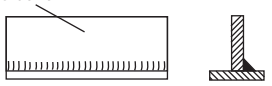
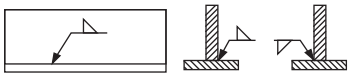
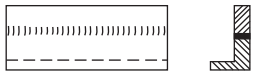
Signos de referencia



El signo de referencia consta de una línea de referencia, de la flecha y de la bifurcación. La línea de referencia debe ser horizontal respecto a la posición principal del dibujo. Las juntas y los símbolos se hacen con líneas gruesas continuas, los signos de referencia con líneas finas continuas.

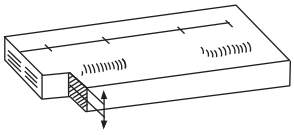
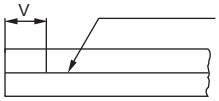
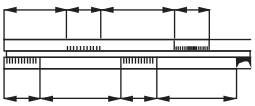
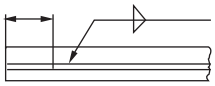
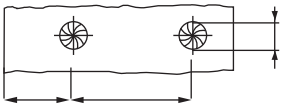
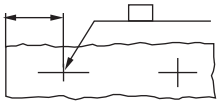
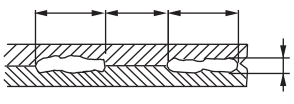
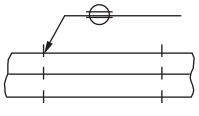


Z = sold. angular doble, interrumpida y alternada con una medida de partida.

Denominación			Representación		
			Tridimensional	Explicada	Simbólica
A	en V				
B	en V				
C	de punto				
D	Angular				
E	semi V				

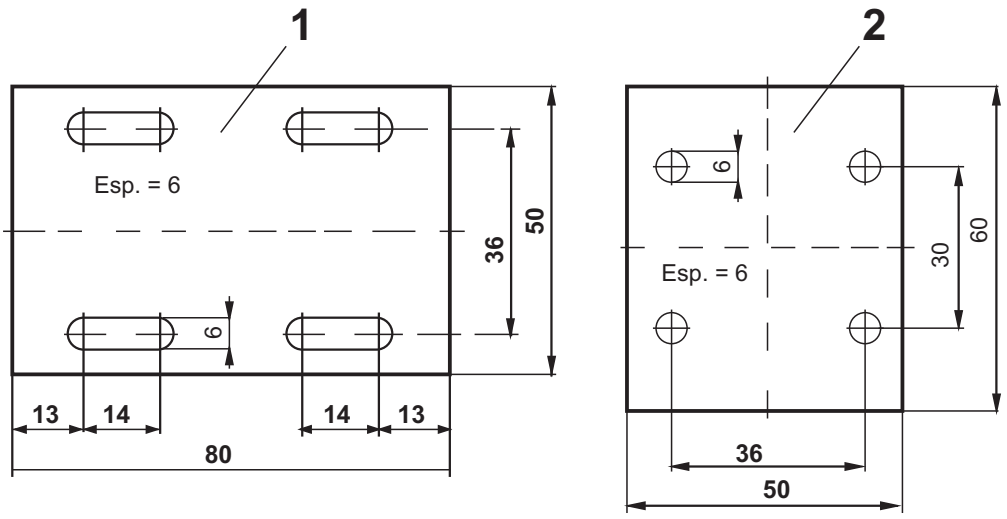
a) El símbolo se ubica cobre la línea de referencia si la flecha señala la "superficie superior".
b) El símbolo se ubica bajo la línea de referencia si la flecha señala la cara opuesta.
c) El símbolo cruza la línea de referencia si la junta se encuentra dentro de la unión.
d) El símbolo se ubica sobre la línea de referencia si la junta está del lado de referencia y debajo de la línea de referencia si la junta está al lado opuesto.
e) Si la junta es asimétrica y tiene un flanco perpendicular a la "superficie superior", la flecha está en dirección al flanco oblicuo.

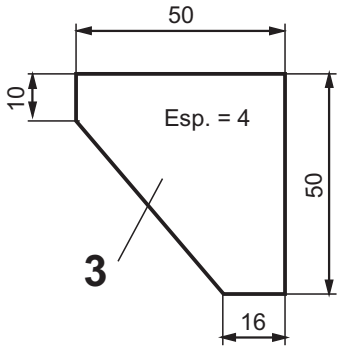
En la representación explicada en corte se dibuja la sección transversal de la junta en negro; en la vista se dibuja la junta visible en forma escamada y la base visible de la junta en línea gruesa continua. En la representación simbólica se dibuja la junta con una línea gruesa continua tanto en corte como en vista.

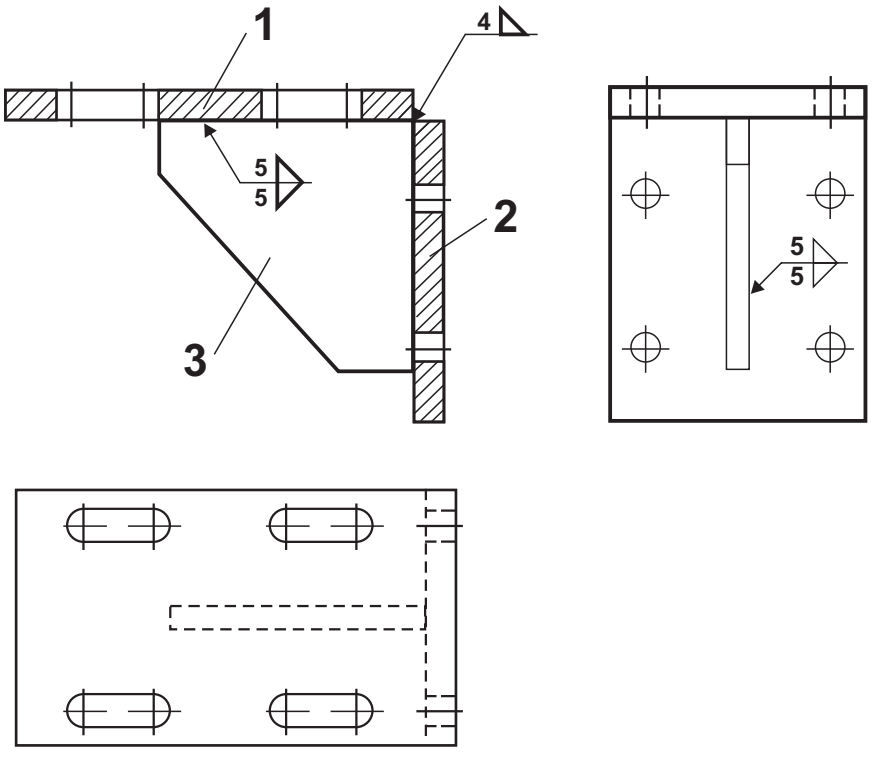
Explicada	Símbolica	Junta
		A tope
		Angular 
		Tapón
		

Ejemplo de uniones por soldadura.

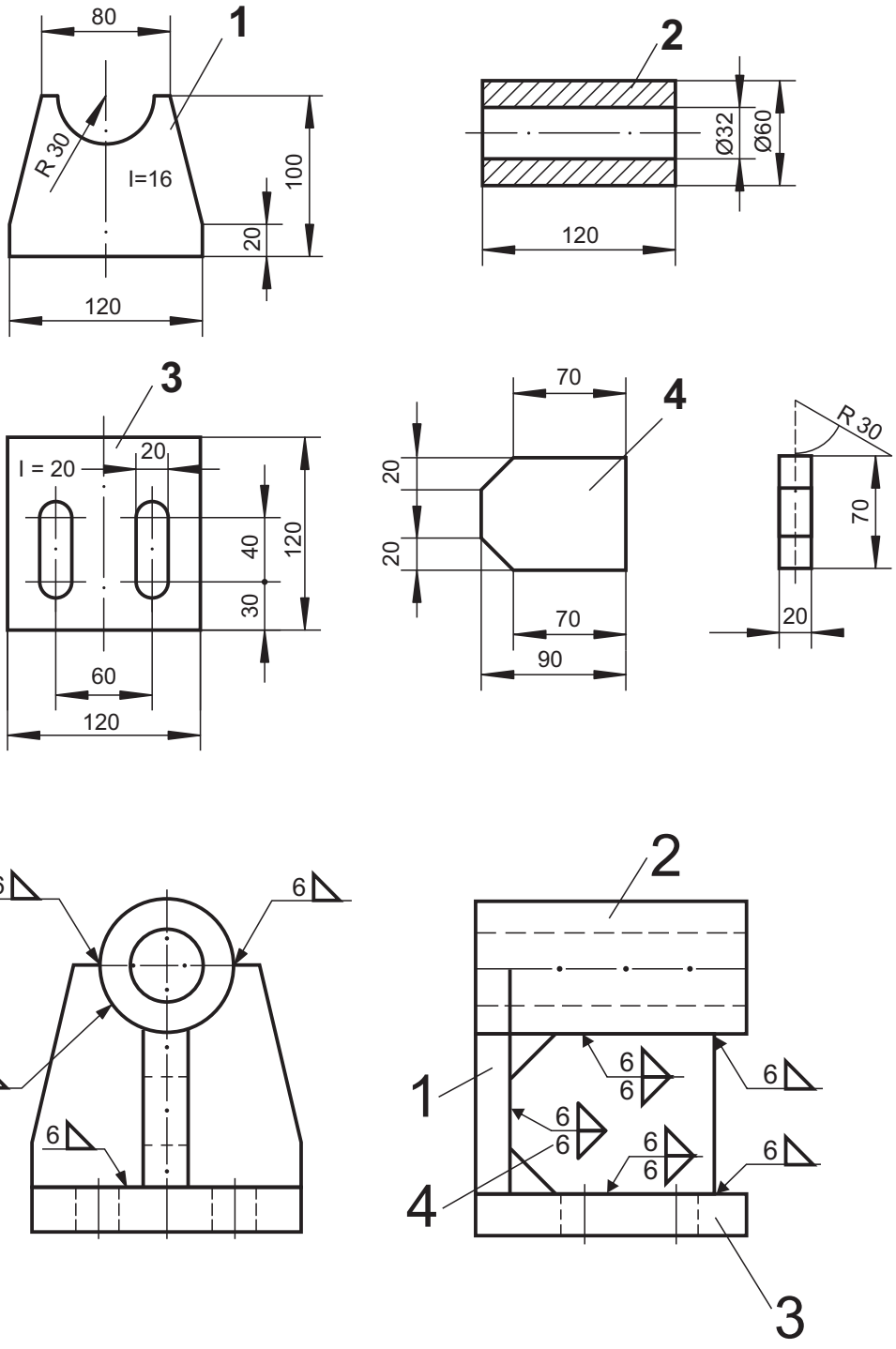
A.-







B.-


1
80
R 30
I=16
100
20
120
2
Ø32
Ø60
120
3
I = 20
20
40
30
120
60
120
4
70
20
20
70
90
R 30
70
20
6
6
6
6
2
1
4
3
6
6
6
6
6
6
6
6

SIMBOLOGÍA DE ELECTRICIDAD BÁSICA

Un esquema eléctrico es la representación de una red, instalación o parte de lo mismo, por medio de símbolos o trazos, que indica las relaciones existentes entre los diferentes elementos y medios de unión empleados para este efecto.

Símbolo
Es la representación convencional de un accesorio, fusible, interruptor o motor eléctrico.
Ejemplos: Los símbolos por si solos no tienen gran aplicación es necesario asociarlos a un circuito o esquema para que tengan sentido practico.

Trazo
Representa las conexiones eléctricas, uniones mecánicas, dependencia entre elementos. Es generalmente una linea que puede ser continua o de trazos. Si es de un solo hilo se llama unifiliar y si es varios, multifilar.

