

# La Soldadura

La soldadura se define como la unión localizada de dos piezas de metal conseguida mediante la aplicación de calor, con o sin fusión, con o sin adición de material de aportación y con o sin aplicación de presión.

# Clasificación de los tipos de soldadura

- ***Soldadura heterogénea:*** Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación, o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.
- ***Soldadura homogénea:*** Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza.

# SOLDEO MIG/MAG



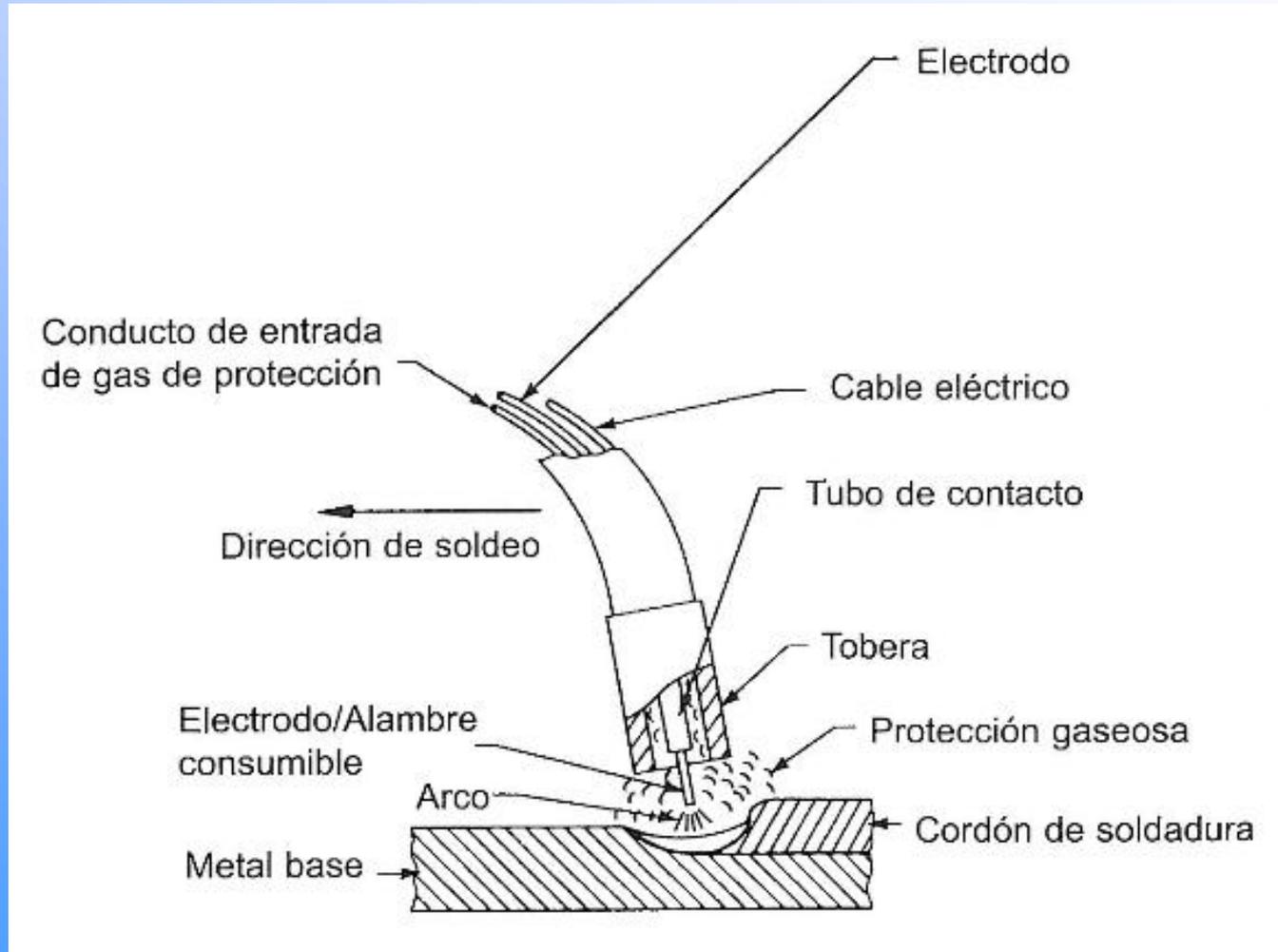
# SOLDADURA MIG Y MAG

- El electrodo es un hilo de alambre continuo y sin revestimiento (macizo o tubular) que se hace llegar a la pistola junto con el gas.
- Según sea el gas así recibe el nombre:  
MIG (**M**etal **I**nert **G**as)  
MAG (**M**etal **A**ctive **G**as).