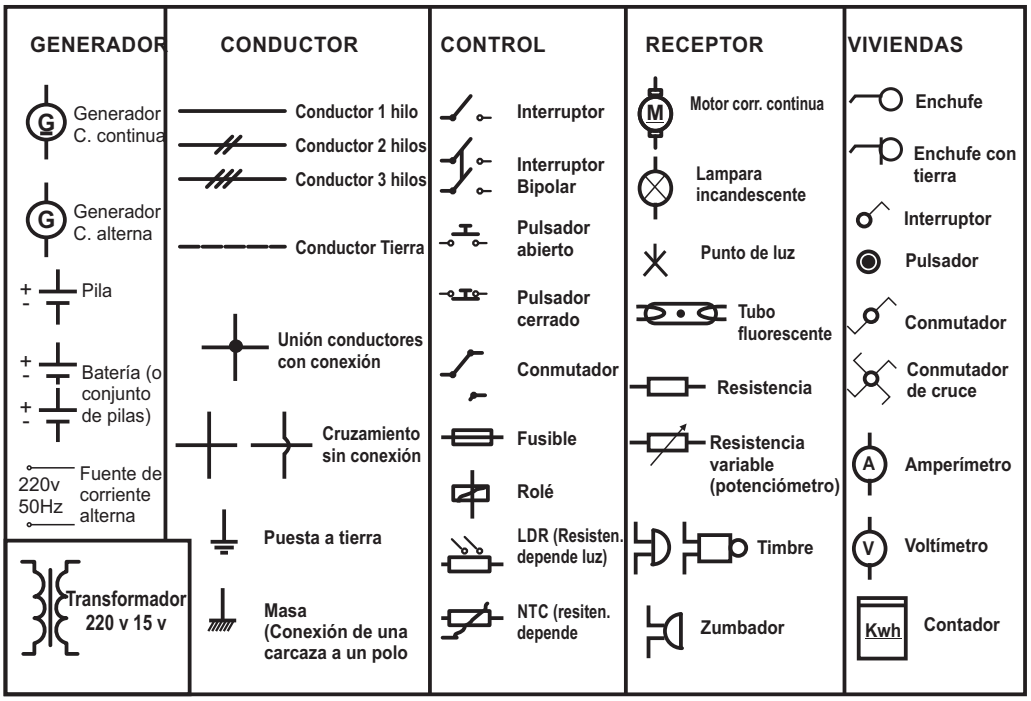
Símbolos para esquemas eléctricos

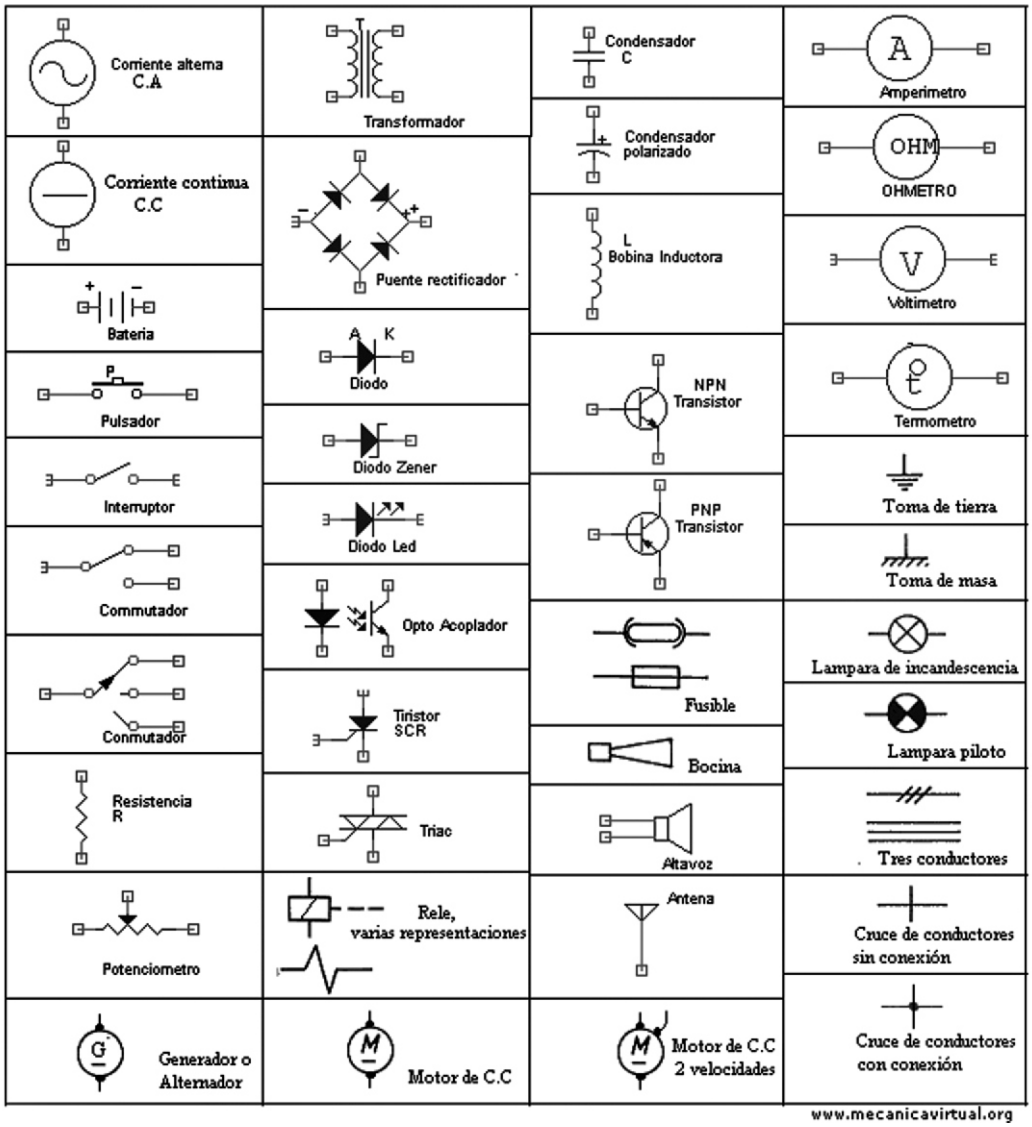
El Código Eléctrico Nacional adopta los símbolos internacionales que corresponden a las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I.)

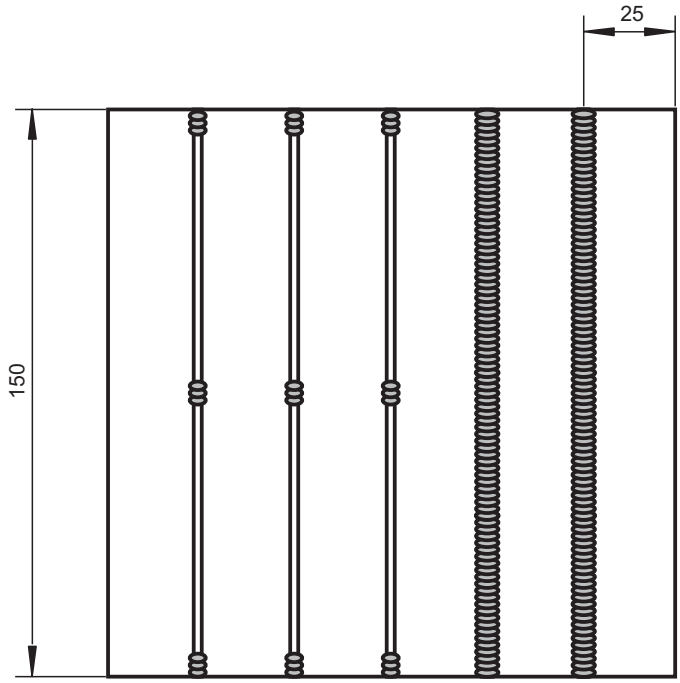
Para dibujos de instalaciones eléctricas domiciliarias, en general se emplean símbolos en:
- Alumbrado y tomacorriente.
- Fuerza motriz.
- Sistema de señalización.
- Sistema de relojes y alarmas.

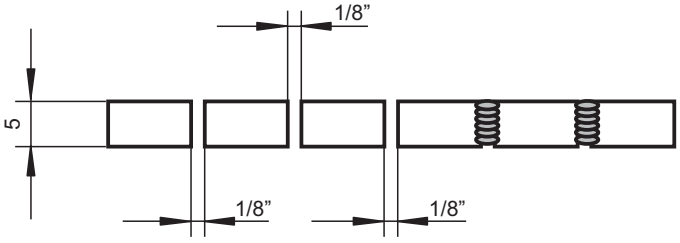
En el trazado de un esquema o sobre un plano se emplean los símbolos normalizados que permiten una fácil lectura de los diversas circuitos electricos que lo componen.

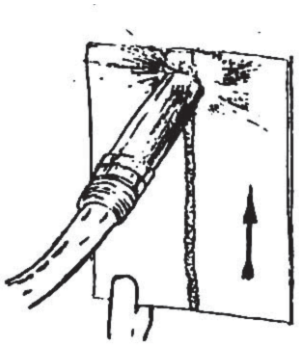
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	DIBUJO PICTÓRICO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	DIBUJO PICTÓRICO
	CONDUCTORES SIN CONEXIÓN			INTERRUPTOR UNIPOLAR	
	CONDUCTORES CON CONEXIÓN			TOMA CORRIENTE BIPOLAR	
	ENCHUFE DE ESPIGAS			LÁMPARA INCANDESCENTE Y SU PORTALÁMPARA	


GENERADOR
Generador C. continua
Generador C. alterna
Pila
Batería (o conjunto de pilas)
220v 50Hz
Fuente de corriente alterna
Transformador 220 v 15 v
CONDUCTOR
Conductor 1 hilo
Conductor 2 hilos
Conductor 3 hilos
Conductor Tierra
Unión conductores con conexión
Cruzamiento sin conexión
Puesta a tierra
Masa (Conexión de una carcaza a un polo
CONTROL
Interruptor
Interruptor Bipolar
Pulsador abierto
Pulsador cerrado
Conmutador
Fusible
Rolé
LDR (Resisten. depende luz)
NTC (resiten. depende
RECEPTOR
Motor corr. continua
Lampara incandescente
Punto de luz
Tubo fluorescente
Resistencia
Resistencia variable (potenciómetro)
Timbre
Zumbador
VIVIENDAS
Enchufe
Enchufe con tierra
Interruptor
Pulsador
Conmutador
Conmutador de cruce
Amperímetro
Voltímetro
Kwh
Contador


Corriente alterna C.A
Corriente continua C.C
Bateria
Pulsador
Interruptor
Conmutador
Conmutador
Resistencia R
Potenciometro
Generador o Alternador
Transformador
Puente rectificador
Diodo
Diodo Zener
Diodo Led
Opto Acoplador
Tiristor SCR
Triac
Rele, varias representaciones
Motor de C.C
Condensador C
Condensador polarizado
L Bobina Inductora
NPN Transistor
PNP Transistor
Fusible
Bocina
Altavoz
Antena
Motor de C.C 2 velocidades
Amperimetro
OHMETRO
Voltimetro
Termometro
Toma de tierra
Toma de masa
Lampara de incandescencia
Lampara piloto
Tres conductores
Cruce de conductores sin conexión
Cruce de conductores con conexión
www.mecanicavirtual.org



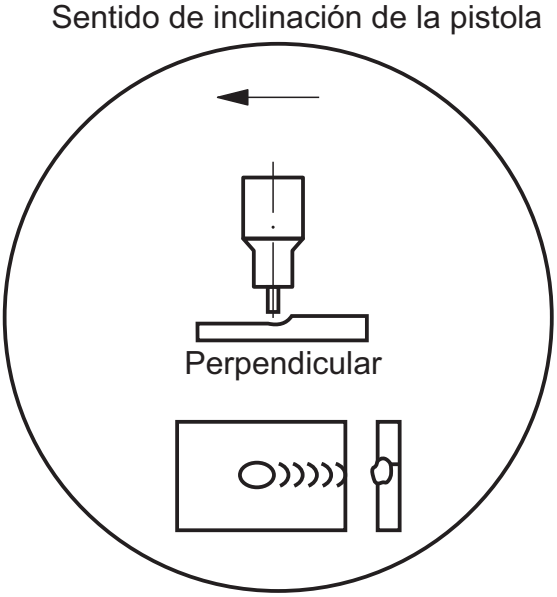


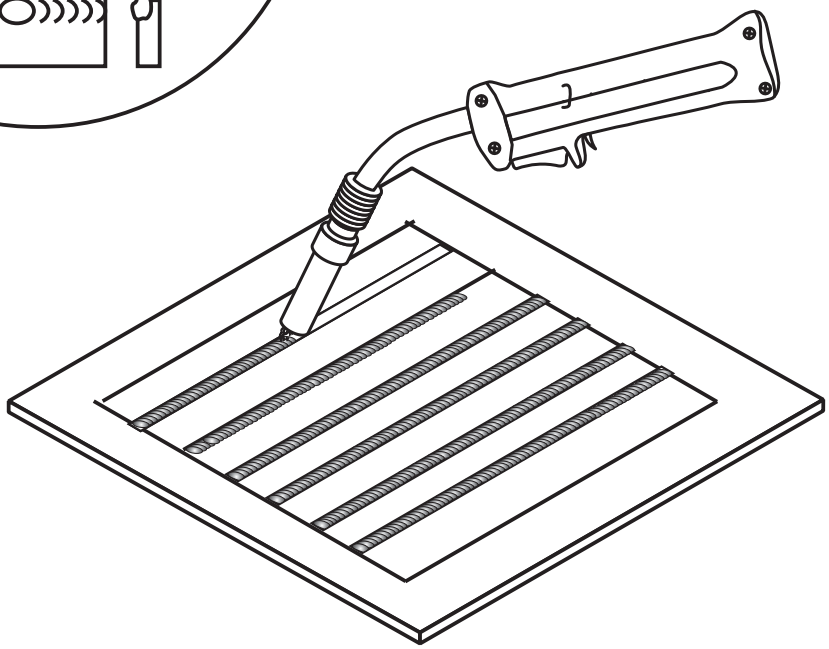


Nº	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
01	Prepare equipo	- Careta para soldar - Guantes - Mandil de cuero - Equipo de soldadura M.A.G. - Escobilla de fierro - Pica Escoria - Alicates
02	Prepare material base	
03	Encienda y mantenga el arco eléctrico	
04	Soldar Unión a Tope en V en Posición Vertical	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	01	SOLDAR PLACA	25 X 100 X 1/4"	St 37	

SENATI	SOLDADURA A TOPE EN V EN POSICIÓN VERTICAL	**HT** 04	**REF.** HO. 07
	SOLDADOR ESTRUCTURAL	**TIEMPO:** 8 Hrs.	**HOJA:** 1
		ESCALA: S / E	2014





Nº	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
01	Prepare equipo	- Regla metalica graduada - Rayador,escuadra, lima semifina - Pica Escoria - Escobilla de acero - Alicate de corte
02	Prepare material base	
03	Encienda y mantenga el arco eléctrico	
04	Depositar cordones con material de Aporte - Aluminio	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN	NORMA / DIMENSIONES	MATERIAL	OBSERVACIONES
01	05	PROBETA	$AlSi_5$ 150 X 150 X 5	Aluminio	

SENATI	SOLDAR CON MIG EN POSICIÓN PLANA EN ALUMINIO	HT 01	REF. HO. 01-04
	SOLDADOR ESTRUCTURAL	TIEMPO: 08 Hrs.	HOJA: 1
		ESCALA: S / E	2014

OPERACIÓN:

SOLDAR UNIÓN A TOPE EN V EN POSICIÓN VERTICAL (MAG)

Esta operación consiste en unir aceros al carbono en posición vertical utilizando un equipo de soldadura MAG y gas protector manteniendo el charco y el electrodo centrado en las 2 piezas bases.

Se utiliza para soldar aceros al carbono.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Prepare equipo.

2º Paso: Prepare material base.

3º Paso: Encienda y mantenga el arco eléctrico.

a) Prepare el ángulo de abertura a 90º

b) Apuntale en los extremos de las piezas a soldar (Fig. 1).

c) Fije el metal base en el soporte de la mesa (Fig. 2).

4º Paso: Suelde.

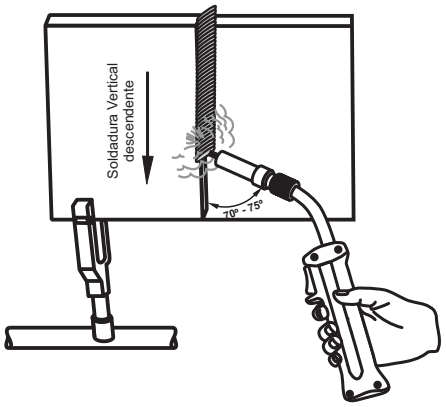
a) Suelde en posición vertical conservando el ángulo de 70 - 75º (Fig. 3).

b) Regule el caudal de protección (CO_2) de 12 a 15 litros por minuto.

c) Mantenga el charco y evite que se extienda o sea demasiado grande.

OBSERVACIÓN

Si el movimiento no es correcto o va muy lento, el charco queda con jorobas.



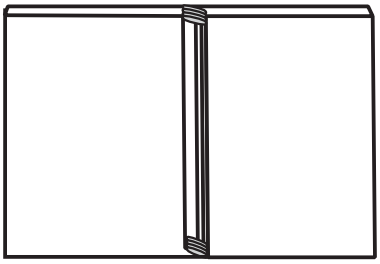


Fig. 1

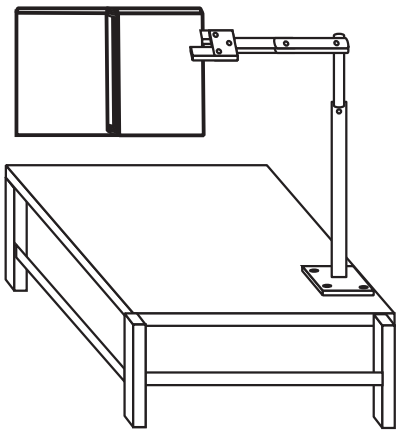


Fig. 2

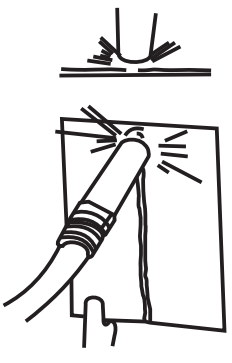


Fig. 3

OPERACIÓN:

PREPARAR EQUIPO DE SOLDADURA MIG

Esta operación que consiste en preparar la maquina de soldar MIG con sus respectivos accesorios complementarios tales como: sistema de alimentación, gas de protección, antorcha y cable de tierra. Todos estos elementos constituyen el equipo de soldadura MIG, necesitando energía eléctrica para su funcionamiento.
Este proceso es muy común para soldar metales como el aluminio.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Instale gas de protección.

a) Instale la botella con gas Argón, el mismo que servirá de protección de la soldadura depositada (Fig. 1).

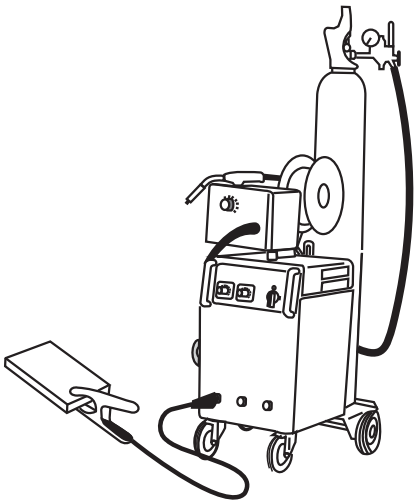


Fig. 1

b) Asegure la botella a la maquina con el dispositivo de seguridad (cadena).

PRECAUCIÓN

Purgue la botella con gas argón antes de conectar los reguladores. Así limpiará la entrada de las impurezas que pueda tener (Fig. 2).

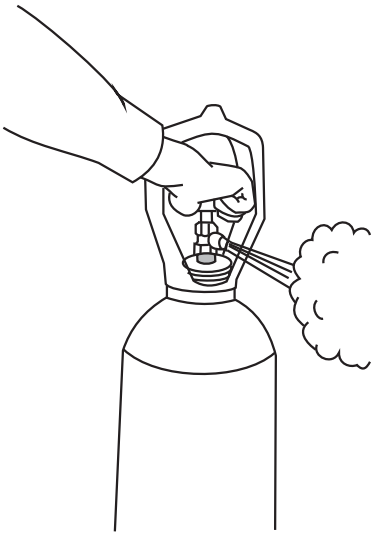


Fig. 2

c) Instale el regulador de presión en la botella. Para esto haga presión suavemente después que se realizo la conexión en las roscas respectivas (Fig. 3).

d) Conecte la manguera en la entrada de gas para la maquina y asegure con una llave para evitar fugas de gas protector (Fig. 4).

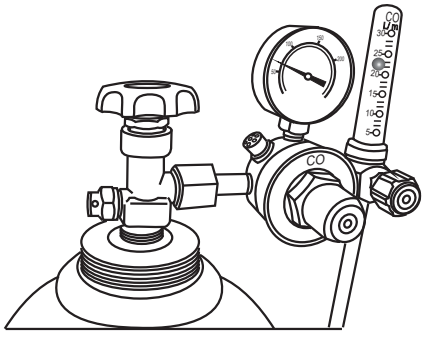


Fig. 3

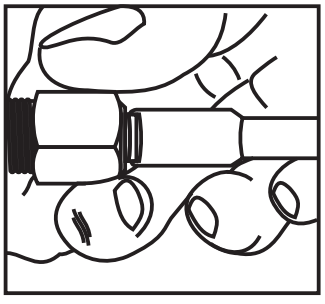


Fig. 4

2° Paso: Prepare antorcha.

a) Coloque el liner en el cable de antorcha, haciendolo pasar en toda su longitud hasta llegar a salir por el cuello de la antorcha (Fig. 5).

OBSERVACIÓN

Se recomienda que el linea sea de teflón, por ser el aluminio un material muy blando

b) Coloque el seguro para fijar el liner en el extremo del cable (allen 1/16").

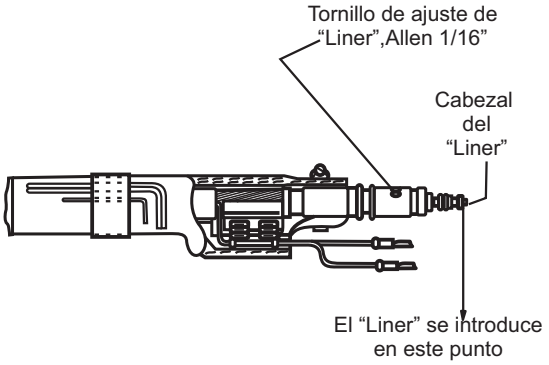


Fig. 5

3º Paso: Instale sistema de alimentación de alambre.

a) Coloque el rollo de aluminio como parte del sistema de alimentación en la maquina, asegurandolo para que este pueda girar junto con el avance del alambre (Fig. 06)

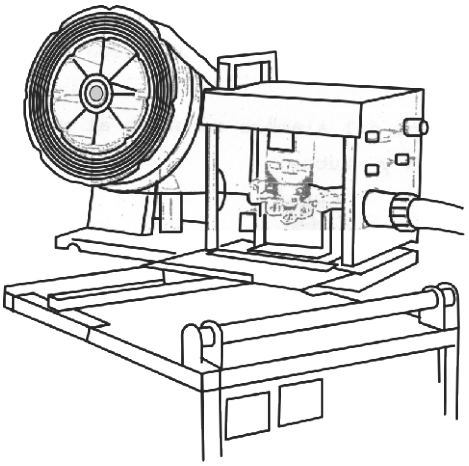


Fig. 6

b) Coloque los rodillos de arrastre teniendo en cuenta el diámetro y material del alambre a usar. En este caso por ser aluminio se tendrá que usar rodillos con canal circular (Fig. 07).

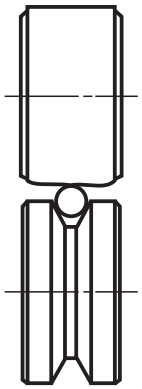


Fig. 7

c) Haga pasar al alambre por la guía de alimentación pasando por el rodillo de arrastre y habiendo bajado el rodillo de presión (Fig. 08).

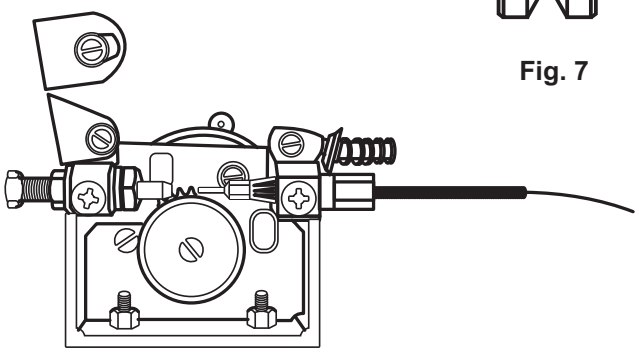


Fig. 8

OBSERVACIÓN

Este avance se hará manualmente, observando que el alambre no se doble dentro del liner de teflón.

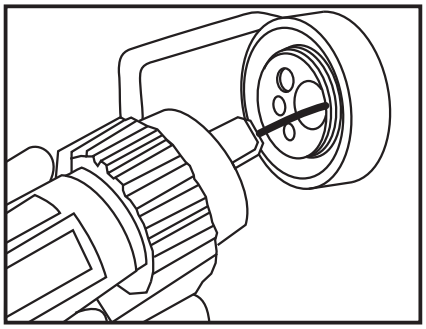


Fig. 9

4° Paso: Conecte los cables de antorcha y tierra.

a) Conecte el cable de la antorcha a la maquina, (Fig. 9).

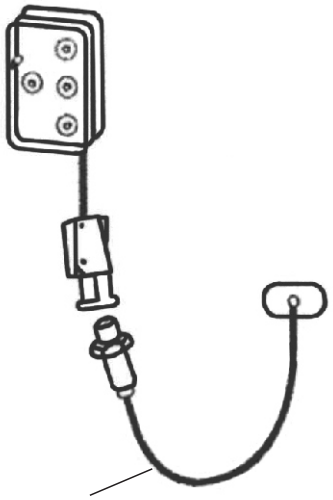
b) Conecte el cable (tierra a la maquina).

OBSERVACIÓN

Tenga en cuenta de la polaridad en que trabajará la máquina para este material (ver tablas)

5º Paso: Conecte la maquina a la fuente de energía eléctrica.

a) Conecte el cable de la maquina en la llave termo magnética (Fig. 10)



Conexión a la rad

Fig. 10

PRECAUCIÓN

Verifique que la maquina este apagada.

b) Encienda la maquina (Fig. 11).

c) Apague la maquina luego de verificar su funcionamiento normal (Fig. 11).

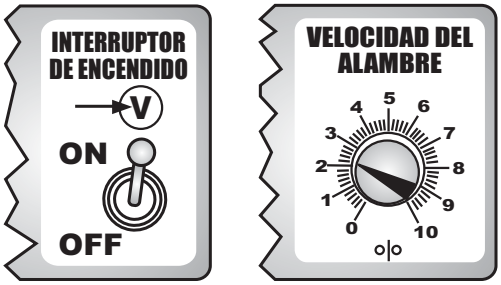


Fig. 11

6º Paso: Regule la velocidad del alambre.

a) Encienda la maquina.

b) Regule la velocidad indicada en tabla, Fig.11

c) Haga correr el alambre hasta que parezca en la punta de la antorcha (Fig. 12).

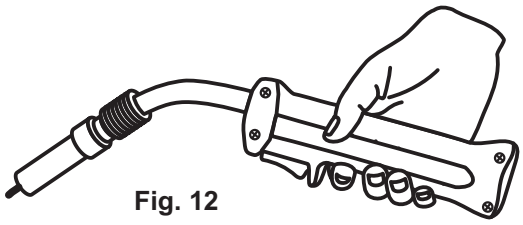


Fig. 12

OBSERVACIÓN

Cuando haga correr el alambre regule la presión. Para esto deje avanzar el alambre y ejerciendo presión suavemente con los dedos observe que este corra suavemente , entonces esa será la presión adecuada (Fig. 13).

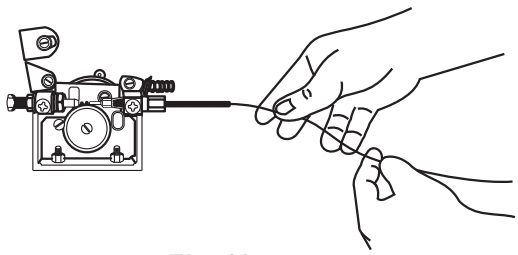


Fig. 13

d) Coloque el difusor de gas, boquilla y tobera (Fig. 14a y 14c).

e) Desplace el alambre hasta que sobresalga de 4 a 5 mm. de la tobera (Fig.14b).

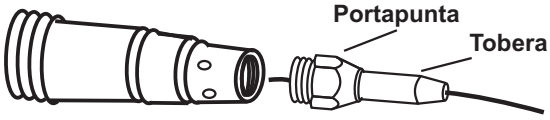


Fig. 14 a

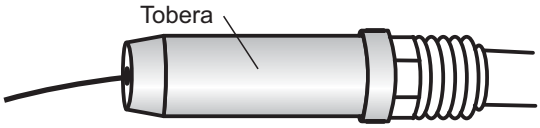


Fig. 14 b

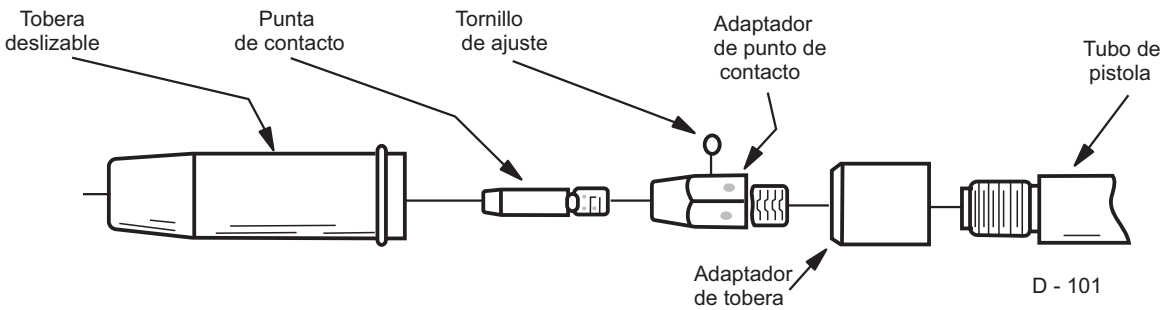


Fig. 14 c

OPERACIÓN:

PREPARE MATERIAL BASE

Es una operación que consiste en preparar el material base a soldar, teniendo en cuenta las características del aluminio, sus dimensiones, su limpieza y el trazo de lineas guías para el deposito de cordones.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Limpie el material base.

a) Limpiar cuidadosamente el material base y eliminar cualquier oxido de aluminio y contaminación por hidrocarburos procedentes de lubricantes o disolventes de corte (Fig. 1).

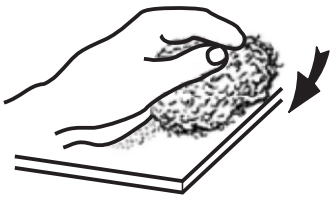


Fig. 1

OBSEVACIÓN

El oxido de aluminio en la superficie del material funde a 238°C mientras que el aluminio, metal base de debajo, funde a 649°C. Por ello, cualquier oxido que quede en la superficie del metal base inhibirá la penetración del metal de aporte en la pieza (Fig. 2).

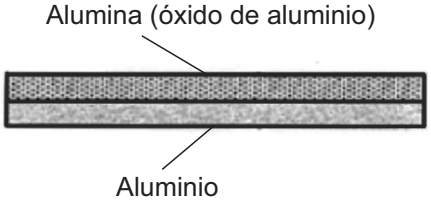


Fig. 2

Para eliminar los óxidos de aluminio, utilizar un cepillo de alambre de acero inoxidable o disolventes y soluciones decapantes. Si se usa un cepillo solo en una dirección. Tener cuidado de no cepillar demasiado enérgicamente, ya que pueden incrustarse los óxidos en la pieza (Fig.3).

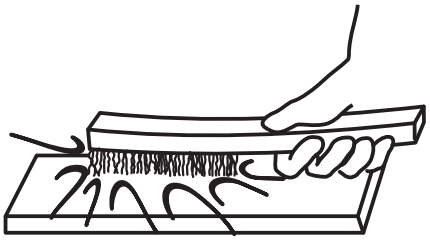


Fig. 3

Usar solo el cepillo para piezas de aluminio; no limpiar aluminio con un cepillo que haya sido utilizado para acero inoxidable o acero al carbono. Cuando se usen soluciones químicas decapantes, asegurarse de que han sido eliminadas de la pieza antes de soldar.

Para minimizar el riesgo de que los hidrocarburos de aceites o soluciones de corte entre en la soldadura, eliminarlos con un desengrasante. Verificar que el desengrasante no contenga hidrocarburos (Fig. 4).