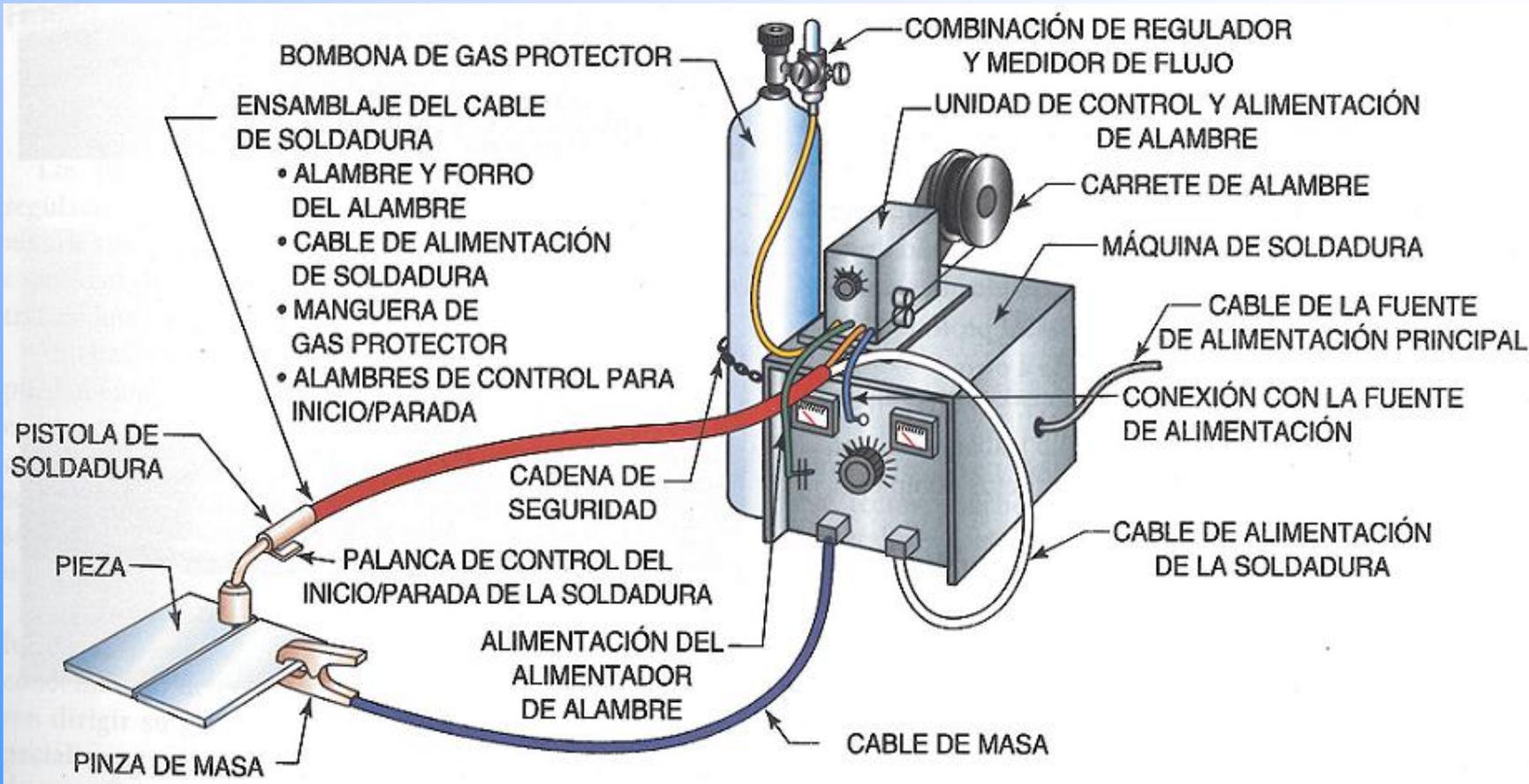
**M**etal  
**I**nert  
**G**as

**M**etal  
**A**ctive  
**G**as

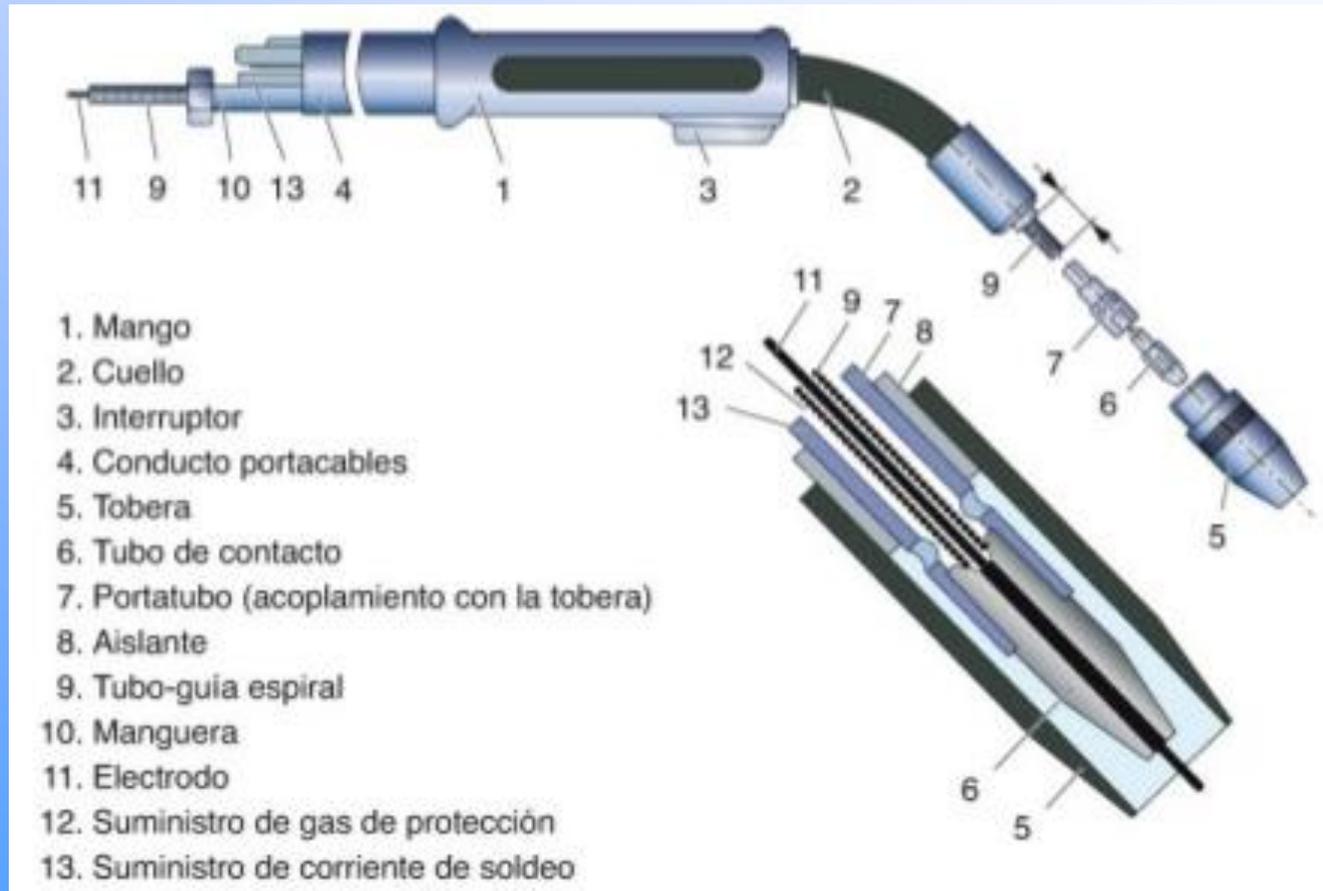
# SOLDEO POR ARCO CON GAS



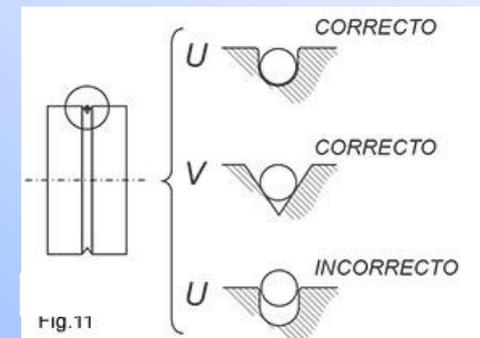
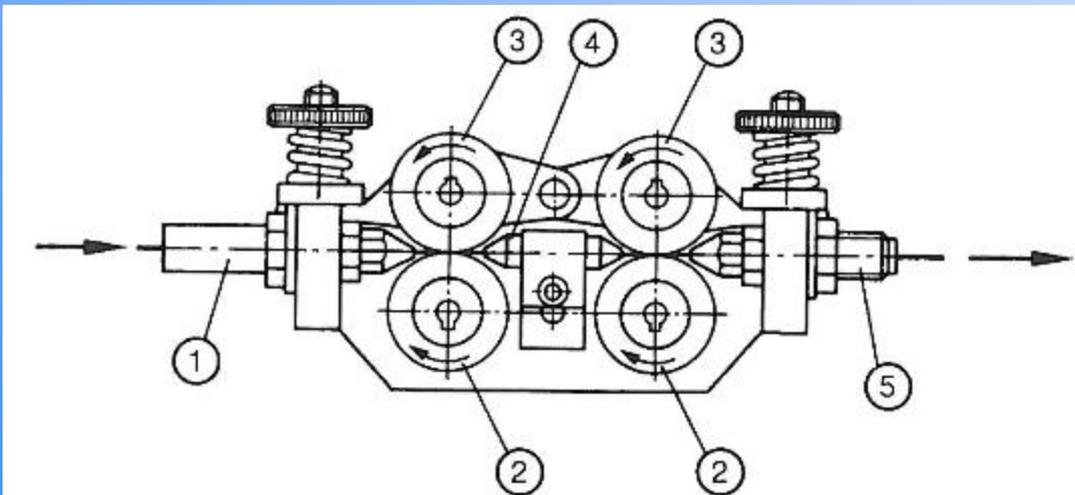
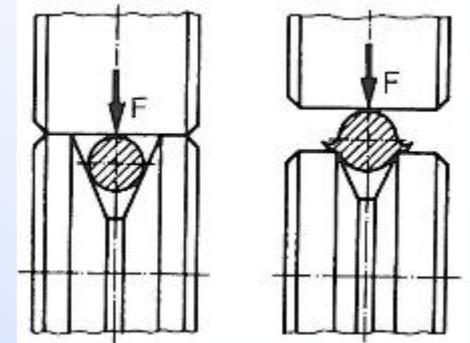
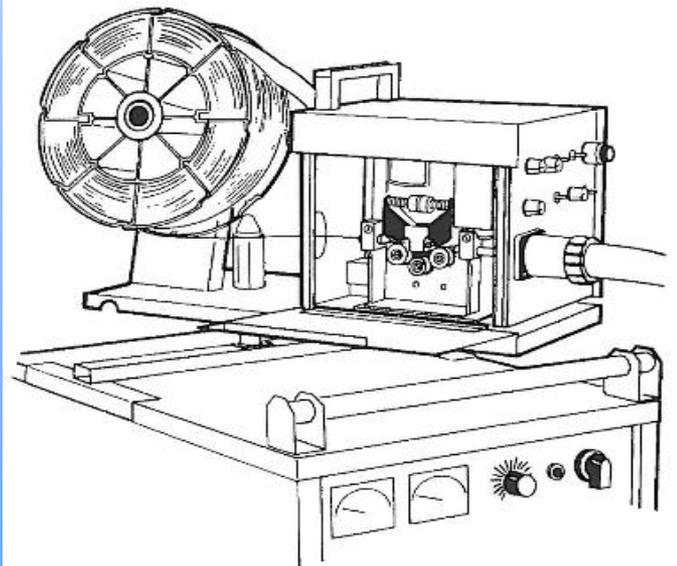
# EQUIPO DE SOLDEO MIG/MAG



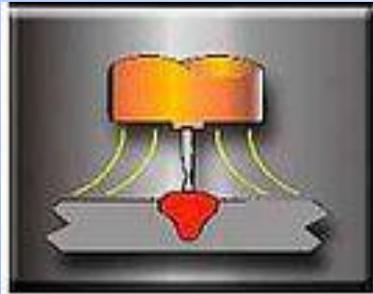
# PISTOLA DE SOLDEO MIG/MAG



# SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ALAMBRE/ELECTRODO



# MODOS DE TRANSFERENCIA



**Corto circuito**

**TRANSFERENCIA POR CORTOCIRCUITO.** Se produce por contacto del alambre con el metal depositado. Se obtiene esta transferencia cuando la intensidad y la tensión de soldeo son bajas. Se utiliza este tipo de transferencia para el soldeo en posición vertical, bajo techo y para el soldeo de espesores delgados o cuando la separación en la raíz es excesiva. Se reconoce porque el arco es corto, suele haber proyecciones y hay un zumbido característico.



**Globular**

**TRANSFERENCIA GLOBULAR.** La transferencia globular se caracteriza por la formación de una gota relativamente grande de metal fundido en el extremo del alambre. Este tipo de transferencia no suele tener aplicaciones.

# MODOS DE TRANSFERENCIA

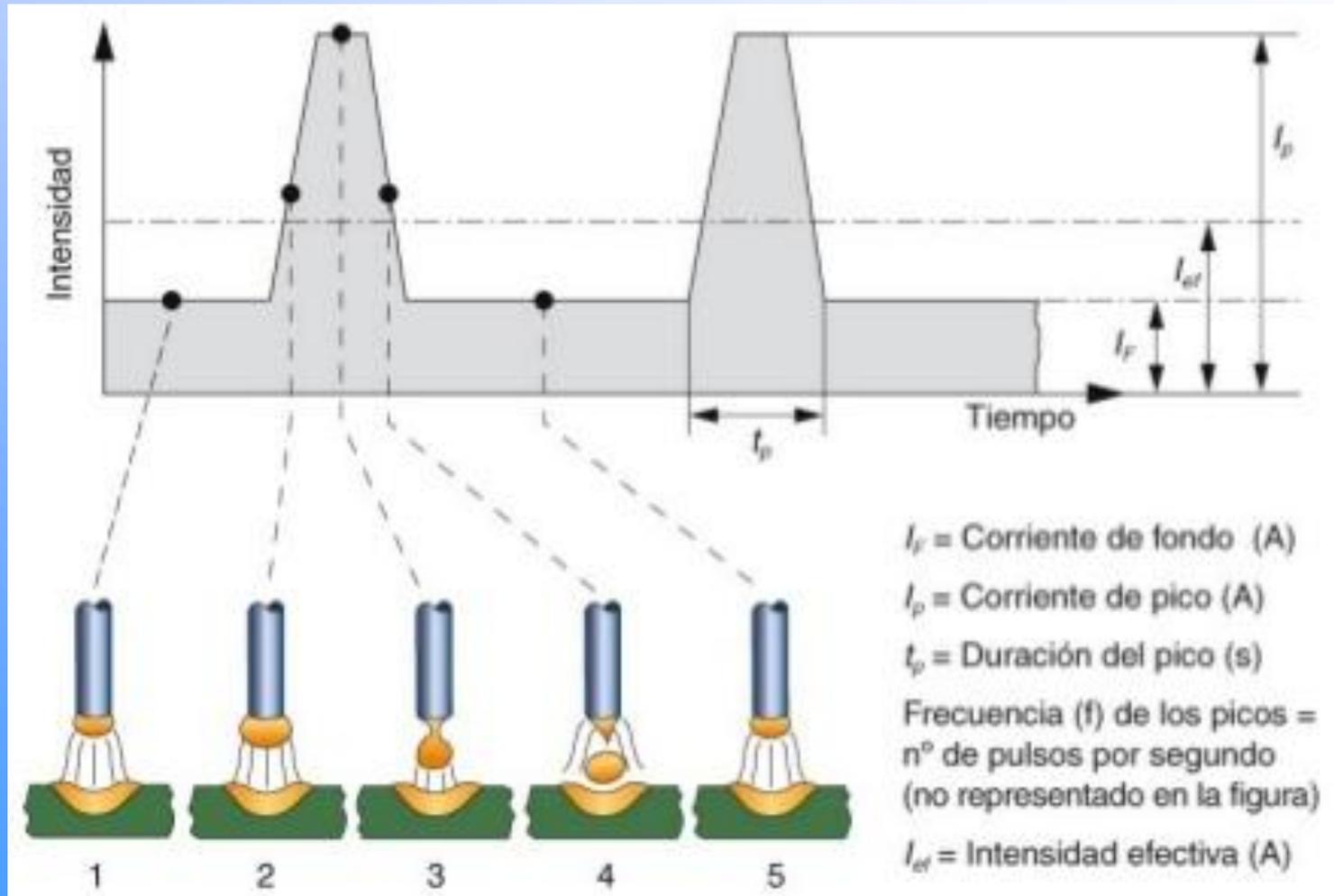


**TRANSFERENCIA POR ARCO SPRAY.** El material se transfiere en forma de pequeñas gotas menores que el diámetro del alambre. Se obtiene con altas intensidades y altos voltajes. Los gases inertes favorecen este tipo de transferencia. Se utiliza este tipo de transferencia para el soldeo en posición horizontal y para el soldeo de espesores gruesos. Con este tipo de transferencia se consiguen grandes tasas de deposición y rentabilidad en la soldadura.

**TRANSFERENCIA POR ARCO PULSADO.** Es una modalidad de transferencia del tipo spray, que se produce por pulsos a intervalos regularmente espaciados. Se obtiene cuando se utiliza una corriente pulsada, que es la composición de una corriente de baja intensidad, que existe en todo momento llamada corriente de fondo, y corriente de pico de elevada intensidad. La corriente de fondo sirve para precalentar y acondicionar el alambre que va avanzando continuamente. La gota saltará al baño de fusión cuando se aplique una corriente de pico.

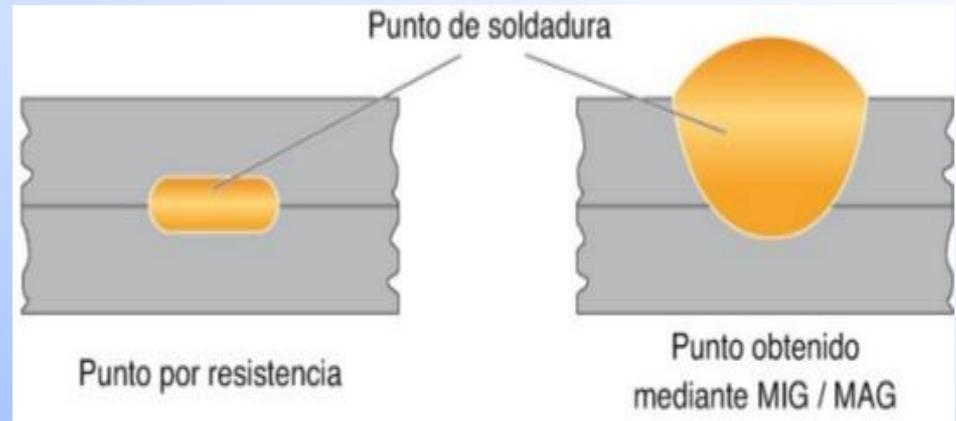


# TRANSFERENCIA POR ARCO PULSADO



# TÉCNICAS ESPECIALES

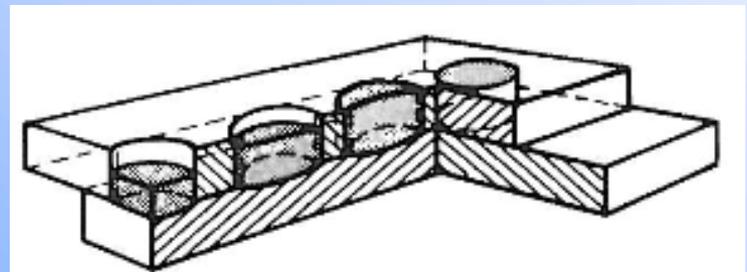
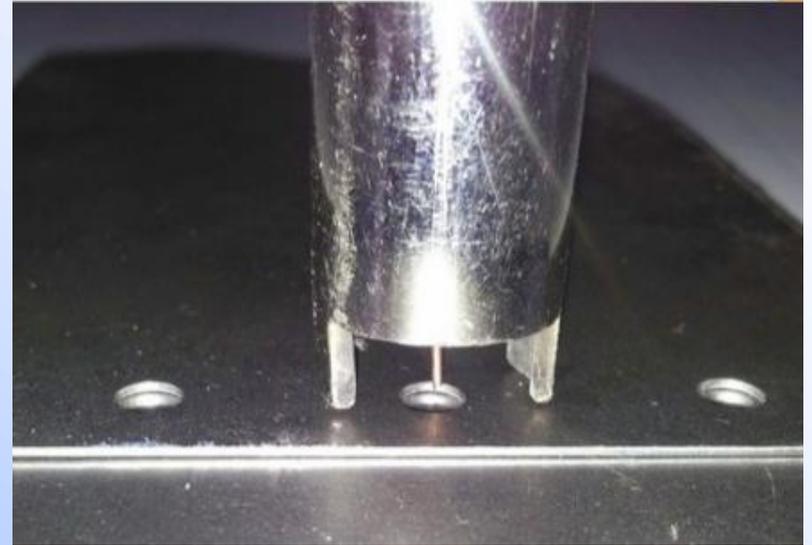
SOLDEO POR PUNTOS. Se pueden realizar soldaduras en forma de puntos discontinuos, similares a los obtenidos mediante el soldeo por resistencia. El soldeo por puntos solo requiere tener acceso a una de las piezas que se van a unir. Tiene aplicación en la unión de chapas finas de acero, aluminio, acero inoxidable.