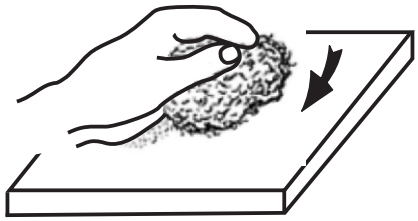


Fig. 4

2° Paso: Trace en el material base.

a) Una vez habilitado el material base, trace lineas guías según las medidas especificas (Fig. 5).

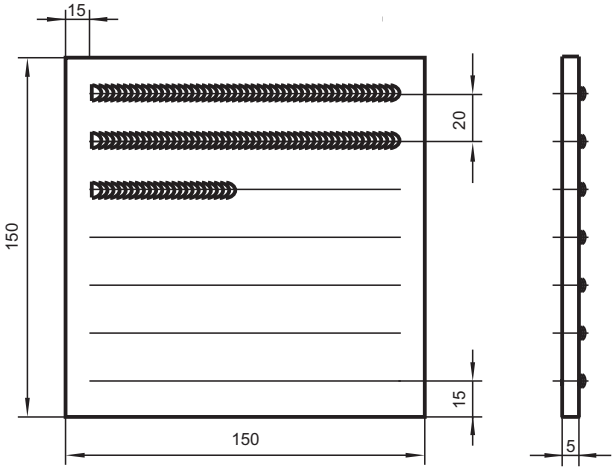


Fig. 5

3° Paso: Lime aristas cortantes.

A) Lime los filos del material base, utilizando una lima bastarda.

4° Paso: Fije el material base sobre la mesa de trabajo (Fig. 6)

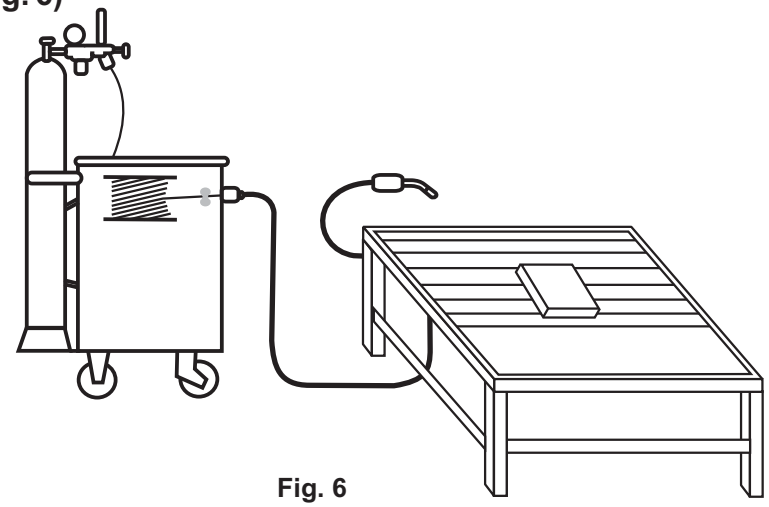


Fig. 6

OPERACIÓN:

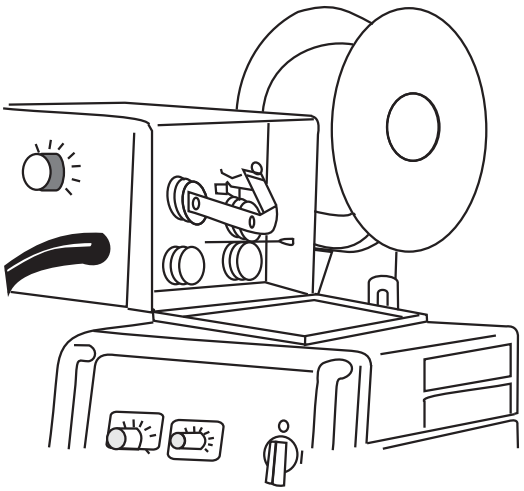
ENCENDER Y MANTENER EL ARCO ELÉCTRICO

Es una operación que consiste en formar el arco eléctrico, manteniendolo a una determinada distancia, de tal manera que este se pueda estabilizar.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Prepare la maquina de soldar.

a) Encienda la máquina (Fig. 1).



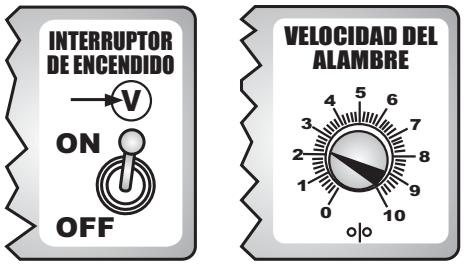


Fig. 1

OBSERVACIÓN

Cuando se selecciona una fuente de corriente para la soldadura MIG del aluminio, hay que considerar en primer lugar el método de transferencia: arco spray o arco pulsado.

Para el soldeo con arco spray (Fig. 2) puede utilizarse equipos de corriente constante (cc) y de tensión constante (cv). El arco spray toma un chorro minúsculo de metal fundido y lo pulveriza a través del arco desde el alambre hasta el metal base. Para aluminio grueso que requiere corrientes de soldeo superiores a 350 A, los equipos de corriente constante, cc, producen resultados óptimos.

La transferencia por arco pulsado (Fig.3) se lleva a cabo, generalmente, con un equipo de tecnología inverter. Los equipos mas recientes llevan instalados procedimientos de arco pulsado basado en el tipo y diámetro de alambre.

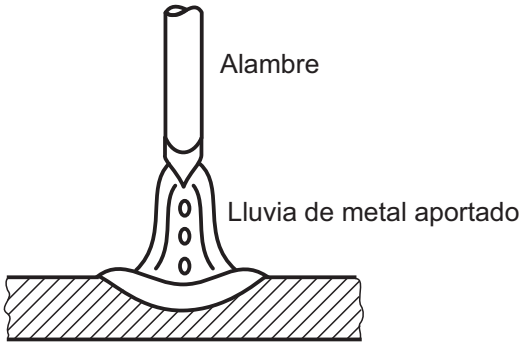


Fig. 2 Arco Spray, recomendado para soldar aluminio

En el MIG pulsado, una gota de metal de aporte se transfiere desde el alambre a la pieza en cada pulso de corriente. Este proceso proporciona menos salpicaduras y velocidades de avance mas rápidas que las del soldeo por arco spray. También se tiene mejor control del aporte térmico (heat input), mayor facilidad de soldeo en posición y permite al operario soldar material delgado a bajas velocidades de alimentación y corrientes.

b) Regule el voltaje y rango de trabajo (Fig. 4).

c) Regule la velocidad de salida del alambre.

OBSERVACIÓN

La soldadura del aluminio necesita ser realizada “caliente y rápida” (velocidad de avance). A diferencia del acero, la alta conductividad térmica del aluminio determina el uso de ajustes de amperajes, tensiones y velocidades de avance mas altos. Si la velocidad de avance es demasiado baja, el soldador corre el riesgo de perforar la plancha, en especial, si es delgada.

d) Regule el gas protector según lo requerido para soldar aluminio (Fig. 5).

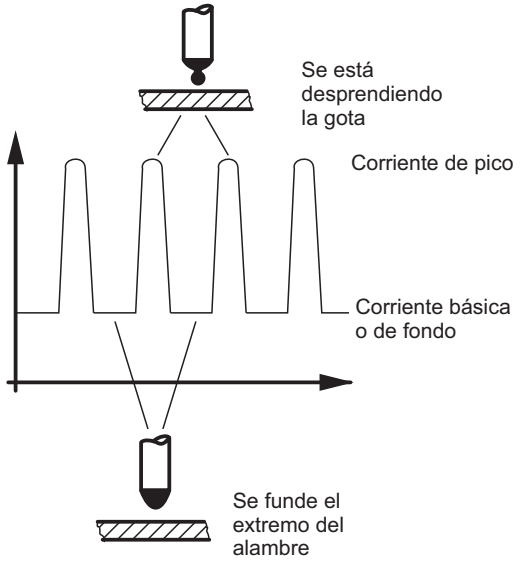


Fig. 3

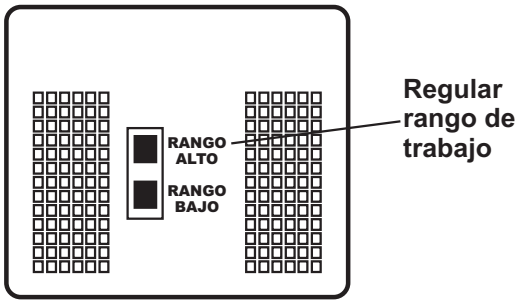
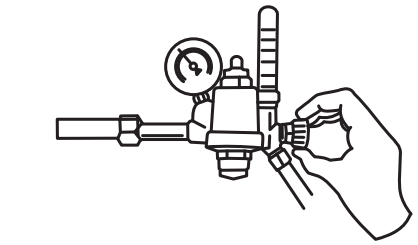


Fig. 4



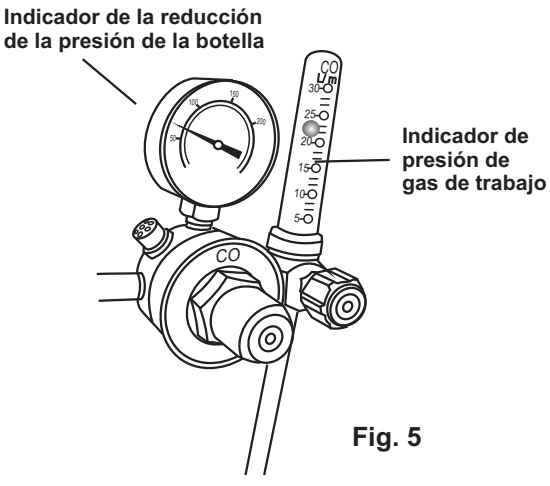


Fig. 5

OBSERVACIÓN

El Argón, debido a su buena acción limpiadora y perfil de la penetración, es el gas de protección mas comúnmente usado para la soldadura del aluminio.

En la soldadura de las aleaciones de aluminio de la serie 5XXX un gas de protección mezcla de argón con helio, minimizará la formación de oxido de magnesio.

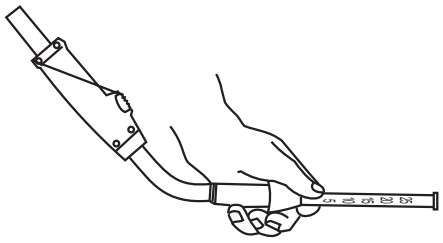


Fig. 6

e) Verifique el flujo de gas (Fig. 6).

2° Paso: Mantenga el arco eléctrico

a) Acercar la antorcha al metal base (Fig. 7).

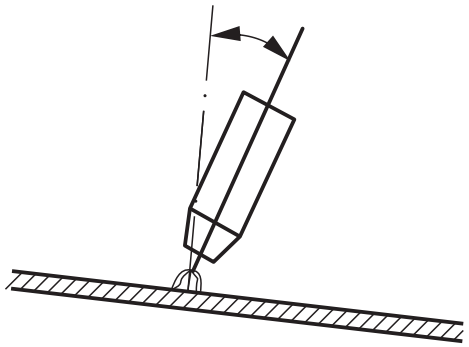


Fig. 7

b) Pulsar la antorcha para activar el sistema de alimentación de alambre.

c) Raspar el metal base y levantar la antorcha, manteniendo la prolongación del alambre a 3 mm de distancia del material base.

d) Mantener estable el arco eléctrico (Fig. 8)

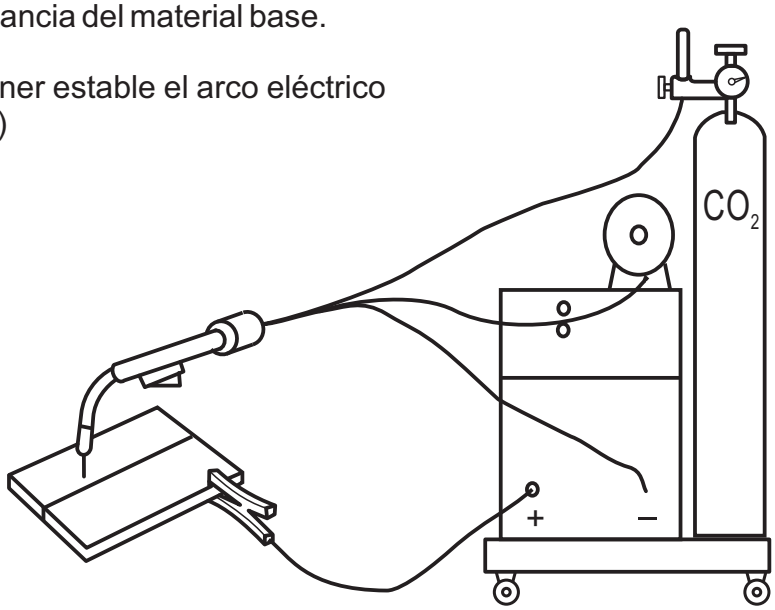


Fig. 8

OPERACIÓN:

DEPOSITAR CORDONES

Es una operación que consiste en depositar cordones sobre el metal base, aplicando la técnica adecuada para soldadura bajo protección gaseosa MIG, considerando las medidas de seguridad.

El soldeo de las aleaciones de aluminio puede presentar un verdadero desafío.

PROCESO DE EJECUCIÓN

1° Paso: Precalentamiento.

a) Precalentar la placa de aluminio antes de soldar (Fig. 1).

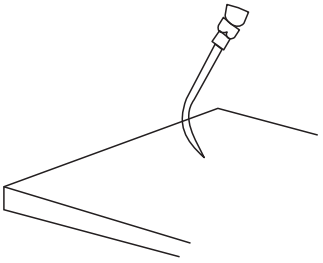


Fig. 1

OBSERVACIÓN

El precalentamiento de la pieza de aluminio puede ayudar para evitar la fisura de la soldadura. La temperatura de presalentamiento no debe exceder de 110°C. Usar un indicador de temperatura para prevenir sobrecalentamiento.

PRECAUCIÓN

Tenga en cuenta que la mayor conductividad térmica y el menor punto de fusión de las aleaciones de aluminio pueden fácilmente producir perforaciones a menos que los soldadores sigan los procedimientos prescritos.



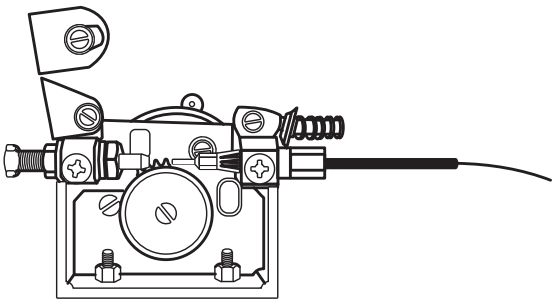
Fig. 2

2° Paso: Deposite cordones angostos

a) Seleccione el material de aporte adecuado (Fig. 2).

OBSERVACIÓN

Seleccionar un alambre de aluminio que tenga una temperatura de fusión similar a la del material base. Cuando mas pueda el operario acercarse al rango de fusión del metal, mas fácil sera soldar la aleación.