# TÉCNICAS ESPECIALES

Para el soldeo por puntos se requieren algunas modificaciones del equipo de soldeo MIG/MAG:

- Toberas especiales, que permitan salir el gas.
- Controladores de la velocidad de alimentación del alambre para regular el tiempo de soldeo
- Realizar taladros en una de las piezas que se van a unir (soldadura de tapón).



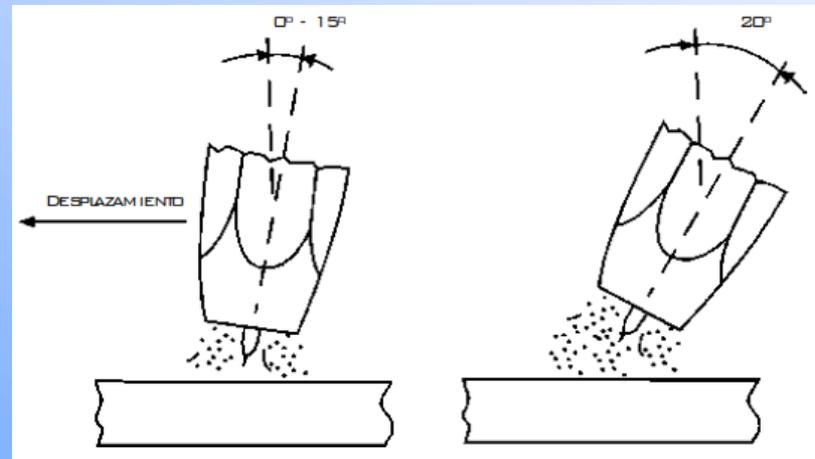
Soldaduras de tapón

# DIRECCIÓN DE SOLDEO

La dirección de soldadura estará en función del material y del espesor de la pieza a soldar. Si se suelda acero, la dirección de soldadura es recomendable efectuarla de derecha a izquierda, aunque la cantidad de material depositado es menor, se obtiene una velocidad de soldadura elevada y un excelente aspecto del cordón.

La soldadura de izquierda a derecha, la calidad de la unión es inferior, dando lugar a un mayor calentamiento del cordón y una mayor deposición del material en exceso. El primer tipo de soldadura es recomendable en la mayoría de los casos, pero necesaria cuando se trata de chapas de pequeño espesor, como sucede con la carrocería.

En materiales como el aluminio, se hace obligatorio realizar la soldadura de derecha a izquierda.



# TÉCNICAS DE SOLDADURA MIG/MAG EN LA REPARACIÓN DE CARROCERÍAS

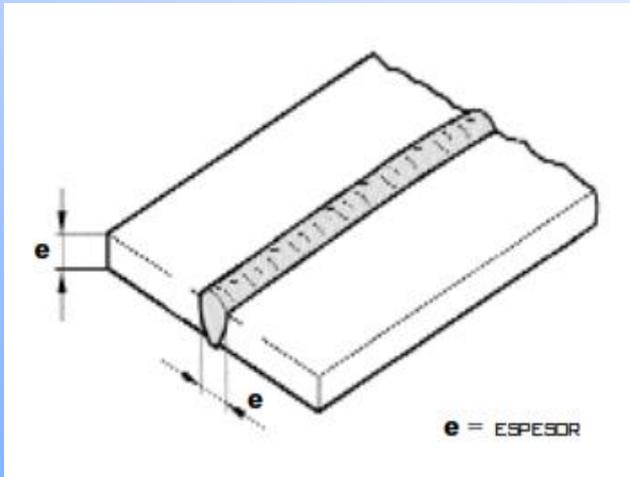
La técnica de aplicación de la soldadura MIG/MAG en los diferentes procesos de reparación de carrocerías es fundamental para obtener un resultado de calidad.

Optar por una técnica u otra dependerá de diversas circunstancias: accesibilidad y geometría de la zona a soldar, técnica de unión de la pieza, tipo de operación (sustitución completa o parcial, por ejemplo), longitud y geometría de la línea de ensamblaje, etc.

Las técnicas empleadas de forma habitual son:

- **Soldadura a tope**
- **Soldadura a solape**
- **Soldadura a tapón**

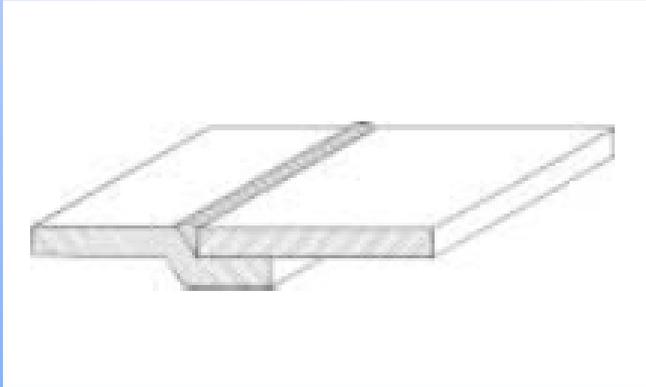
# Soldadura a tope



La soldadura por unión a tope será aquella en la que las piezas a unir se posicionen enfrentadas y con sus bordes perfectamente alineados, dejando una separación entre las chapas, aproximadamente, igual a su espesor.

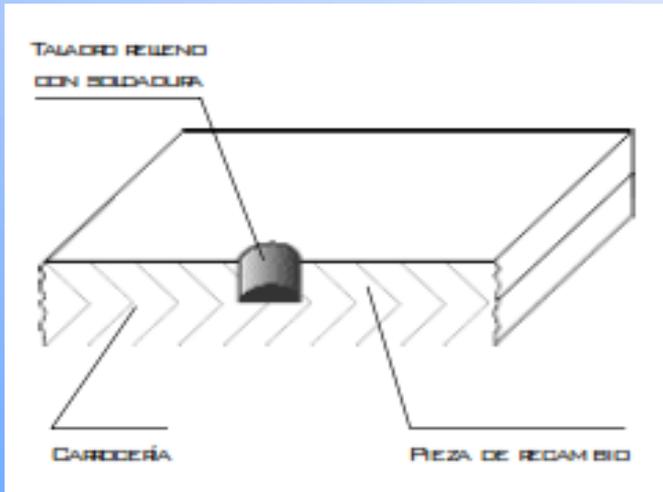
En los casos de piezas excesivamente gruesas, es conveniente realizar un chaflán en sus bordes en forma de V o de X para asegurar la penetración del cordón

# Soldadura a solape



Las uniones a solape (punto calado) se producen al situar una de las chapas por debajo de la otra, ejecutándose la soldadura en ángulo a lo largo del borde de la chapa superior.

# Soldadura a tapón



La soldadura por puntos a tapón es una alternativa a la soldadura de puntos por resistencia en aquellas zonas en las que no exista la accesibilidad para la pinza de soldar o el espesor a soldar no permita utilizar la máquina de puntos por resistencia.

Consiste en soldar dos chapas superpuestas, a través de orificios previamente ejecutados en la superior. El tamaño de estos orificios estará en consonancia con los requisitos estructurales exigibles a la unión. En la reparación de carrocerías, es suficiente con un diámetro de 6 mm.

Los orificios pueden realizarse directamente con una broca, aunque existen sacabocados especiales para esta función.

# MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Limpiar las proyecciones adheridas en la boquilla de la antorcha para evitar cortocircuitos y turbulencias de gas. (Cepillos de púas de acero)
- Evitar las adherencias de las proyecciones, mediante un spray específico



# MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Revisar periódicamente el ajuste de los rodillos de arrastre y frenado del carrete.

Una forma de ajustar el reglaje de la presión sobre los rodillos será efectuando de forma que se pueda, apretando el hilo entre los dedos, hacer patinar los rodillos.

- Verificar de que el hilo pasa adecuadamente por su vaina.



# MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Controlar el desgaste del tubo de contacto y cambiarlo cuando sea necesario para evitar pérdidas de contacto del hilo con la boquilla.
- No utilizar la antorcha como un martillo para eliminar restos de soldadura o alinear chapas.



# MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- No tirar de la manguera de soldadura para mover la máquina.
- Limpiar periódicamente el polvo interior de la máquina con una pistola de aire comprimido seco.



# DEFECTOS TÍPICOS DE SOLDADURAS

DEFECTO	CAUSA
<b>POROS EN EL CORDÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Piezas sucias</li><li>•Protección de gas insuficiente</li><li>•Excesiva inclinación de la pistola</li></ul>
<b>FISURAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Velocidad de enfriamiento elevada</li><li>•Intensidad elevada</li></ul>
<b>FALTA DE PENETRACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Parámetros inadecuados</li><li>•Velocidad de avance incorrecta</li></ul>
<b>CORDÓN IRREGULAR</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Intensidad excesiva</li><li>•Movimiento de avance incorrecto</li><li>•Arco muy largo</li></ul>
<b>PROYECCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Suciedad en el metal base</li><li>•Arco demasiado largo</li><li>•Parámetros inadecuados</li></ul>
<b>AGUJEROS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Tensión muy elevada</li><li>•Chapas muy separadas</li></ul>

# SOLDEO TIG



# Soldadura TIG

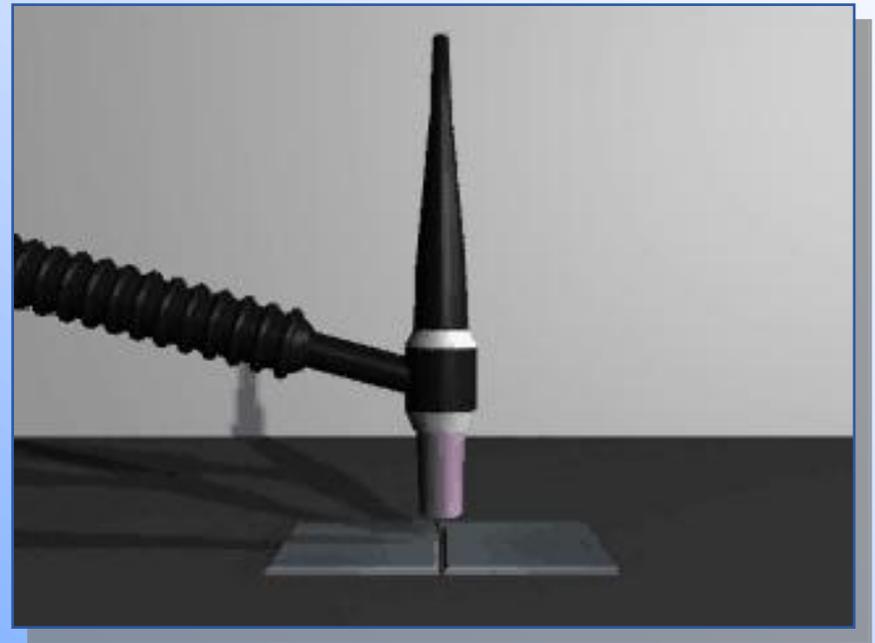
Como gas protector se emplean gases inertes Argón o Helio, o una mezcla de ambos.