No olvide utilizar liner de teflón

Fig. 3

Emplear alambres de 1,2 o 1,6 mm de diámetro. Cuanto mayor sea el diámetro del alambre, mas fácil es la alimentación (Fig. 3). Para soldar material delgado, un alambre de 0,9 mm de diámetro combinado con un procedimiento de soldadura pulsado con una baja velocidad de alimentación, de 250 a 760 cm/min. (100 a 300 in/min), dará buenos resultados.

b) Encienda la maquina.

c) Mantenga el arco eléctrico, depositando material de aporte (aluminio)(Fig. 4).

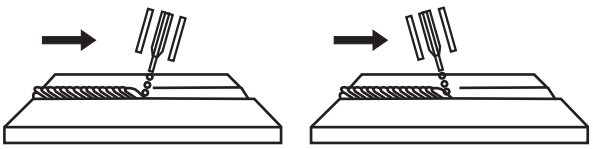


Fig. 4

d) Considere el sentido de avance (Fig. 5).

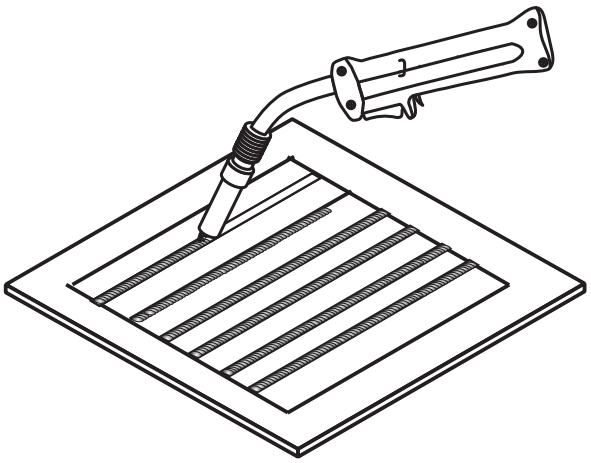


Fig. 5

OBSERVACIÓN

Cuando se suelda aluminio, utilizar una técnica de empuje en lugar de arrastre, alejando la pistola fuera de baño, se conseguirá menor contaminación en la soldadura, y mejor acción limpiadora y cobertura de gas de protección (Fig. 6).



Fig. 6

e) Deposite la soladura, usando una alimentación correcta del alambre.

OBSERVACIÓN

También la alimentación del alambre durante el soldeo MIG (GMAW) presenta un reto debido a que el alambre es mas blando que el acero, tiene una resistencia mas baja y tiende a enredarse en los rodillos de arrastre.

f) Utilice las herramientas de limpiar escoria (Fig. 7).



Fig. 7

EL ALUMINIO, CARACTERÍSTICAS

El aluminio es el elemento metálico mas abundante en la Tierra y en la Luna, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de aluminio silicato. Cuando estos minerales se disuelven, según las condiciones químicas, es posible precipitar el aluminio en forma de arcillas minerales, hidróxidos de aluminio o ambos. En esas condiciones se forman las bauxitas que sirven de materia prima fundamental en la producción de aluminio.

> El aluminio en un metal plateado con una densidad de 2.70g/cm3 a 20°C (1.56 oz/in3 a 68°F). El aluminio se conoce por su alta conductividad eléctrica y térmica, lo mismo que por su gran reflectividad.

El aluminio es estable al aire y resistente a la corrosión por el agua de mar, a muchas soluciones acuosas y otros agentes químicos. Esto se debe a la protección del metal por una capa impenetrable de óxido. A una pureza superior al 99.95 %, resiste el ataque de la mayor parte de los ácidos, pero se disuelve en agua regia. Su capa de óxido se disuelve en soluciones alcalinas y la corrosión es rápida.

El aluminio fundido puede tener reacciones explosivas con agua. El metal fundido no debe entrar en contacto con herramientas ni con contenedores húmedos. A temperaturas altas, reduce muchos compuestos que contienen oxigeno, sobre todo los óxidos metálicos. Estas reacciones se aprovechan en la manufactura de ciertos metales y aleaciones.



Su aplicación en la construcción representa el mercado mas grande de la industria del aluminio. Millares de casas emplean el aluminio en puertas, cerraduras, ventanas, pantallas, boquillas y canales de desagüe.

El aluminio es también uno de los productos mas importantes en la construcción industrial. El transporte constituye el segundo gran mercado. Muchos aviones comerciales y militares están hechos casi en su totalidad de aluminio.

En los automóviles, el aluminio aparece en interiores y exteriores como molduras, parrillas, llantas (rines), acondicionadores de aire, transmisiones automáticas y algunos radiadores, bloques de motor y paneles de carrocería. Se encuentra también en carrocerías, transporte rápido sobre rieles, ruedas formadas para camiones, vagones, contenedores de carga y señales de carretera, división de carriles y alumbrado.



El aluminio en interiores de vehículos

El aluminio y la industria aeroespacial



En la industria aeroespacial, el aluminio también se encuentra en motores de aeroplanos, estructuras, cubiertas y trenes de aterrizaje e interiores; a menudo cerca de 80% del peso del avión es de aluminio. La industria de empaques para alimentos es un mercado en crecimiento rápido.



En las aplicaciones eléctricas, los alambres y cables de aluminio son los productos principales. Se encuentra en el hogar en forma de utensilios de cocina, papel de aluminio, herramientas, aparatos portátiles, acondicionadores de aire, congeladores, refrigeradores, y en equipo deportivo como esquíes y raquetas de tenis.

El papel de aluminio de 0,018 cm de espesor, actualmente muy utilizado en usos domésticos, protege los alimentos y otros productos perecederos. La resistencia a la corrosión al agua del mar también lo hace útil para fabricar cascos de barco y otros mecanismos acuáticos.

Existen cientos de aplicaciones químicas del aluminio y sus compuestos. El aluminio en polvo se usa en pinturas, combustible para cohetes y explosivos y como reductor químico.

ALEACIONES DEL ALUMINIO

Aleaciones en aluminio para fundición en arena:

La mayor parte de las aleaciones están basadas en sistema de aluminio-cobre o aluminio-silicio, con adiciones para mejorar las características de fundición o de servicio. Entre las aleaciones aluminio-cobre, la que contienen 8% de cobre ha sido usada por mucho tiempo como la aleación para fines generales, aunque las adiciones de silicio y hierro,mejoran las características de la fundición porque la hacen menos quebradizas en caliente, la adición de zinc, mejora su maquinabilidad.

Aleaciones para fundición en moldes permanentes:

El empleo mayor se encuentra en los émbolos para motores de combustión; es conveniente que sean ligeros, de baja dilatación térmica y de buenas propiedades a temperaturas elevadas.

Aleaciones para fundición a presión

Deben poseer una fluidez considerable y no deben ser quebradizas en caliente,debe conservarse baja la absorcion de hierro

Propiedades del aluminio

1. Propiedades mecánicas:

Las propiedades mecánicas o propiedades de resistencia mecánica sirven en la mayoría de los casos como base para dictaminar sobre un material metálico, con vistas a un fin de aplicación concreto. A continuación se da un resumen de las propiedades mecánicas mas importantes del aluminio no solo sometido a esfuerzo continuo sino también, oscilante y por golpe.

a) Dureza:

La sencillez de su determinación, los valores de la dureza Brinell se extienden desde HB = 15 para aluminio purísimo blando hasta casi HB = 110 paraAlZnMgCu 1,5 endurecido térmicamente, es decir, aleación 7075.

Los valores de la dureza determinados por otros métodos, como el Vickers o el de Knoop, apenas tienen significado practico en este metal. De vez en cuando se utiliza la micro dureza, una variante del método Vickers, para determinar la dureza de capas anodizadas.

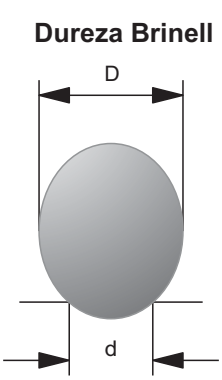
b) Resistencia en el ensayo de tracción:

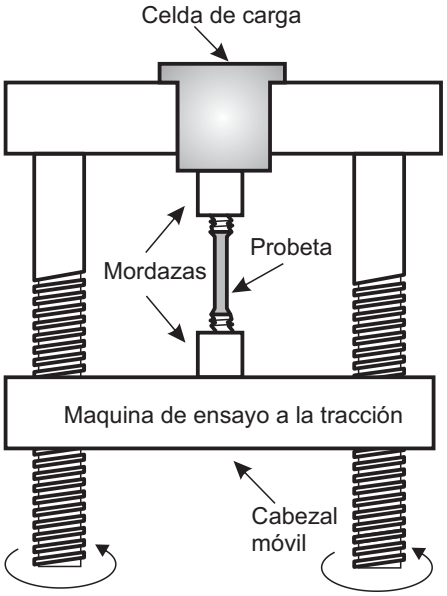
Los importantísimos valores característicos que se obtienen en el ensayo de tracción para juzgar las propiedades resistentes de los materiales metálicos en general, son aplicables a los materiales de **aluminio.**

Generalmente estos valores son el limite elástico 0,2%, la resistencia máxima a la tracción, el alargamiento a la rotura, así como la estricción de ruptura.

En general, la resistencia aumenta con el aumento en elementos de aleación. Los dominios de la resistencia en cada aleación surgen, ante todo, como consecuencia de los aumentos de resistencia que se consiguen por deformación en frío o endurecimiento por tratamiento térmico.

Los distintos elementos de aleacion actuan de modo muy diferente en cuanto al aumento de resistencia.





Al aumentar la resistencia, aumenta el limite 0,2% mas deprisa que la resistencia a la tracción, independientemente del mecanismo que motive el aumento de la resistencia, este aumento se nota especialmente cuando el aumento de resistencia tiene lugar por deformación en frío. En general no se desean altas relaciones entre los limites elásticos (limite 0,2% y resistencia máxima) ya que expresan un comportamiento relativamente quebradizo del material, razón fundamental por la que no se puede aumentar de forma arbitraria la resistencia de un material metálico.

c) Resistencia a la compresión, a la flexión, al corte y a la torsión:

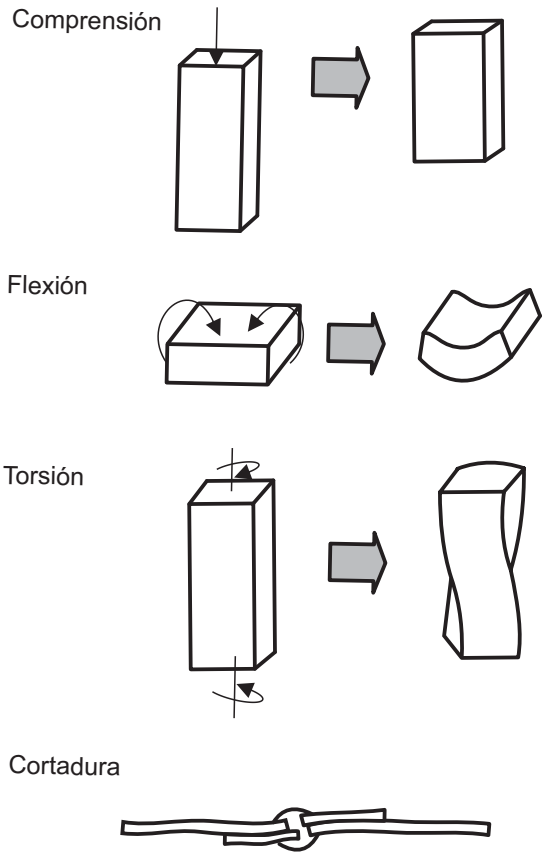
En los materiales alumínicos se puede admitir que el valor del limite de aplastamiento 0,2% (parámetro de la resistencia a la compresión) es igual al valor del limite elástico 0,2% de tracción.

La **resistencia a la compresión** o el limite de aplastamiento 0,2% tienen importancia principalmente en las piezas sometidas a compresión tales como cojinetes de fricción.

La **resistencia a la flexión** en las aleaciones de aluminio se tiene en cuenta para las de fundición, en aquellos casos en que, al realizar el ensayo de tracción no es posible determinar el limite elástico con suficiente exactitud a causa de su pequeño valor.

La **resistencia al cizallamiento** es importante para el calculo de la fuerza necesaria para el corte y para determinadas construcciones. No existen valores normalizados. Generalmente esta entre el 55 y 80% de la resistencia a la tracción.

Casi nunca se determinar la resistencia a la **torsión**, esi se considera una distribución lineal de tensiones, puede considerarsela igual a la resistencia al cizallamiento.



d) Propiedades resistentes a temperaturas elevadas:

Al aumentar la temperatura, disminuyen la resistencia a la tracción, el limite elástico y la dureza, en tanto que, en general, aumenta el alargamiento de rotura y la estricción de rotura. El factor tiempo juega un papel esencial en la determinación de valores de resistencia para altas temperaturas. Esta influencia se exterioriza de dos manera:

Cambios de estado. Bajo la influencia de temperaturas elevadas se pueden producir modificaciones permanentes en la estructura de los materiales que han experimentado endurecimiento por deformación en frío, estas traen consigo una disminución de la resistencia mecánica.

Procesos de fluencia. A temperaturas elevadas el material puede experimentar deformaciones lentas bajo la acción de cargas en reposo, aumentando la velocidad en el cambio de forma con el incremento de la temperatura y de la tensión. Al mismo tiempo pueden surgir tensiones por debajo de la resistencia a la tracción o del limite elástico 0,2%.

e) Características de resistencia a bajas temperaturas:

El comportamiento de los metales a bajas temperaturas depende fundamentalmente de la estructura de su red cristalina. El aluminio con su red FCC (ó CCC) tiene la misma estructura que el cobre, el níquel o los aceros austeníticos, por eso no se presentan nunca en las aleaciones de aluminio a temperaturas bajas las complicaciones (rápido descenso de la resiliencia, entre otras) que tienen lugar en los metales BCC, sobre todo en los aceros ferríticos.

SOLDABILIDAD DEL ALUMINIO

Un material se considera soldable, por un determinado procedimiento y para una aplicación especifica, cuando mediante una técnica adecuada se puede conseguir una soldadura sana de tal forma que cumpla con las exigencias prescritas con respecto a sus propiedades y a su influencia en la construcción de la que forma parte.

La soldabilidad de un material valora la aptitud para ser soldado

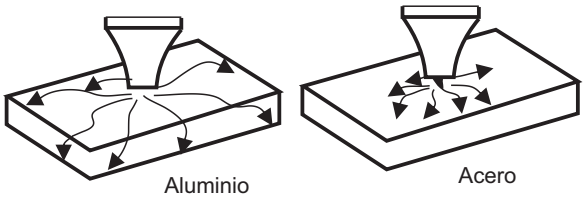
Factores Influyentes en la Realización de las Uniones Soldadas de Aluminio.

a) Temperatura de fusión del aluminio

El aluminio puro funde a unos 660°C y las aleaciones de aluminio a una 560°C,temperaturas muy bajas en comparación con la del acero (1535°C) y las de cobre (1082°C). Sin embargo las elecciones de aluminio no cambian de color durante el calentamiento, por lo que se corre el riesgo de perforar la pieza.

b) Conductividad térmica

Las aleaciones de aluminio conducen el calor tres veces mas rápido que el acero esto significa que se requiere un aporte térmico mas elevado para soldar una pieza de aluminio que una de acero, aunque ambas tengan las mismas dimensiones.