**T**ungsten  
**I**nert  
**G**as



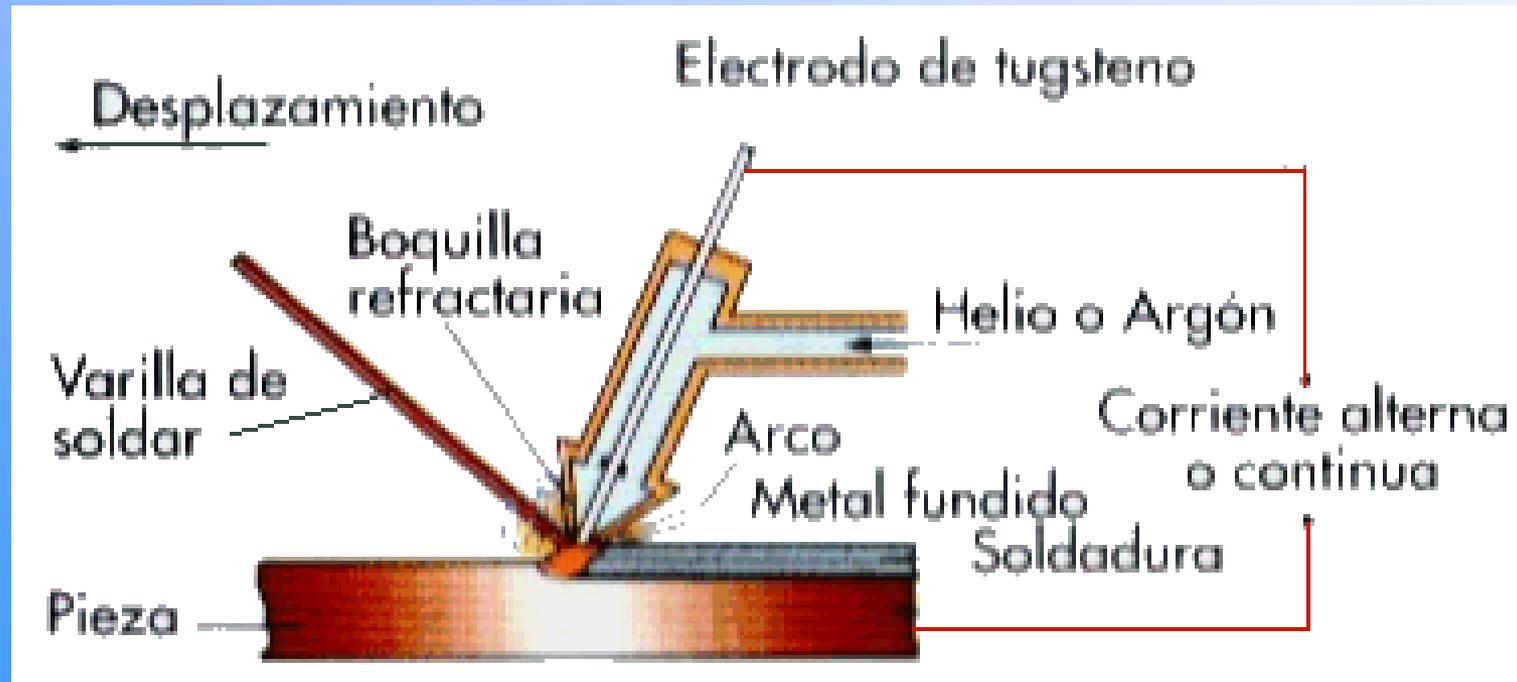
## SOLDEO TIG

La zona afectada por el calor, el metal líquido y el electrodo de tungsteno están protegidos por una atmósfera de gas inerte.

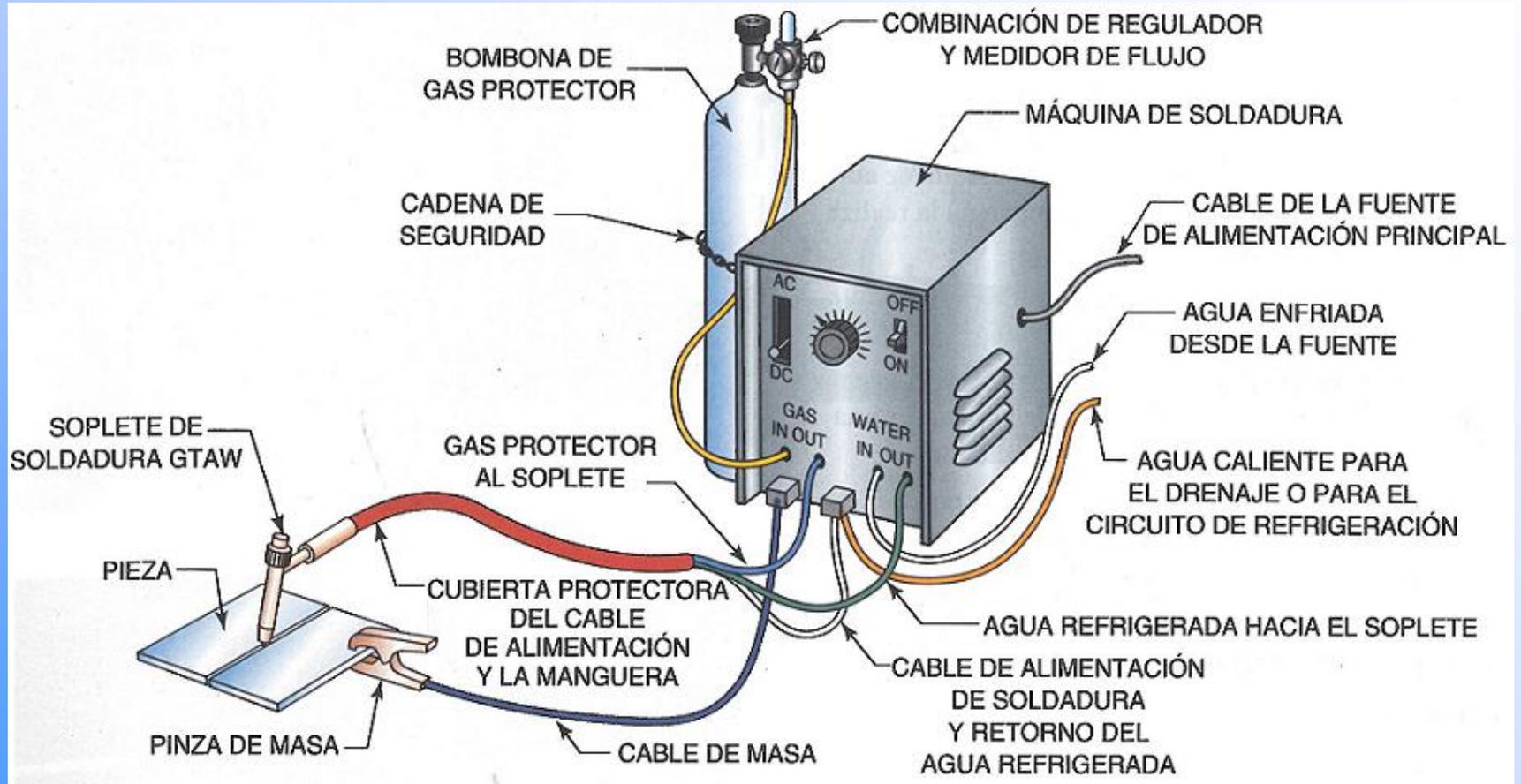


# SOLDEO TIG

El arco salta entre el electrodo de Wolframio o tungsteno (que no se consume) y la pieza, el metal de aportación es una varilla sin revestimiento de composición similar a la del metal base.



# EQUIPO DE SOLDEO TIG



## VENTAJAS DEL SOLDEO TIG

- Puede usarse para soldar la mayoría de los metales y aleaciones comerciales.
  - Aceros al carbono, baja aleación e inoxidables.
  - Níquel.
  - Cobre, latón y bronce.
  - Titanio.
  - Aluminio.
  - Magnesio.



# VENTAJAS DEL SOLDEO TIG

- **Arco concentrado.**

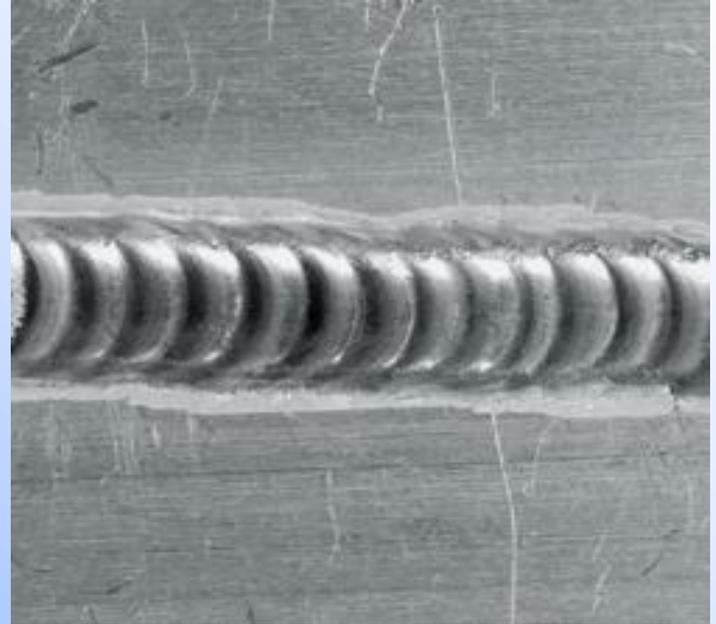
Control puntual del calor aplicado, efectivo para soldar metales de alta conductividad térmica.

Zona afectada por el calor (ZAT) más estrecha.



## VENTAJAS DEL SOLDEO TIG

- Sin fundentes o escoria.
  - Excelente visibilidad del arco.
  - Sin riesgo de escoria atrapada entre pasos.
  - Produce soldaduras lisas y regulares



## VENTAJAS DEL SOLDEO TIG

- Limpieza.  
Al no existir transferencia de metal en el arco, no se producen proyecciones.



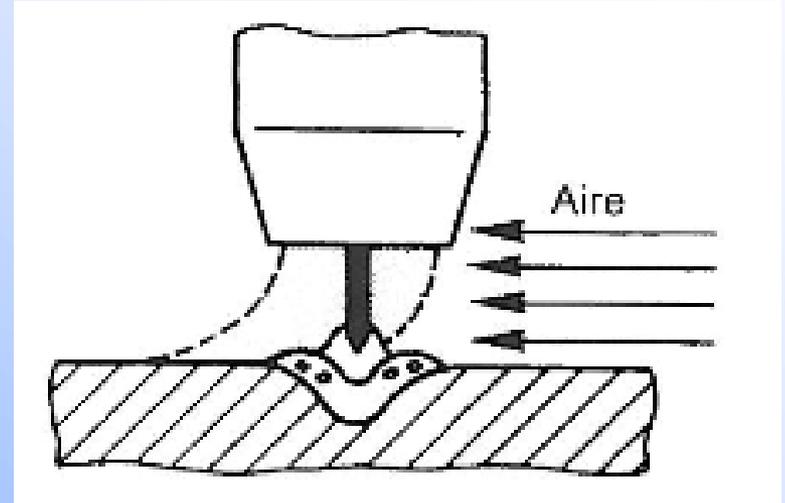
# VENTAJAS DEL SOLDEO TIG

- Se puede utilizar con o sin material de aporte, en función de la aplicación.
- Puede emplearse en todo tipo de uniones o posiciones.



## DESVENTAJAS DEL SOLDEO TIG

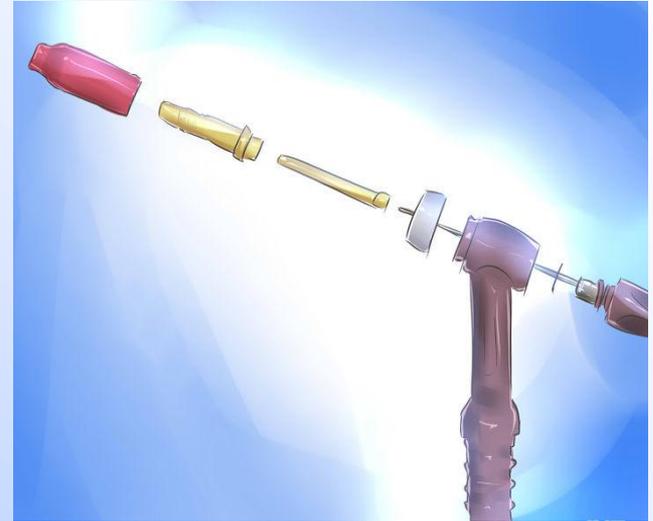
- Baja tasa de deposición del metal de aporte.
- El soldador requiere de una excelente coordinación visual y manual.
- En presencia de corrientes de aire puede resultar difícil conseguir una protección adecuada de la zona de soldadura.



# PISTOLA DE SOLDEO TIG

Tiene la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. El electrodo de tungsteno transporta y mantiene la corriente hasta la zona de soldeo se:

- Sujeta rígidamente en su interior.
- El gas de aportación llega hasta la zona de soldeo a través de una tobera de material cerámico. La tobera tiene como misión dirigir y distribuir el gas sobre la zona de soldeo.



# SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE

El proceso TIG puede utilizarse tanto con corriente continua como con corriente alterna. La elección de la clase de corriente y polaridad se hará en función del material a soldar.

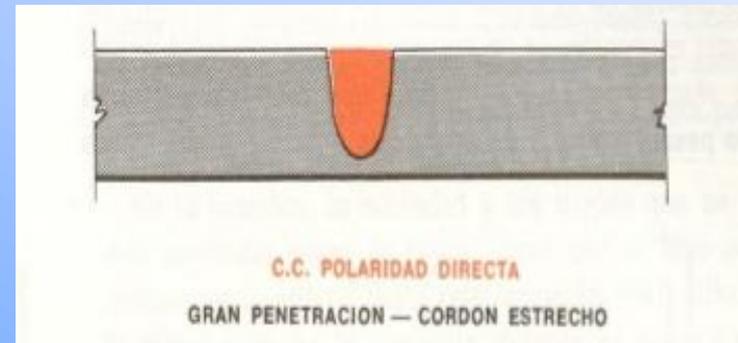
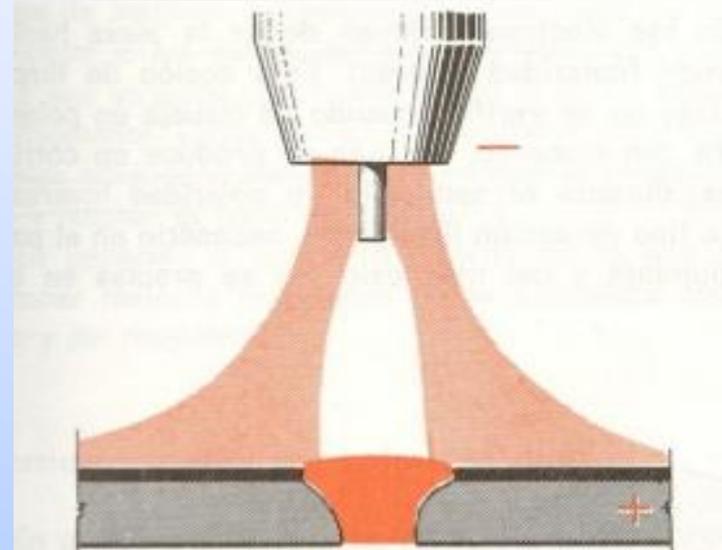
- Arco con corriente continua.
- Arco con corriente alterna



# SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE

## Arco con corriente continua.

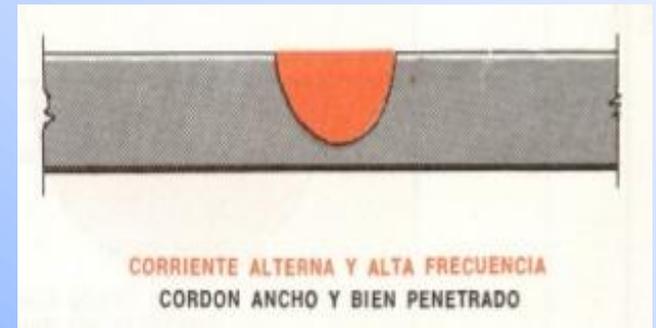
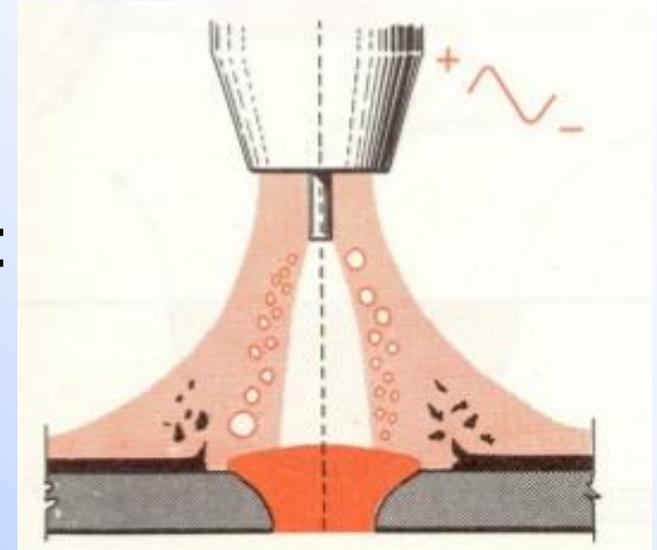
La polaridad recomendada en corriente continua es la directa, ya que si se suelda con polaridad inversa se tienen que utilizar intensidades tan bajas para que no se sobrecaliente el electrodo que resulta impracticable el soldar.



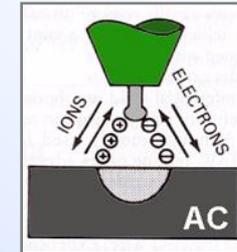
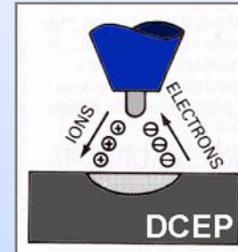
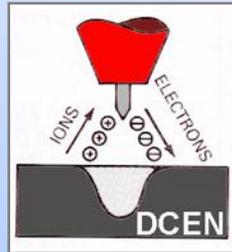
# SELECCIÓN DEL TIPO DE CORRIENTE

Arco con corriente alterna

La corriente alterna tiene las ventajas de las dos polaridades: el buen comportamiento durante el semiciclo de polaridad directa y el efecto decapante del baño durante el semiciclo de polaridad inversa, por lo que suele emplearse en el soldeo de aleaciones ligeras, tales como las de aluminio y magnesio.



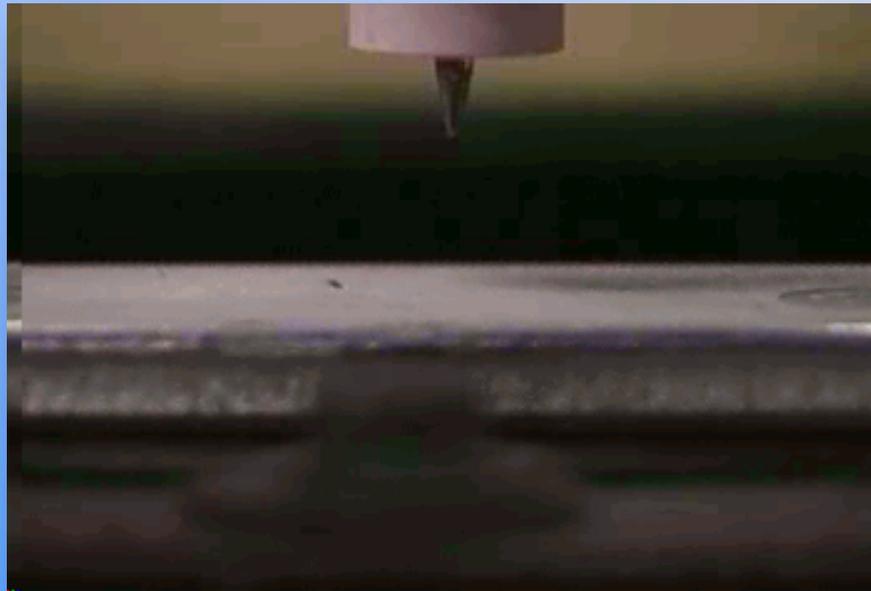
# EFECTO DEL TIPO DE CORRIENTE



<i>Acción de limpieza de óxido</i>	No	Si	Si; Cada mitad del ciclo
<i>Balace de calor en el arco (aprox)</i>	70% en la pieza 30% en el electrodo	30% en la pieza 70% en el electrodo	50% en la pieza 50% en el electrodo
<i>Penetración</i>	Profunda; Angosta	Ligera; Ancha	Media
<i>Capacidad del electrodo</i>	Excelente 1/8" (3.2 mm) 400 A	Pobre 1/4" (6.4 mm) 120 A	Buena 1/8" (3.2 mm) 225 A