Para conseguir una buena fusión cuando la pieza tenga gran espesor, es necesario realizar un precalentamiento

c) Dilatación térmica

Las aleaciones de aluminio se dilatan dos veces más que el acero al calentarse, lo que puede provocar grandes tensiones internas y deformaciones en las piezas durante el soldeo. También es mayor la tendencia la disminución de la separación en la raíz en las piezas a tope

Parámetros de soldeo

Los parámetros fundamentales que entran a formar parte de las características del soldeo, y por lo tanto de la calida de la soldadura, son:

- Tensión
- Velocidad de alimentación del alambre
- Longitud visible del alambre o "extensión"
- Velocidad de desplazamiento
- Polaridad
- Ángulo de inclinación de la pistola.
- Gas de protección.

El conocimiento y control de estos parámetros es esencial para obtener soldaduras de calidad. Estas variables no son independientes ya que el cambio de una de ellas produce o implica el cambio de alguna de las otras.

Relación entre los parámetros

La tensión se mide en voltios y es regulable en la fuente de energía, o bien a distancia desde la unidad alimentadora de alambre. Se transmite de forma regular desde la fuente al alambre, sin embargo se distribuye entre la prolongación del alambre y el arco de un modo desigual. Aproximadamente el 90% de la energía se concentra en el arco y el 10% restante en el alambre (ver figura 1).

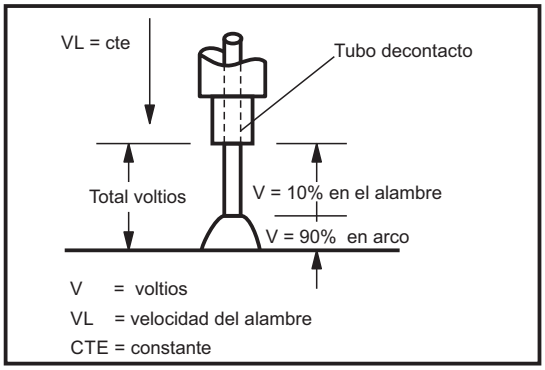


Fig. 1.- Distribución de la tensión en el arco eléctrico
Relación entre longitud del arco y la tension

Por tanto cuanto mayor sea la longitud del arco mayor sera la tensión.

La intensidad, sin embargo, esta muy relacionada con la velocidad de alimentación del alambre; de forma que:

Cuanto mayor es la velocidad de alimentación mayor es la intensidad.

La tasa de deposición también esta muy relacionada con la intensidad, cuanto mayor es la intensidad mas rápida se producirá la fusión y por tanto, la deposición.

Extremo libre del alambre / electrodo

El extremo libre del alambre es la distancia desde el tubo de contacto hasta el extremo del alambre y esta relacionada con la distancia entre el tubo de contacto y la pieza a soldar. Esta variable tiene suma importancia para el soldeo y en especial para la protección del baño de fusión.

Cuando aumenta el extremo libre del alambre la penetración se hace mas débil y aumenta la cantidad de proyecciones, estas pueden interferir con la salida del gas de protección y una protección insuficiente puede provocar porosidad y contaminación excesiva.

La mayoria de los fabricantes recomiendan longitudes de 6 a 13 mm para transferencia por cortocircuito y de 13 a 25 mm para otros tipos de transferencia. Disminuyendo la longitud en transferencia por cortocircuito, aunque la tensión suministrada por la fuente sea baja, se consigue buena penetración.

En la fig. 2 se ha representado la influencia de la variación de la distancia entre el tubo de contacto y la pieza.

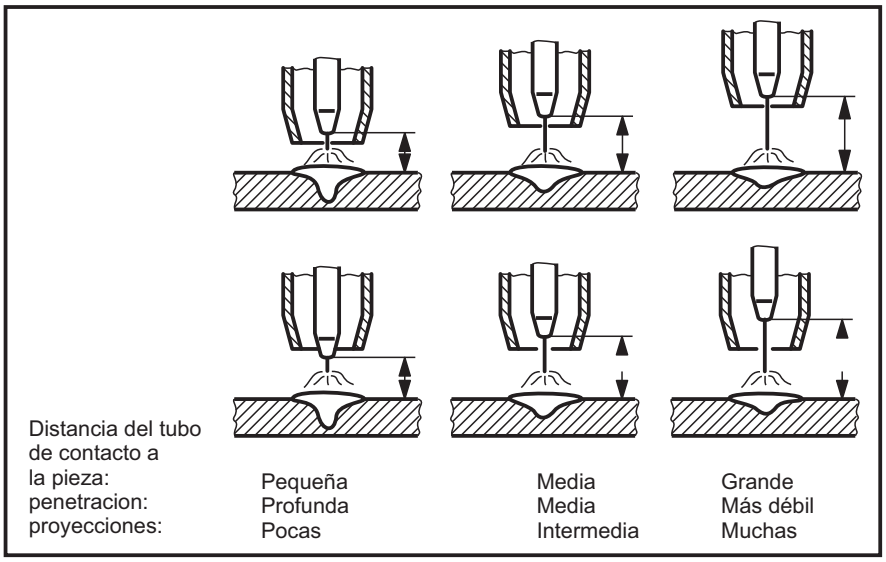


Fig. 2.- Efecto del extremo libre del alambre manteniendo constantes la tensión y la velocidad de alimentación del alambre

Velocidad de desplazamiento

Si se mantienen todos los demás parámetros constantes, cuanto menor sea la velocidad de soldeo mayor sera la penetración, sin embargo, una pistola se puede sobrecalentar si se suelda con intensidad alta y baja velocidad de soldeo. Una velocidad de soldeo alta produciría una soldadura muy irregular.

Polaridad

Para la mayoría de las aplicaciones de soldeo Gmaw se utilizan la polaridad inversa (CCEP) ya que se obtiene un arco estable, con una buena transferencia de metal de aportación, pocas proyecciones, un cordón de soldadura de buenas características y gran penetración.
La polaridad directa (CCEN) casi no se utiliza porque aunque la tasa de deposición es mayor generalmente solo se consigue transferencia globular.
La corriente alterna no se utiliza en el soldeo MIG / MAG ya que el arco se hace inestable y tiende a extinguirse.

Ángulo de inclinación de la pistola (ángulo de desplazamiento)

Cuando se utiliza la técnica de soldeo hacia adelante disminuye la penetración y el cordón se hace más ancho y plano, por lo que se recomienda para el soldeo de pequeños espesores; la máxima penetración se obtiene con el soldeo hacia atrás con un ángulo de desplazamiento de 25°. Para la mayoría de las aplicaciones se utiliza el soldeo hacia atrás con un ángulo de desplazamiento de 5° - 15°; en el soldeo del aluminio, sin embargo, se suele preferir el soldeo hacia adelante pues se mejora la acción limpiadora. Para el soldeo en ángulo (posición PB) se recomienda un ángulo de trabajo de 45°.

Gases utilizados

El objetivo fundamental del gas de penetración es la de proteger el metal fundido de la contaminación por la atmósfera circundante. muchos otros factores afectan a la elección del gas de protección. Algunos de estos son: material a soldar, modo de transferencia de metal de aportación deseado, penetración y forma del cordón, velocidad de soldeo y precio del gas.



Los gases utilizados en el soldeo MIG / MAG son:

- CO2
- Argón, helio o argón + helio
- Argón + CO2 o helio + CO2
- Argón + Oxigeno (1-10% de oxigeno)
- Argón + Oxigeno + CO2
- Argón + helio + CO2
- Argón + helio + CO2+ Oxigeno

El soldeo se denominará MAG cuando se utilicen gases activos y MIG cuando se utilicen los inertes. En general, se utilizan los gases inertes para el soldeo de los materiales no férreos y aceros inoxidables, utilizandose el CO2 puro solamente con los aceros al carbono; las mezclas de argón + C02 y argón + oxigeno se aplican también al soldeo de aceros y en muchos casos para aceros inoxidables. Cuando solo se utiliza C02 no se puede obtener una transferencia en spray.

Una de las mezclas mas utilizadas en el soldeo MAG es argón + 8 - 10% de C02 utilizandose generalmente con transferencia spray. Las mezclas argón + C02, con un porcentaje de este ultimo mayor o igual al 25%, se utilizan para transferencia en cortocircuito en el soldeo de aceros al carbono y de baja aleación. Con arco pulsado se utilizan mezclas de argán y dióxido de carbono (generalmente con un 5% de $C02_2$), o mezclas de argán, helio y $C0_2$.

Con un caudal de gas muy bajo la cantidad de gas de protección es insuficiente. Con un caudal de gas muy alto puede haber turbulencias y formación de remolinos en el gas. El caudal de gas dependerá en gran medida del tipo de material base. Para obtener una buena protección el ángulo de trabajo no debe ser mayor de 10 a 20°. El tubo de contacto debe estar centrado en la boquilla y las proyecciones depositadas en la tobera de gas y en la boquilla de contacto deben retirarse regularmente.

1. Principio del proceso de soldadura bajo protección gaseosa.

En la década de 1940 se otorgo una patente a un proceso que alimentaba electrodo de alambre en forma continua para realizar soldadura con arco protegido por gas. Este resulto el principio del proceso MIG (siglas del ingles de Metal Inert Gas), que ahora posee la nomenclatura AWS y CSA de soldadura con gas y arco metálico GMAW (siglas del ingles de Gas Metal Arc Welding) Fig. 1.

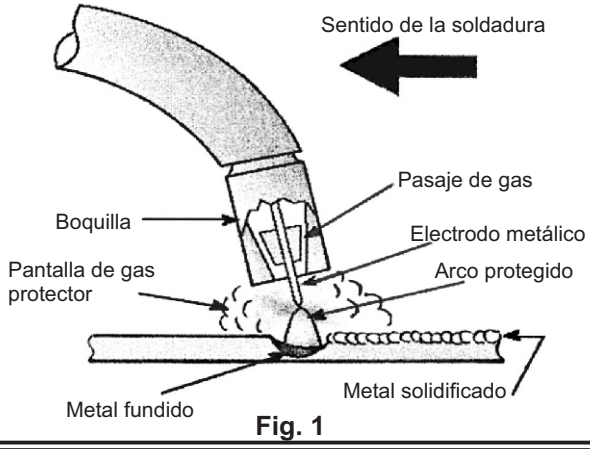


Fig. 1

2. Equipo básico de soldadura mig (GMAW)

- Equipo para soldadura por arco con sus cables.
- Suministro de gas inerte para la protección de la soldadura con sus respectivas mangueras
- Mecanismo de alimentación automática de electrodo continuo.
- Electrodo continuo.
- Pistola o torcha para soldadura, con sus mangueras y cables.

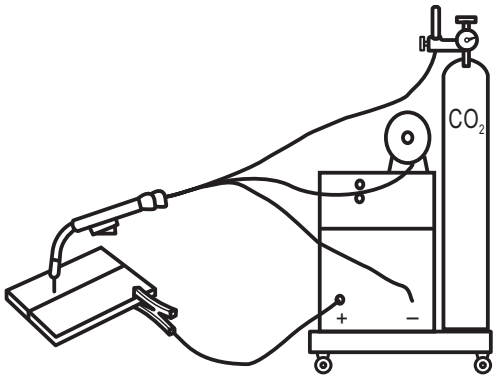


Fig. 2

La principal ventaje de este sistema radica en la rapidez. Raramente, con el sistema MIG, sea necesario detener el proceso de soldadura como ocurre con el sistema de arco protegido y TIG.
Otras de las ventajas son: la limpieza lograda en la soldadura (la mayor de todos los sistemas de soldadura por arco), la gran velocidad y, en caso de trabajar con electrodo desnudo, la ausencia total de escoria.

3. Funcionamiento en la zona del arco.

Cuando los investigadores estudiaron en que forma se transferiría el metal sobre la pieza a través de un arco eléctrico en un proceso MIG o GMAW, descubrieron tres formas en que la misma se realizaba. Estas son la transferencia por inmersión o cortocircuito, la globular, y en determinadas circunstancias la transferencia por aspersión (Spray).

A) La transferencia por inmersión o cortocircuito se produce cuando sin haberse producido arco, al tocar el electrodo con la pieza, se queda pegado produciendose un cortocircuito. Por dicho motivo, la corriente se incrementará lo suficiente para fundir el electrodo, quedando una pequeña porción del mismo en el material a soldar (Fig. 3)



Fig. 3. Transferencia Cortocircuito

b) En la transferencia globular, las gotas de metal fundido se transfieren a través del arco por efecto de su propio peso. Es decir que el electrodo se funde y las pequeñas gotas caen a la zona de soldadura (Fig. 4).
Por lo detallado, es de suponer que esta forma de deposito no nos resultara muy útil cuando se desee realizar soldaduras en posiciones diferentes a la plana y horizontal.

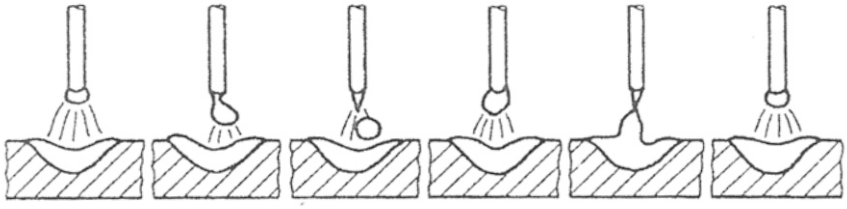


Fig. 4. Transferencia Globular

La diferencia que existe entre la deposición globular y la transferencia por aspersión radica en el tamaño de las partículas metálicas fundidas que se depositan. Cuando se incrementa la corriente, la forma de transferencia de metal cambia de globular a aspersión. Esto se debe a que los glóbulos son mucho mas pequeños y frecuentes, y en la practica permite guiarlos e impulsarlos con el arco eléctrico.

C) En la transferencia por aspersión (Spray o pulverizado), se utiliza como gas protector un gas inerte puro o con una mínima proporción de oxigeno. Esto favorecerá a la conducción de la corriente eléctrica utilizada en el proceso Fig. 5.
Debido a las altas corrientes necesarias para lograr la transferencia, en particular con los depósitos globulares y por aspersión, el metal de aporte se vuelve muy líquido, resultando difícil controlar el correcto deposito en soldaduras fuera de posición.