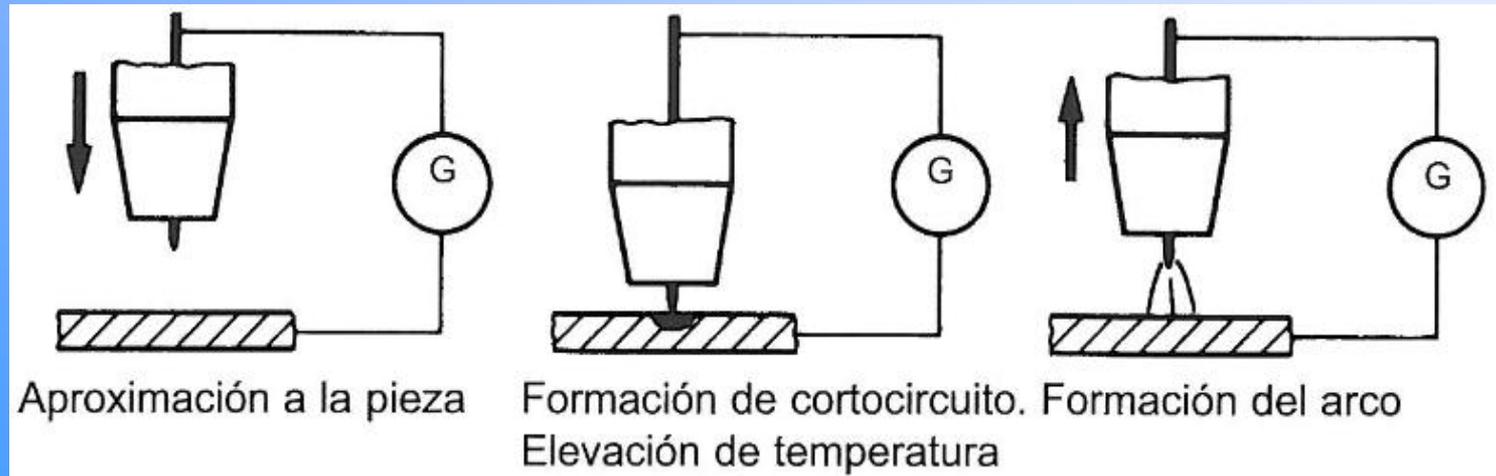
# ENCENDIDO DEL ARCO ELÉCTRICO

- Cebado por raspado
- Cebado por HF



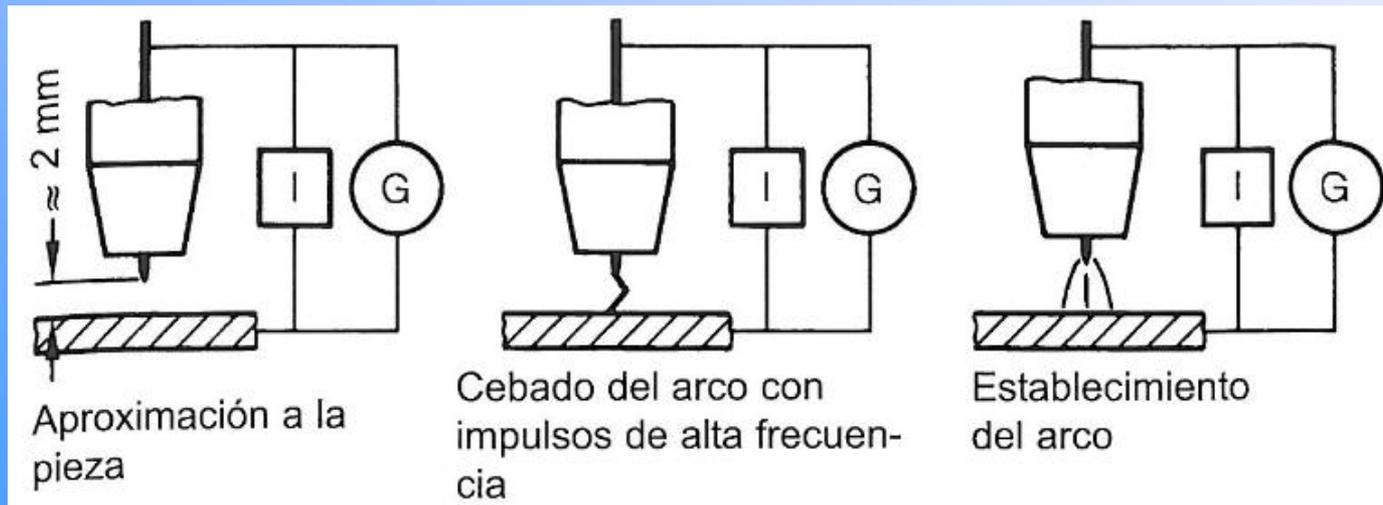
# ENCENDIDO DEL ARCO ELÉCTRICO

**Cebado por raspado.** Tipo de encendido del arco eléctrico, que se efectúa raspando el electrodo de tungsteno con la pieza a soldar. Se asemeja al cebado con electrodo revestido. Deja impurezas en el material base y en el cordón de soldadura.



# ENCENDIDO DEL ARCO ELÉCTRICO

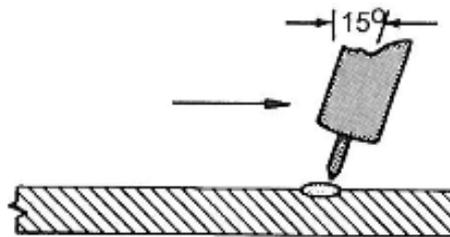
**Cebado por HF.** Tipo de encendido del arco, en la que una chispa, suministrada por un generador de alta frecuencia, que suministra un impulso de alta tensión permite iniciar el arco eléctrico sin poner en contacto electrodos con el material base. El cebado por HF requiere siempre una antorcha con mando eléctrico.



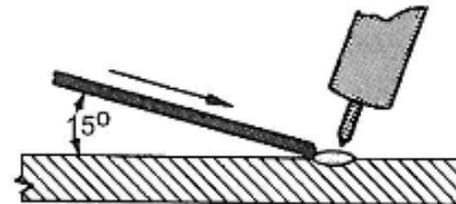
# TÉCNICA OPERATORIA



(a) Formación del baño de fusión, mediante un movimiento circular o de lado a lado



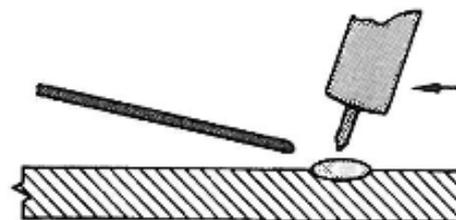
(b) Desplazamiento del electrodo hacia el borde del baño de fusión



(c) Adición de metal de aportación en el borde del baño de fusión



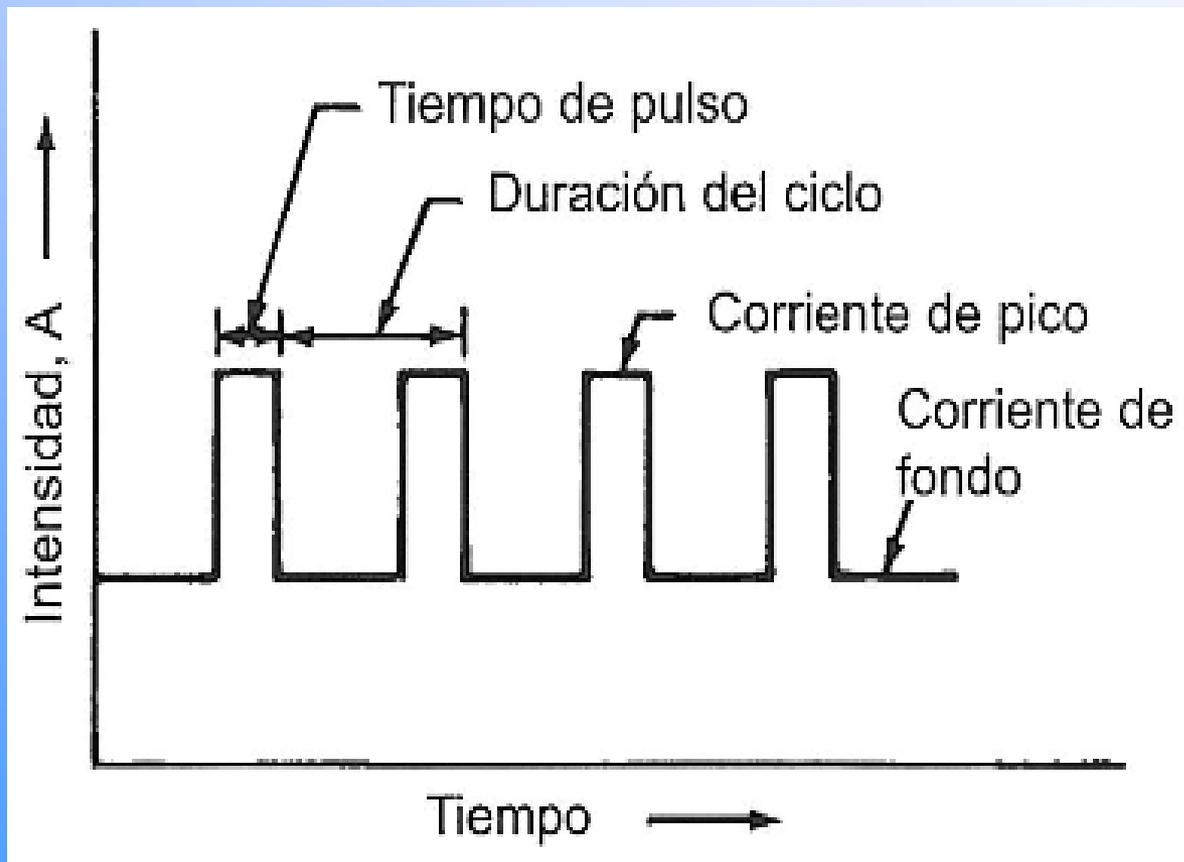
(d) Movimiento continuo de la varilla a medida que se funde



(e) Movimiento del electrodo siguiendo el borde del baño de fusión

# ARCO PULSADO

El arco pulsado es una técnica especial cuya finalidad es obtener un mayor control sobre el aporte de calor al metal base y una mejor calidad de soldadura.



# **MATERIAL DE APORTACIÓN**

# MATERIAL DE APORTACIÓN MIG/MAG

- El hilo o alambre realiza la función de electrodo durante el proceso de soldeo y aporta el material necesario para realizar la unión.
- Los alambres empleados suelen ser de los diámetros 0,6; 0,8; 1,0; 1,2;... y se suministran en bobinas que se colocan directamente sobre los sistemas de alimentación. Para conseguir una alimentación suave y uniforme el alambre debe estar bobinado en capas perfectamente planas y es necesario que no este tirante durante su suministro.
- Los alambres de acero reciben a menudo un recubrimiento de cobre que mejora: el contacto eléctrico, la resistencia ala corrosión y disminuye el rozamiento con los distintos sistemas de alimentación y la antorcha.
- El material de aportación tiene que ser similar en composición química del metal base.
- Cuando se varía el diámetro del alambre utilizado se debe cambiar el tubo-guía. El tubo de contacto y ajustar los rodillos a la nueva medida de alambre.

# TIPOS DE ALAMBRES UTILIZADOS CON SOLDADURA MIG/MAG

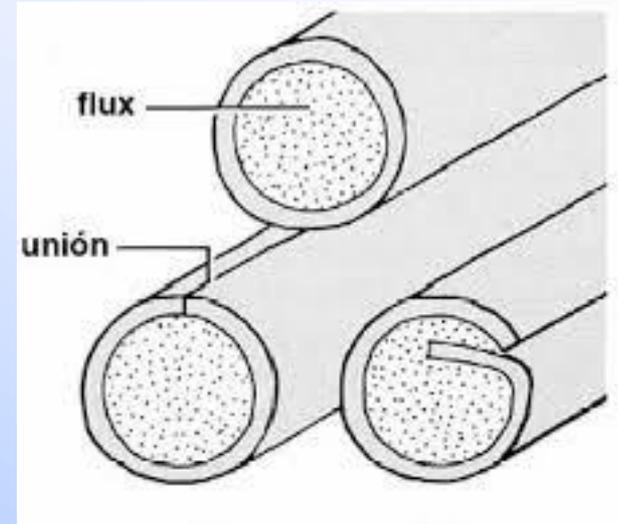
- Alambres sólidos macizos
- Alambres tubulares

Los **alambres macizos** son indicados para aceros bajos en carbono, no dejan escoria sobre el cordón y el enfriamiento es rápido, por lo que su principal aplicación son los *materiales de poco espesor*.



# TIPOS DE ALAMBRES UTILIZADOS CON SOLDADURA MIG/MAG

Los **alambres tubulares** se comportan de modo similar a los electrodos revestidos. Constan de una carcasa metálica y un interior hueco relleno de un polvo fundente (flux), polvo metálico o mezcla de ambos, que aporta elementos de aleación al cordón de soldadura. Dejan escoria sobre el cordón y por ello el enfriamiento es lento, lo cual es una ventaja cuando se trabaja con materiales de gran espesor.



## TIPOS:

- Autoprotegidos
- Con protección gaseosa

# MATERIAL DE APORTACIÓN TIG

- **Varillas de aportación.**

En el soldeo TIG el material de aporte se alimenta manualmente.

Las varillas de aporte deben mantenerse libre de contaminaciones como humedad, polvo o suciedad.

Durante el soldeo es importante que la parte de la varilla caliente esté siempre debajo de la campana protectora de gas, para que no se contamine.

Las varillas de aporte deberán tener una composición química similar a la del material base.

Las varillas se comercializan en distintos diámetros: 1,1; 1,6; 2; 2,4; 3,2; 4; y 4,8 mm, y de longitud 900mm

# MATERIAL DE APORTACIÓN TIG

Material Base	Metales comunes de Aportación de la GTAW
Acero al Carbón	ER70S-6 o ER70S-3
Aluminio	ER4043 o ER5356
Acero Inoxidable	ER308, ER309, o ER316
Cromo-Molibdeno	ER80S-D2 o ER70S-2
Titanio	ERTi-5ELI



# DESIGNACIÓN DE LOS ALAMBRES Y VARILLAS DE ACEROS INOXIDABLES

La designación AWS es la más utilizada y consiste en los mismos números de designación del material base:

- E: indica electrodo
- R: indica varilla
- T: tubular
- XXX: composición del material

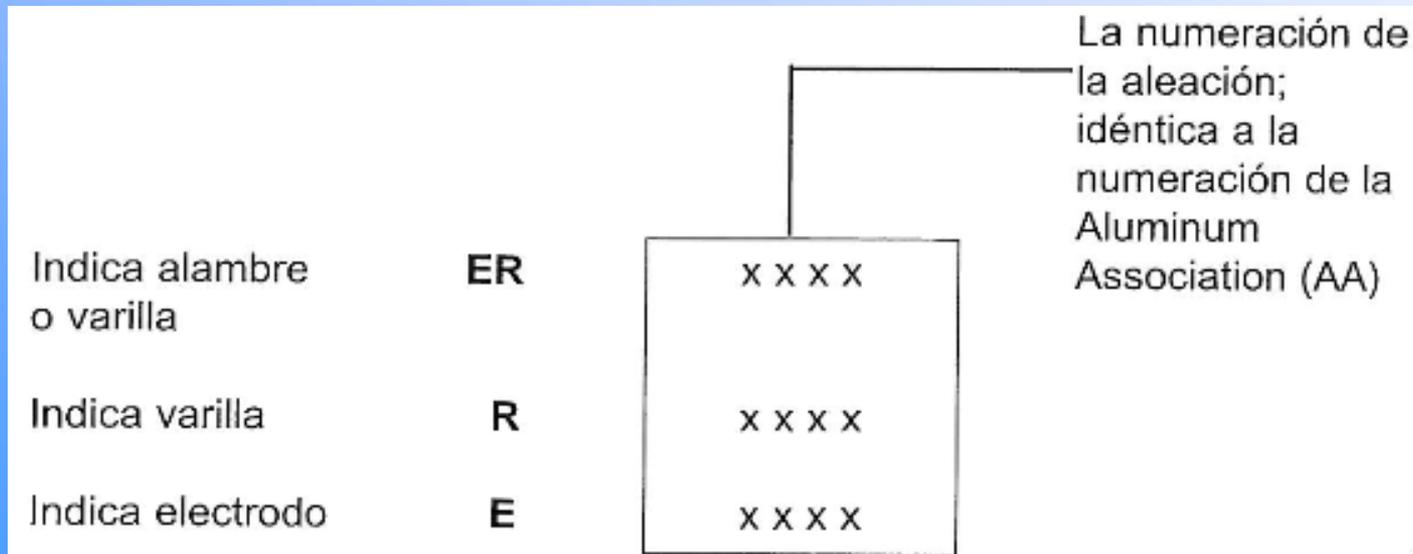
# DESIGNACIÓN DE LOS ALAMBRES Y VARILLAS DE ACEROS INOXIDABLES

Metal base		Metal de aportación MIG-TIG
Austenítico	302	ER 308
	304	
	304 L	ER 308L
	304 H	ER 347
	309	ER 309
	309 S	ER 309L ER 309Nb
	310	ER 310
	314	
	316	ER 316
	316 L	ER 316 L
	316 LN	ER 316L ER 308LMo ER 316 LSi (MIG/MAG)
	317	ER317
	317 L	ER317L
	321	ER321 ER347
	347	ER347
	348	ER347

# DESIGNACIÓN DE LOS ALAMBRES Y VARILLAS DE ALUMINIO Y ALEACIONES

## *Alambres para metales no ferrosos*

Los metales no ferrosos requieren de alambres distintos. Para la **soldadura de aluminio y sus aleaciones** conforme a AWS esta sería su designación:.



# DESIGNACIÓN DE LOS ALAMBRES Y VARILLAS

## Ejemplos

- Alambres ER-1100 y ER-4043: se usan principalmente con argón y helio, además de otras mezclas gaseosas comerciales y son ideales para soldar planchas y piezas fundidas de gran espesor. Las principales industrias que utilizan este tipo de alambre son las de alimentos, lácteas y de refrigeración.
- Alambre ER-5356: con un 5% de magnesio, este alambre funciona en la mayoría de las situaciones. Su elevada resistencia a la tracción lo hace apto para la fabricación y reparación de tanques de combustible.

# ELECTRODOS NO CONSUMIBLES

La misión del electrodo es la de mantener el arco. Poseen un alto punto de fusión para utilizar intensidades de corriente elevadas.

Los diámetros disponibles son 1; 1,6; 2; 2,4; 3,2;...

## TIPOS:

Tungsteno puro

Tungsteno aleado con torio

Tungsteno aleado con circonio



## CLASIFICACION DE LOS ELECTRODOS DE TUNGSTENO PARA SOLDADURA TIG SEGUN DIN/EN 26848

CLASIFICACION		COMPOSICION OXIDO %	COLOR	CORRIENTE	PARA SOLDAR
WP	PURO		VERDE	AC	ALUMINIO, MAGNESIO
WT 10	1% Thorio	0,90 ... 1,20 ThO <sub>2</sub>	AMARILLO	DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE
WT 20	2% Thorio	1,80 ... 2,20 ThO <sub>2</sub>	ROJO	DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE
WT 30	3% Torio	2,80 ... 3,20 ThO <sub>2</sub>	MORADO	DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE
WT 40	4% Thorio	3,80 ... 4,20 ThO <sub>2</sub>	NARANJA	DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE
WZ 8	0,8% Zirconio	0,70 ... 0,90 ZrO <sub>2</sub>	BLANCO	AC	ALUMINIO, MAGNESIO
WL 10	1% Lantano	0,90 ... 1,20 LaO <sub>2</sub>	NEGRO	AC / DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO
WL 20	2% Lantano	1,80 ... 2,20 LaO <sub>2</sub>	AZUL	AC / DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO
WC 20	2% Cerio	1,80 ... 2,20 CeO <sub>2</sub>	GRIS	AC / DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO
WS 2	Tierras Raras		TURQUESA	AC / DC-	ACEROS, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO

# ELECTRODOS NO CONSUMIBLES

<b>Tipo de electrodo</b>	<b>Tipo de corriente que se utiliza</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Geometría del extremo</b>
Tungsteno puro	C.A.	Aluminio y magnesio	Redondeada
Tungsteno con torio, cerio, lantano	C.C.	Aceros al carbono, inoxidable, cobre, titanio	Afilada
Tungsteno con circonio	C.A/C.C.	todos	Redondeada/afilada

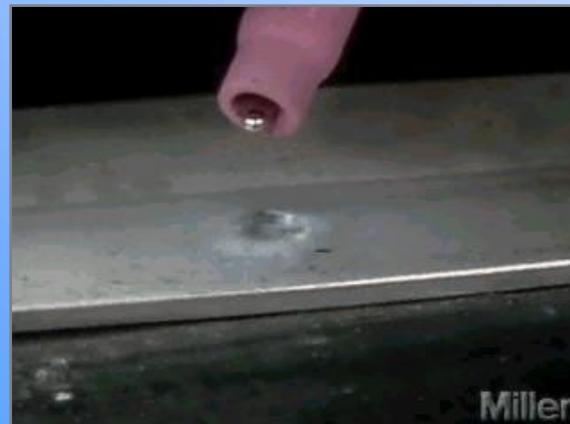
# PUNTA DEL ELECTRODO

- Para soldar con C/C y polaridad directa DCEN se prefiere un acabado cónico. (acero inox.)



# PUNTA DEL ELECTRODO

- Para soldar con AC se prefiere un acabado de tipo esférico. (Aluminio)



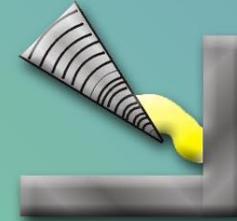
# CONTAMINACIÓN DEL ELECTRODO

Tipo de contaminación	Causa de la contaminación	Soluciones
Por el metal de soldadura o el metal de aportación fundidos	Contacto entre el electrodo y la varilla durante el soldeo, o al introducir el electrodo en el baño de fusión	Utilizar una buena técnica de soldeo evitando este tipo de contacto
Por el aire	Longitud libre del electrodo de wolframio fuera de la boquilla demasiado larga	Utilizar una longitud máxima del electrodo igual al diámetro de la boquilla
	Caudal de gas de protección insuficiente	No utilizar menos caudal que el recomendado
	Tiempo de salida de postflujo de gas de protección insuficiente	El tiempo de postflujo deberá ser el suficiente para permitir que el electrodo se enfríe

# AFILADO DEL ELECTRODO



**Ideal Tungsten Preparation-  
Stable Arc**



**Wrong Tungsten Preparation-  
Wandering Arc**

# **GASES**

# GASES UTILIZADOS EN SOLDADURA

- **COMBUSTIBLES:**

- Acetileno
- Propano
- Gas natural

- **COMBURENTES:**

- Oxígeno

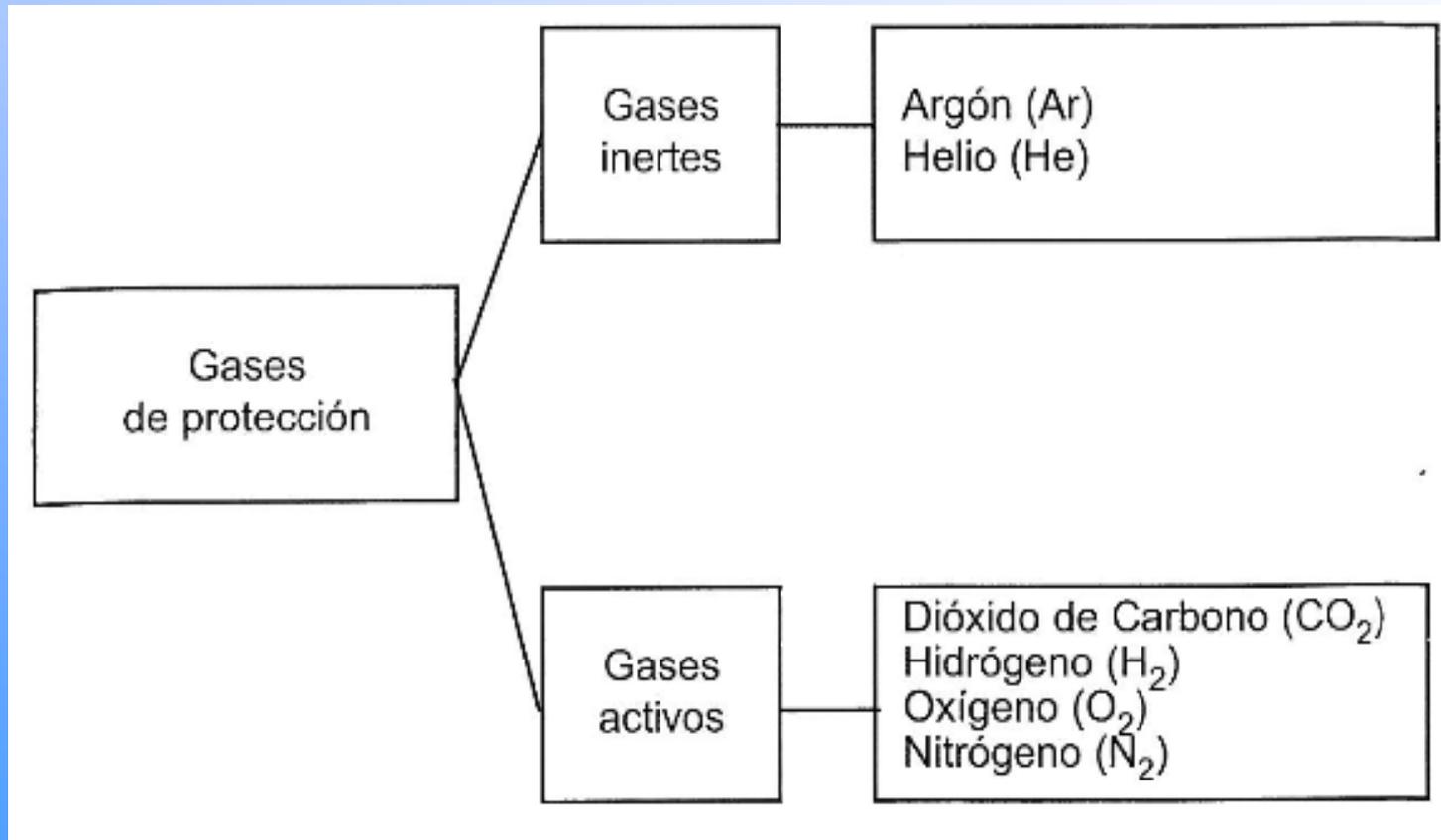
- **GASES INERTES:**

- Argón
- Helio

- **GASES ACTIVOS:**

- CO<sub>2</sub> Dióxido de carbono
- Nitrógeno
- Hidrógeno
- Oxígeno

# CLASIFICACIÓN DE LOS GASES DE PROTECCIÓN



# GASES DE PROTECCIÓN

El objetivo fundamental del gas de protección es el de proteger al metal fundido de la contaminación por la atmósfera circundante.