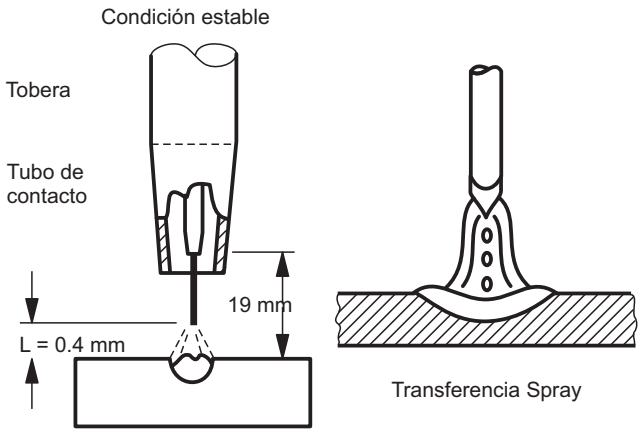


Fig. 5

4. Forma de operar

La pistola se posicionara sobre la zona a soldar con un ángulo similar al que se emplearía con un electrodo revestido de soldadura por arco protegido (Fig. 1). La distancia a la que deberá quedar la pistola de la superficie a soldar deberá ser la misma que la del diámetro de la boquilla de la pistola.

El electrodo deberá sobresalir de la boquilla aproximadamente unos 6,4 mm. Este se alimentará en forma continua desde un rollo externo, o bien desde uno ubicado en la misma pistola. Fig. 6.
En las pistolas con alimentación externa, están las de empuje y las de tracción (Fig. 6 B y C). En las de empuje, el electrodo es empujado desde el alimentador y la pistola solo posiciona al mismo a través de sus sistemas de guiado interno, dentro de la misma. En las de tracción, varían respecto a las anteriores en que el avance del electrodo se logra por el fraccionamiento de un mecanismo interno en la pistola.

En las pistolas con alimentación interna, el principio de funcionamiento es similar al de las pistolas por tracción, con la salvedad de que el electrodo continuo se encuentra dentro de la misma carcaza de la pistola.

Este tipo de mecanismo resulta de utilidad para soldar en lugares reducidos en los que no se puede trasladar todo el equipo. (Fig. 6A).

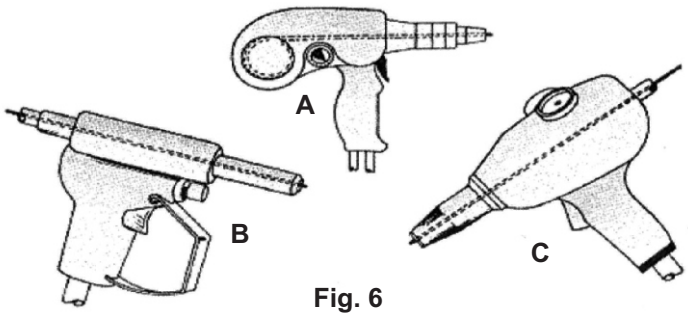


Fig. 6

Ademas de lo hasta aquí detallado respecto a las pistolas, se deberá proveer a las mismas de gas protector, de corriente eléctrica y de agua para refrigeración (en el caso en que el sistema posea dicha posibilidad). Independiente del sistema de transporte de electrodo (empuje o tracción), el mismo pasa por la parte interna de la pistola. El sistema de guiado se observa en la Fig. 7.

Este consta de un sistema de guía aislada seguida de un contacto metálico que ademas de funcionar de guía, le proporcionará corriente continua al electrodo.

El gas de protección, en caso que se utilice, fluirá por fuera del sistema de guía ilustrado (Fig. 7).

Este, como en todos los otros casos descriptos en que se ha utilizado, cumple la función de evitar la contaminación del metal interviniente en la soldadura, ya sea el de aporte o el de base. De el dependerá en gran medida la calidad obtenida en la soldadura.

Por lo general, el gas utilizado es el Dióxido de Carbono (C02), aunque se pueden utilizar el Argón, el Helio o una mezcla de ellos para aplicaciones especificas o particulares, como es el caso del aluminio.

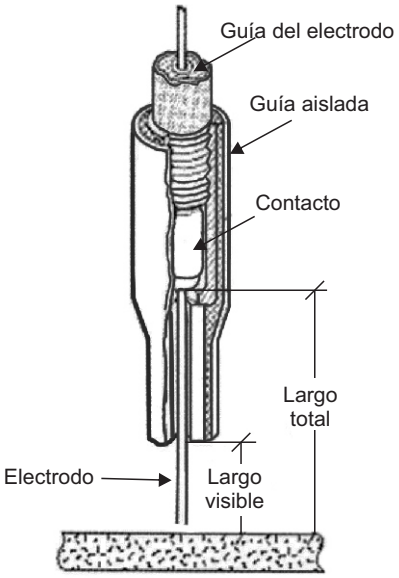


Fig. 7

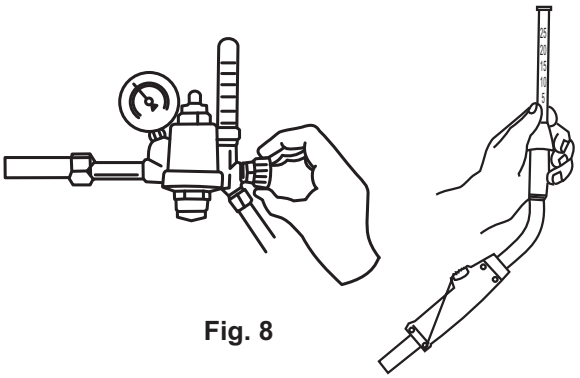


Fig. 8

Se debe poseer para la provisión de gas con flujo continuo un sistema llamado "fluxómetro", el cual administra el caudal de gas provisto a la pistola según un valor fijado por el operador en forma previa, y lo mantiene constante durante el transcurso de la operación (Fig. 8)

Ahora pasaremos a analizar la soldadura desde el punto de vista físico - químico. Para ello, recurriremos a la ayuda de la Fig. 9. En ella observamos en acción un sistema de soldadura MIG. El esquema muestra un electrodo generalizado, el que puede ser macizo desnudo o recubierto, o hueco con fundente.

Se ha obviado graficar el sistema de boquilla o tobera de salida de gas protector, el cual estaría por fuera del sistema de guía del electrodo esquematizado. En el sector ilustrado perteneciente a la soldadura propiamente dicha, se observan distintos sectores que a continuación analizaremos. Al generarse el arco, se eleva la temperatura y funde el material de aporte (electrodo consumible) conjuntamente con el metal base.

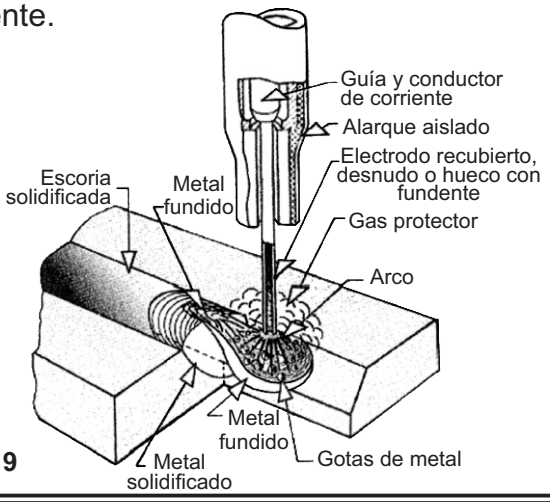
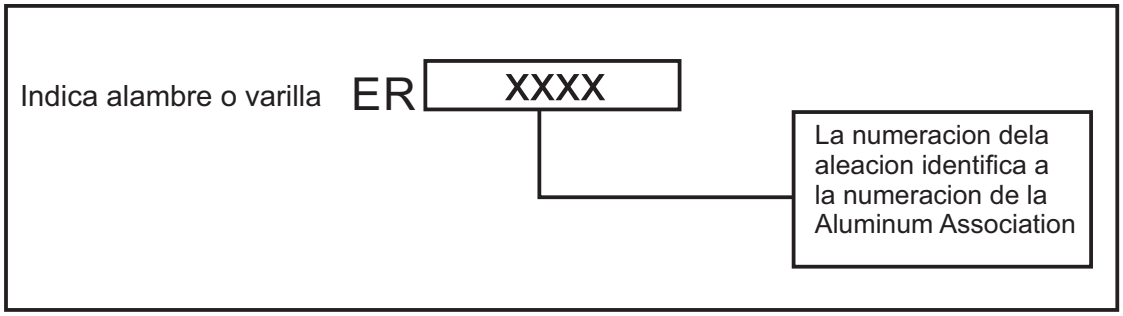


Fig. 9

Esto se transforma en una masa incandescente (descripta en la Fig. 9 como metal fundido). Dicha masa esta compuesta por partículas desprendidas del mismo electrodo, las cuales son transferidas al metal a soldar en las tres formas posibles analizadas anteriormente (inmerso o cortocircuito, globular y aspersión). Dicha inclusión o transferencia se hará bajo un gas protector, el cual puede ser por la combustión del recubrimiento (en caso de utilizar electrodo recubierto), o por la insuflación de gas protector (C02). En la medida que la masa pierde temperatura, la masa metálica se va solidificando. Se utilizó electrodo recubierto, ademas del metal, se formara un residuo solido de escoria sobre la costura realizada, el cual cumple la función de proteger la soldadura hasta que la misma se enfríe. Luego de ello, este residuo deberá ser retirado mecánica o químicamente.

5. Materiales de aportación para soldadura de aluminio por el proceso MIG.

Se puede utilizar tanto varillas como alambres y electrodos revestidos. En cuanto a la clasificación mas utilizada es la AWS. En la especificación ANSI / AWS A. 5. 10 se indica la designación de las varillas y alambres para soldeo TIG y MIG.



Fig, 10. Designación del material de aportación de aluminio conforme a AWS

A continuación se presenta una tabla con los alambres y varillas mas comunes usadas en la soldadura de aluminio con el proceso MIG.

Designación	Composición química
ER 1100	Aluminio puro
ER 2319	Aluminio - 6% Cobre - 0,3% Manganeso (es una variante de la 2219)
ER 4043	Aluminio - 5.2% Silicio (aleación destinada a la fabricación de electrodos y varillas
ER 4047	Aluminio - 12% Silicio
ER 4145	Aluminio - 10% Silicio - 4% cobre
ER 5183	Aluminio - 4.5% Magnesio - 0.65% Manganeso (es una variante de la 5083)
ER 5356	Aluminio - 5% Magnesio - 0,3% (Manganeso + Cromo)
ER 5554	aluminio - 2,9% Magnesio - 0,65% Manganeso
Er5556	Aluminio - 5% Magnesio -0,7% Manganeso
ER5654	Aluminio - 3,5% Magnesio

Tabla 1. Alambre y varillas para el soldeo de aluminio de acuerdo con AWS .

Técnica de soldeo con el proceso MIG

A) Equipo de soldeo

El sistema de alimentación de alambre puede ser de arrastre - empuje,

Los rodillos deben ser de forma de U y la guía del electrodo Teflón, no una espiral de acero como lo que se utiliza acero al carbono Fig. 11.

Para el soldeo MIG con alambres de pequeño diámetro la energía de tensión es constante con alimentadores, para el soldeo de alambres de gran diámetro la energía y/o intensidad es constante.

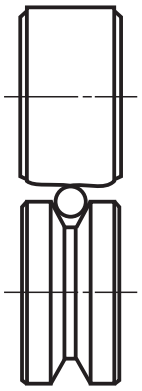
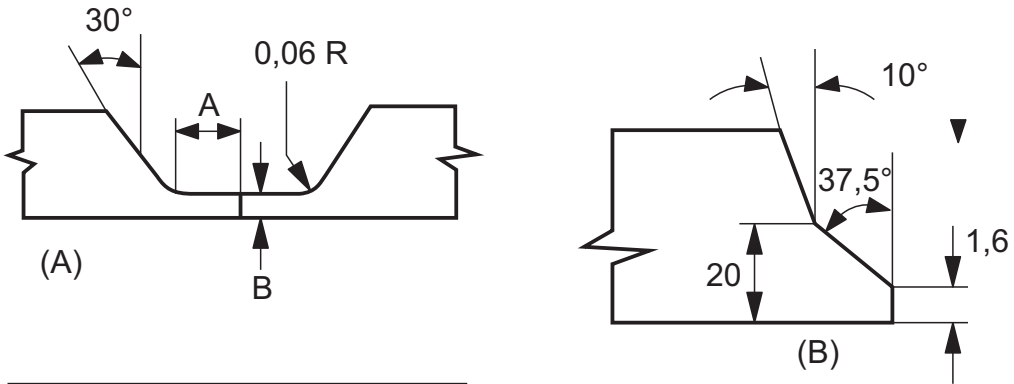


Fig. 11

B) Geometría de la unión

Un diseño especial (ver Fig. 12A) se puede emplear cuando solo se puede realizar el soldeo TIG o MIG por un lado y sea imprescindible obtener una raíz suave y lisa. Se puede utilizar para espesores mayores de 3 mm y en cualquier posición. Aunque se consigue con gran facilidad una buena penetración, se requiere gran cantidad de metales de aportación y las deformaciones pueden ser mayores que las que se producen con diseños convencionales. Se aplica principalmente en tubería, sobre todo en posición fija.



Proceso	Dimensiones (mm)	
	A	A
TIG	5	1,5 - 2
MIG	1,5	1,5

FIG. 12

En las uniones en Y no se recomienda ángulos de chaflán menores de 60°, para espesores gruesos se puede utilizar la geometría de la Fig. 12 (B).

No suele ser necesario el precalentamiento. Como excepción se consideran las piezas de gran espesor en las que un precalentamiento adecuado puede disminuir el aporte térmico requerido para conseguir la fusión y penetración requeridas. Aunque puede ser habitual precalentar cuando se realizan soldaduras TIG, no lo es cuando se emplea el MIG.

No se debe abusar el precalentamiento pues puede ser perjudicial para el aluminio, así en las aleaciones bonificables como la AA 6061 un precalentamiento a temperatura elevada disminuirá las propiedades mecánicas. Las aleaciones con 3 - 5,5% de magnesio, como9 las 5XXXX, no deben precalentarse por encima de 150°C y la temperatura entre pasadas sera inferior a 150°C.

En muchas ocasiones se utilizan lapices térmicos para determinar la temperatura de la pieza.

En la Tabla 1. Se indican las temperaturas de precalentamiento recomendadas

TUBERIA				CHAPA		
Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Temperatura de precalentamiento (°C)		Espesor (mm)	Temperatura de precalentamiento (°C)	
		TIG (c.a.)	MIG		TIG (c.a.)	MIG
25 - 150	3	Ninguna	NR	3 - 9	Ninguna	Ninguna
25 - 75	6	65	Ninguna	9 -12	150 -175	Ninguna
75 - 150	6	65 - 150	Ninguna	19 - 75	NR	65 opcional

NR = Proceso no recomendable
Ninguna = No precalentar

c) Limpieza y preparación de las superficies antes del soldeo

Es el de mayor importancia realizar una limpieza de las piezas antes de proceder al soldeo ya que cualquier resto de grasa, aceite u óxido puede empeorar la calidad de la soldadura. Se pueden utilizar disolventes alcalinos que no producen vapores tóxicos.

Un método muy común es limpiar con un trapo embebido en un disolvente, como alcohol o acetona. Las superficies deberán estar completamente secas antes de comenzar el soldeo de lo contrario se producirán poros. Las capas de óxido se retiraran mediante cepillado (cepillos con unas púas de acero inoxidable) y mejor aun mediante rasqueteado.

En la soldadura del aluminio, la figuración del cráter causa la mayoría de defectos. La fisuración proviene del alto valor de la dilatación térmica del aluminio y de las considerables contracciones que ocurren cuando se enfrían las soldadura. El riesgo de fisuración es mas grande con cráteres cóncavos dado que la superficie del cráter se contrae y rompe cuando se enfría Por ello, debe rellenarse el cráter de manera que quede convexo (formando un montículo). Al enfriarse la soldadura, la forma convexa del cráter compensara las fuerzas de contracción.

Para los tubos guía, usar tubos de salida tipo cincel y tubos de entrada de plástico para mantener el alambre lo mas cerca posible de los rodillos de arrastre y prevenir enredos del alambre.

Utilizar rodillos de arrastre diseñados para aluminio. Ajuste la tensión del rodillo de arrastre para suministrar una tasa de alimentación constante.

Tensión excesiva deformará el alambre y causará rugosidad y alimentación errática; tensión demasiado pequeña dará alimentación irregular. Ambas condiciones pueden conducir a un arco inestable y porosidad en la soldadura.

Utilizar boquillas de contacto 0,4 mm más grandes que el diámetro del alambre que se utilice, ya que las boquillas calientes se dilatan en forma oval y probablemente limitarían la alimentación del alambre. Generalmente, cuando una corriente de soldadura supera los 200 A, se debe utilizar una pistola refrigerada por agua para minimizar el aumento de temperatura y reducir las dificultades de la alimentación

d) Punteado

Debe ser cuidadoso y se recomienda eliminar los puntos a medida que avanza la soldadura. En el caso de ser incorporados a la soldadura se resanaran las grietas o defectos de los puntos antes del soldeo, preparandose el principio y el final del punto para permitir una buena fusión de éste. En las soldaduras por ambos lados se resanará antes de realizar la primera pasada por el otro lado.

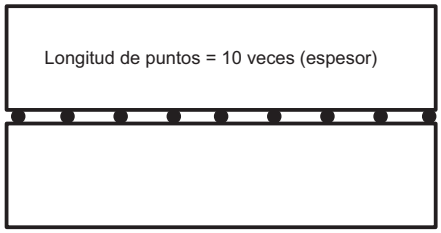


Fig. 13

Como regla general, cada punto tendrá una longitud de 10 veces el espesor de la pieza (Fig. 13)

E) Soldeo

En el soldeo multipasada se utilizara para la primera la tensión mas baja que permita una buena fusión limpieza, aumentando la tensión en las pasadas siguientes.

Se suele utilizar una técnica de soldeo hacia delante de forma que comience la limpieza antes de la fusión del metal base, se inclinara la pistola unos 70 a 12° hacia la dirección de soldeo. En el soldeo en cornisa se dirige el arco hacia la pieza superior en el soldeo de dos piezas de diferente espesor se dirigirá hacia la pieza de mayor espesor para apagar el arco o bien se aumenta la velocidad de soldeo hasta separar al electrodo de la pieza, o bien se cambia el sentido de soldeo y se corta el arco en el cordón de soldadura.

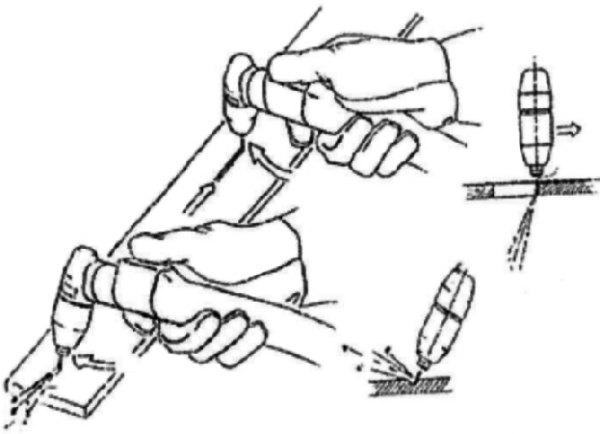
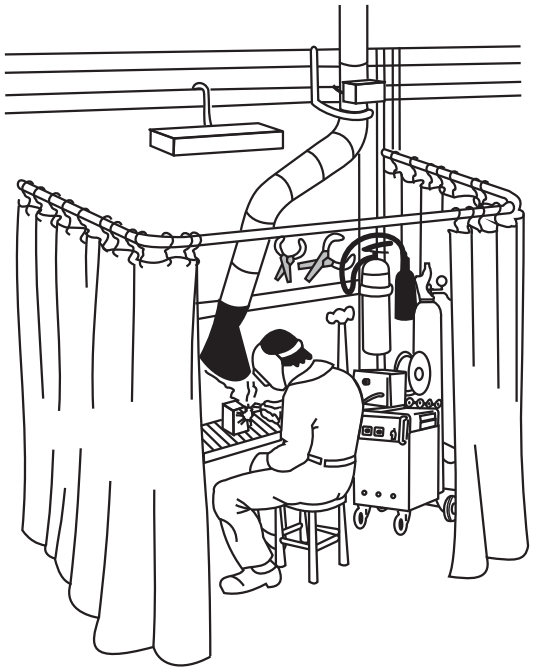


Fig. 14 Se recomienda el corte mecánico y el chaflán por plasma

En otras ocasiones se utilizan apéndices de forma que se puede apagar el arco sobre estos. Las aleaciones bonificables se soldaran con cordones rectos.

Las imperfecciones típicas en el soldeo MIG del aluminio son faltas de fusión, grietas de cráter, porosidad e inclusión de óxidos.

AMBIENTE DE SOLDEO



Para facilitar el uso del proceso de soldadura, el operario debe contar con área especial, si el tamaño de las piezas de soldadura lo permiten a que se tenga una mesa de trabajo bastante cómoda en cuanto a la postura del operario, de ser posible debe trabajar sentado, ya que el apoyo se refleja en el pulso del operario el cual es definitivo para el buen acabado de la soldadura; hay que evitar la corriente de aire, pues dificultan la operación al llevarse el gas, aislar la luz del arco con biombos o divisiones del resto del taller, el operario al igual que todas las personas que tengan que observar el proceso usarán careta con cristales oscuros, usarán guantes, delantal de cuero; deberá protegerse al máximo de los rallos del arco, así como para evitar quemaduras tanto en la vista como en alguna parte del cuerpo.

En el caso de que por falta de precaución se tuviera un accidente, deberá atenderse de inmediato, sobre todo cualquier malestar en los ojos consúltese al médico.

Proteja su entorno

Tenga en cuenta que también ha de proteger a sus compañeros.
No deje que se extiendan por todo el local los humos y gases producidos por el soldeo. Utilice un extractor puntual.
No exponga a su compañeros a la radiación ultravioleta. Asegúrese de apantallar su lugar de trabajo con cortinas o similares.
¡No se olvide del peligro de incendio!
Asegúrese de que no haya basura, polvo ni material inflamable en el lugar de trabajo para soldeo.
Asegúrese que haya un extintor en el lugar.

Control de Exposición y Protección Individual

- **Protección respiratoria (tipo específico):** No es requerida bajo condiciones normales de uso. Sin embargo, respiradores con suministro de aire son necesarios cuando se estuviese trabajando en espacios confinados y en grandes fugas.
- **Ventilación**
  - Extracción local: Use sistema de extracción local, si es necesario, para controlar la concentración de este producto en la zona de respiración de los trabajadores.
  - Especiales : Ninguna.
  - Mecánica (general): Bajo ciertas condiciones, sistema de ventilación con extracción puede ser aceptable para controlar la exposición del operador al dióxido de carbono.
- **Guantes protectores:** Neopreno con aislamiento térmico.
- **Protección de los ojos:** Lentes de seguridad sin coloración y protección lateral o protector facial. No utilizar lentes de contacto cuando se manipule este producto.
- **Otros equipos protectores:** Calzado de seguridad, vulcanizados, con puntera de acero para el manejo de cilindros. Pantalones deben ser usados por encima del zapato. Botas de seguridad son preferibles.

Humos y gases

En toda operación de soldeo se forman humos y gases en mayor o menso cantidad. Se pueden reducir enormemente los riesgos:

- Asegurándose de tener buena ventilación general.
- Usando extractores puntuales.
- Evitando mantener la cabeza en el penacho de humos y gases que se levanta del lugar de soldadura.
- Usando algún tipo de protección respiratoria cuando se suelda en espacios estrechos.
- Cambiando el gas protector, de CO2 a argón MIX. Así se produce menor cantidad de humo.



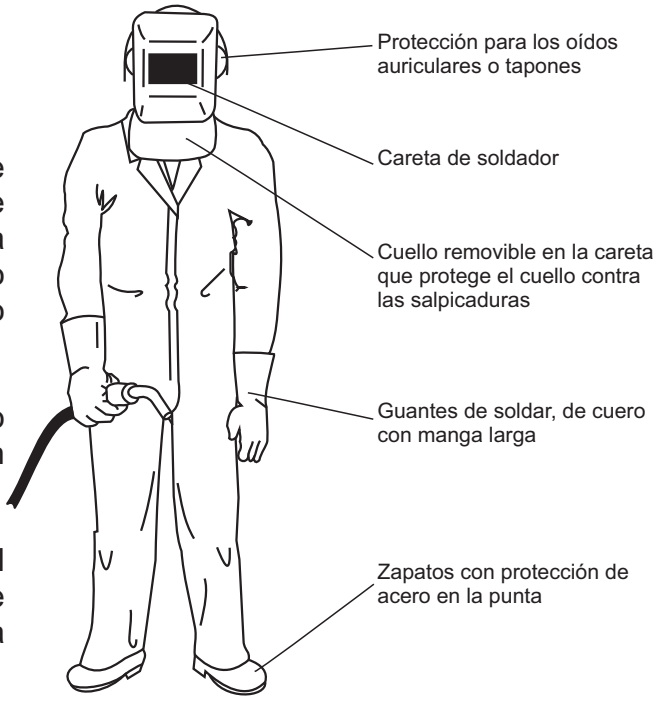
Trate de evitar la columna de humo

Radiación ultravioleta

El arco eléctrico emite radiación, que puede dañar ojos y la piel si no se adoptan mediante adecuadas. Por ello, se recomienda usar una careta de soldador con vidrio oscuro. Cuanto más intensa sea la corriente más oscuro deberá ser el vidrio.

La careta protege no sólo los ojos sino también la cara y el cuello contra la radiación ultravioleta, el calor y las salpicaduras.

No se olvide de proteger también el resto del cuerpo. Abróchese hasta el cuello y use ropas de mangas largas y guantes para soldar.



Precauciones en el manejo de gases comprimidos

Identificación de Peligros
¡CUIDADO! Líquido y gas bajo presión. Puede causar sofocamiento rápido. Puede aumentar la tasa de respiración y el ritmo cardíaco. Puede causar daños al sistema nervioso central. Puede causar quemaduras por congelamiento. Puede causar vértigo y somnolencia. Equipo de respiración autónomo puede ser requerido para el personal de rescate. Olor: Ninguno a levemente penetrante.

Manejo y Almacenamiento

Condiciones de almacenamiento: Almacene y utilice siempre con ventilación adecuada. Asegúrese que los cilindros estén fuera de riesgo de caídas o hurtos. Enrosque firmemente la tapa de la válvula con las manos. No permita almacenar en temperaturas mayores a 52°C (aproximadamente 125° F). Almacene en forma separada los cilindros llenos y vacíos. Use un sistema en modo de fila para prevenir el almacenaje de cilindros llenos por largos períodos. Se recomienda colocar los cilindros de forma que tengan tres puntos de contacto unos con otros (en forma de colmena). Así mismo, es aconsejable sujetarlos con cadenas u otro medio que evite las caídas.

Condiciones de uso: Proteja los cilindros contra daños físicos. Utilice un carro de mano para mover los cilindros; no arrastre, ruede o deje caer. Nunca intente levantar un cilindro por la tapa de la válvula; la tapa existe solamente para proteger a la válvula. Nunca inserte cualquier objeto (ej: llaves hexagonales, destornilladores, etc.) dentro del orificio de la tapa de la válvula; esto puede causar daños a la válvula y consecuentemente fugas. Use una llave ajustable para remover tapas apretadas u oxidadas. Abra la válvula suavemente. Si estuviese muy dura, descontinúe el uso y entre en contacto con su proveedor. Nunca aplique llama ° calor localizado directamente al cilindro. Altas temperaturas pueden causar daños al cilindro y también pueden causar el alivio de presión anticipadamente, venteando el contenido del cilindro.

Consideraciones sobre el tratamiento y disposición
Método de disposición de residuos: No intente deshacerse de los residuos o cantidades no utilizadas. Devuelva el cilindro a su proveedor.

Informaciones sobre Transporte

Nombre de embarque	**:** Dióxido de carbono.
Clase de riesgo	: 2,2
Número de identificación	**:** UN 1013
Rótulo de embarque	**:** GAS NO INFLAMABLE.
Aviso de advertencia (cuando es requerido)	**:** GAS NO INFLAMABLE.

Informaciones especiales de embarque **:** Los cilindros deben ser transportados en posición segura en vehículo bien ventilado. Cilindros transportados en vehículos cerrados con compartimientos no ventilados pueden presentar serios riesgos de seguridad.

Es prohibido el llenado de cilindros sin el consentimiento de su propietario.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE SOLDADURA	:	OERLIKON
MANUAL DE SOLDADURA	:	HOBART
SOLDADURA ELÉCTRICA SISTEMA TIG, MIG/MAG	:	JOSÉ RIVAS ARIAS
TABLA DE LA INDUSTRIA METALÚRGICA	:	G.T.Z.
MATEMÁTICA APLICADA PARA LA TÉCNICA MECÁNICA	:	G.T.Z.
TÉCNICAS DE EXPRESIÓN GRÁFICA 1Y2	:	EDICIONES DON BOSCO
PRACTICAS ELEMENTALES PARA EL TRABAJO DE LOS METALES.	:	ABB
MECÁNICA DE TALLER	:	EDITORIAL CULTURAL S.A.
ENCICLOPEDIA TUTOR	:	FABIÁN TORRES ARDILA FRANCISCO A. VILLEGAS
SOLDADURA BAJO PROTECCIÓN GASEOSA MAG	:	MANUAL SENATI.
THE WELDING POWER HANDBOOK SOCIETY	:	AMERICAN WELDING
WELDERS HANDBOOK	:	R. FINCH Y T. MONROE
METAL FABRICATORS HANDBOOK	:	R. FOURNIER
SAFETY IN INSTALLATION AND USE DE WELDING EQUIPMENT, WELDING JOURNAL	:	B.F. POSTMAN
TUNGSTEN CONTAMINATION DURING GAS TUNGSTEN ARC WELDING JOURNAL	:	R.C. VOIGT Y C.R. LOPERL JR.
DIBUJO TÉCNICO METAL I -II	:	G.T.Z.
TÉCNICA Y PRACTICA DE LA SOLDADURA	:	JOSEPH W. GIACHINO