## MIG/MAG

- CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono)
- Ar (argón), He (helio) o Ar + He
- Ar + CO<sub>2</sub> o He + CO<sub>2</sub>
- Ar + O<sub>2</sub> ( 1-10% de oxígeno)
- Ar + O<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>
- Ar + He + CO<sub>2</sub>
- Ar + He + CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>

## TIG

- Ar (argón),
- He (helio)
- Ar + He
- Ar + H (hidrógeno)
- Ar + H + He

# GASES DE PROTECCIÓN



**NUEVO**

## Colores de identificación y acoplamientos de salida



Gases Industriales

 Oxígeno 51 Oxígeno Q1 W 22.91 x 1/4" HEMERA-DCHA, TIPO F	 Oxígeno Puro W 22.91 x 1/4" HEMERA-DCHA, TIPO F	 Aire Medicinal W 22.91 x 1/4" HEMERA-DCHA, TIPO F	 Oxígeno Medicinal W 22.91 x 1/4" HEMERA-DCHA, TIPO F	 Acetileno Industrial W 22.91 x 1/4" HEMERA-DCHA, TIPO H	 Acetileno Puro W 22.91 x 1/4" HEMERA-DCHA, TIPO H	 Propileno M 21.7 x 1.814 MACHO-IZDA, TIPO E	 Metano M 21.7 x 1.814 MACHO-IZDA, TIPO E	 Hidrógeno 51 Hidrógeno Q1 M 21.7 x 1.814 MACHO-IZDA, TIPO E	 Hidrógeno Puro M 21.7 x 1.814 MACHO-IZDA, TIPO E	 Aire 51 M 30 x 1.75 MACHO-DCHA, TIPO B	 Aire Puro M 30 x 1.75 MACHO-DCHA, TIPO B
 Control Estanqueidad M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Frull M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Extendapak 14, 15, 16 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Extendapak 13 M 20 x 1.5 MACHO-DCHA, TIPO G	 Extendapak 43 M 20 x 1.5 HEMERA-DCHA, TIPO G	 Gas PR 7 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Gas PR 10 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Profesional Puro W 18.8 x 1/18" MACHO-DCHA, TIPO U	 (-) Mezcla de Calibración M 19 x 1.5 MACHO-DCHA, TIPO M	 Argón Espectrografico 2 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Argón Espectrografico 5 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 R-134a R-22 R-116 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C
 Carbónico Industrial M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Carbónico Puro M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Nitrógeno 51 Nitrógeno Q1 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Nitrógeno Puro M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Argón 51 Argón Q1 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Argón Puro M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Stargón C-2 C-3 C-4 C-15 C-20 C-23 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Stargón O-1, O-3, O-5, O-8 O-10, O-20, O-25, O-30 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Stargón SS N-1 N-3 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Formigas 5 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Formigas 5, 10, 15, 20, 35 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Hydrostar 2 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E
 Hydrostar 5, 10, 20, 35 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Hydrostar 17N M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Helistar 5, 30, 50, 70 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Helistar GV, 7C, 15C, CS, SS M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Hydrostar PB 55 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Helistar 085 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Helistar 30H M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E	 Helistar 15 N-1 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Helio 51 Helio Q1 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 Helio Puro M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 LaserStar N1, 2, 11 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO C	 LaserStar Q1 M 21.7 x 1.814 MACHO-DCHA, TIPO E

# GASES DE PROTECCIÓN

Regla general		
Color de riesgo	Antiguo sistema	Nuevo código europeo
Tóxico/comosivo	Verde (u otro)	Amarillo 
Inerte (argón y mezclas)	Amarillo o mezcla de colores	Verde intenso 
		Verde oscuro 
Inflamable	Rojo (u otro)	Rojo 
Oxidante	Blanco (u otro)	Azul claro 



# REGULACIÓN DE GAS DE PROTECCIÓN



El caudal de gas a utilizar dependerá de las condiciones en las que estemos trabajando, Pero por lo general podemos calcularlo a base de 10 veces el diámetro del hilo. Ej. Hilo de 0,8mm x 10 = 8 L/min.

## CAUDAL DE GAS:

- Aceros al carbono e inoxidables de 8 a 12 l/min
- Aluminio y aleaciones de 12 a 20 l/min
- Un caudal de gas bajo crea una insuficiente protección.
- Un caudal de gas alto crea turbulencias.

# CARACTERÍSTICAS DE LOS GASES

GASES	PROPIEDADES
ARGÓN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alta densidad</li><li>• Fácil cebado del arco</li><li>• Buena estabilidad del arco</li><li>• Económico</li><li>• Idóneo para pequeños espesores</li></ul>
HELIO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Baja densidad</li><li>• Menor estabilidad del arco</li><li>• Elevado aporte térmico</li><li>• Idóneo para grandes espesores</li></ul>
ANHÍDRIDO CARBÓNICO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bajo coste</li><li>• Elevada penetración</li><li>• Produce salpicaduras</li><li>• No se puede conseguir transferencia en <i>spray</i></li></ul>

# MATERIALES

# Características especiales del aluminio

- El metal puro tiene un punto de fusión por debajo de 650 °C y no presenta cambios de color antes de fundirse, tan característicos de la mayoría de los demás metales. Por esta razón, no podemos saber cuando está caliente o listo para fundirse.
- El óxido o “piel” que se forma con tanta rapidez en su superficie tiene un punto de fusión casi tres veces mayor (por encima de 1700 °C). Este óxido también es más pesado que el aluminio y cuando se funde tiende a hundirse.

# DESIGNACIÓN DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO

La designación americana, la Aluminium Association (AA), consiste en cuatro dígitos:

1º grupo al que pertenece.

2º modificación de la aleación inicial o límite de impurezas.

Los dos últimos indican la aleación o pureza del aluminio.

Grupo de aleación	Designación de la
Aluminio, pureza mínima: 99,00%	1XXX
Aluminio-cobre	2XXX
Aluminio-manganeso	3XXX
Aluminio-silicio	4XXX
Aluminio-magnesio	5XXX
Aluminio-magnesio-silicio	6XXX
Aluminio-cinc	7XXX
Aluminio-otros elementos	8XXX

# SOLDABILIDAD DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO DE ACUERDO CON EL PROCESO DE SOLDEO

Tipo de aleación	Designación		Proceso			
	UNE	Aluminum Association	MIG TIG	Por resistencia, por puntos o	Soldeo fuerte	Soldeo blando
No bonificable	L-3001	1100	A	A	A	A
	L-3810	3003	A	A	A	A
	L-3820	3004	A	A	B	B
	L-3360	5052 5652	A	A	C	C
	L-3321	5083	A	A	X	X
	L-3322	5086	A	A	X	X
	L-3390	5454	A	A	X	X
		5456	A	A	X	X
Bonificable	L-3140	2024	C	A	X	C
	L-3191	2219	A	A	X	C
	L-3420	6061	A	A	A	B
	L-3441	6063	A	A	A	B
	L-3431	6101	A	A	A	A
	L-3451	6351	A	A	A	A
	L-3741	7005	A	A	B	B
	L-3731	7039	A	A	C	B
L-3710	7075	C	A	X	C	

Bonificables tratadas térmicamente.  
No bonificables no tratables térmicamente

# MÉTODOS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA CAPA DE ÓXIDO DE ALUMINIO

- **Métodos mecánicos**
- **Métodos eléctricos**
- **Métodos químicos**

# MÉTODOS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA CAPA DE ÓXIDO DE ALUMINIO

- **Métodos mecánicos:**

Un cepillo de acero inoxidable o de alambre de latón es la herramienta usada para frotar la superficie del aluminio, tanto antes de empezar a soldar como luego, entre pasadas de soldadura. Debemos asegurarnos de usar el cepillo exclusivamente para esta tarea de limpiar el aluminio y de guardarlo en un lugar separado para no introducir contaminantes.

# MÉTODOS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA CAPA DE ÓXIDO DE ALUMINIO

- **Métodos eléctricos:**

Sin usamos una **soldadura TIG** con fuente de corriente alterna, el ciclo de soldadura con electrodo positivo proporciona un decapado de la superficie, que elimina el óxido en torno a la zona de soldadura.

# MÉTODOS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA CAPA DE ÓXIDO DE ALUMINIO

- **Métodos químicos:**

La limpieza química se utiliza como último recurso reservado para aplicaciones de alta calidad. Sin embargo, inmediatamente antes de la soldadura podemos embeber un paño sin pelusa en un limpiador químico para ayudar a eliminar el óxido. En un principio se usaba acetona, pero con el tiempo su uso se fue desaconsejando por considerarse un producto inseguro para respirar, incluso por períodos cortos. En su lugar, se recomienda el uso de alcohol desnaturalizado o desengrasantes comerciales.

# Métodos más comunes para limpiar superficies de aluminio para soldadura TIG

Tipos de limpieza		
Compuestos eliminados	Juntas solamente	Pieza completa
<b>Aceite, grasa, humedad y polvo (usar cualquier método indicado)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar con solución alcalina suave y secar</li> <li>• Limpiar con disolvente de hidrocarburo, tal como acetona o alcohol</li> <li>• Limpiar con disolventes comerciales</li> <li>• Sumergir las juntas y usar cualquiera de los métodos anteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desengrasar por vapor</li> <li>• Desengrasar con aerosoles</li> <li>• Sumergir en disolventes alcalinos</li> <li>• Sumergir en disolventes comerciales</li> </ul>
<b>Óxidos (usar cualquier método indicado)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumergir las juntas en solución alcalina fuerte, luego en agua y luego en ácido nítrico. Enjuagar con agua y secar</li> <li>• Limpiar con desoxidantes comerciales</li> <li>• Eliminar mecánicamente, por ejemplo mediante cepillado de alambre, limado o amolado. En aplicaciones críticas, raspar todas las juntas y las superficies adyacentes inmediatamente antes de la soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumergir en solución alcalina fuerte, luego en agua y luego en ácido nítrico. Enjuagar con agua y secar</li> <li>• Sumergir en soluciones comerciales</li> </ul>

# Características especiales del acero inoxidable

- Un acero es inoxidable cuando su contenido en cromo mínimo sea del 12%.
- La superficie exterior está compuesta por óxido de cromo llamada capa pasivante, que lo protege de la oxidación y la genera la propia aleación.
- Cuanto mayor sea el contenido en cromo, mayor resistencia a la corrosión.
- Tienen un coeficiente de dilatación de un 50% más elevado que los aceros al carbono.
- Se contamina si se almacena junto al acero al carbono o si se manipula con útiles (muelas, limas, cepillos...) que hayan sido utilizados en los aceros al carbono.
- La designación más extendida es la AISI (Instituto Americano de Hierro y el Acero). Se compone de tres cifras seguidas de una o más letras que, nos indican cada tipo de acero mediante ciertas propiedades (químicas, mecánicas, físicas).

# COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Acero	%C	%Cr	%Ni	Magnetismo	Estructura	Propiedades
Austenítico	0,03-0,2	De 17 a 27	6-20	No	Austenítica	Dúctiles, tenaces, buena resistencia a la corrosión y buena soldabilidad. Son los más utilizados y conocidos.
Ferrítico	De 0,1 a 0,3	De 15 a 30	--	Si	Ferrítica	Baja resistencia mecánica. Presentan fragilidad en la zona afectada térmicamente. Buena resistencia a la corrosión, sobre todo los de alto contenido en cromo
Acero	%C	%Cr	%Ni	Magnetismo	Estructura	Propiedades
Austeno-ferrítico	0,05-0,08	De 18 a 29	3-8	Si	Dúplex (Austeno-ferrítica)	Excelente resistencia a la corrosión. Buenas propiedades mecánicas y buena soldabilidad
Martensítico	De 0,1 a 1,2	De 13 a 18	--	Si	Martensítica	Resistentes y duras. Peor resistencia a la corrosión. Mala soldabilidad y tenacidad.

# LIMPIEZA Y DECAPADO POSTERIOR AL SOLDEO

Tras el soldeo se realiza una limpieza de manchas o decoloración mediante un pulido mecánico.

A veces se requiere de un decapado para restaurar la capa pasivante que se basa en la inmersión o rociado de disoluciones ácidas y lavado posterior con agua para eliminar los restos de ácido.

Composición de la disolución % en volumen	Temperatura °C	Duración del baño
Ácido nítrico (15-25%) + Ácido fluorhídrico (1-4%)	20 - 60	5 - 30
Ácido nítrico (6-15%) + Ácido fluorhídrico (0,5-1,5%)	20 - 60	10
Inmersión en ácido sulfúrico (8- 11%)	65 - 85	5 - 30
Enjuague en agua Inmersión en solución 6-15% de ácido nítrico + 0,5-15% ácido fluorhídrico	20 - 60	10

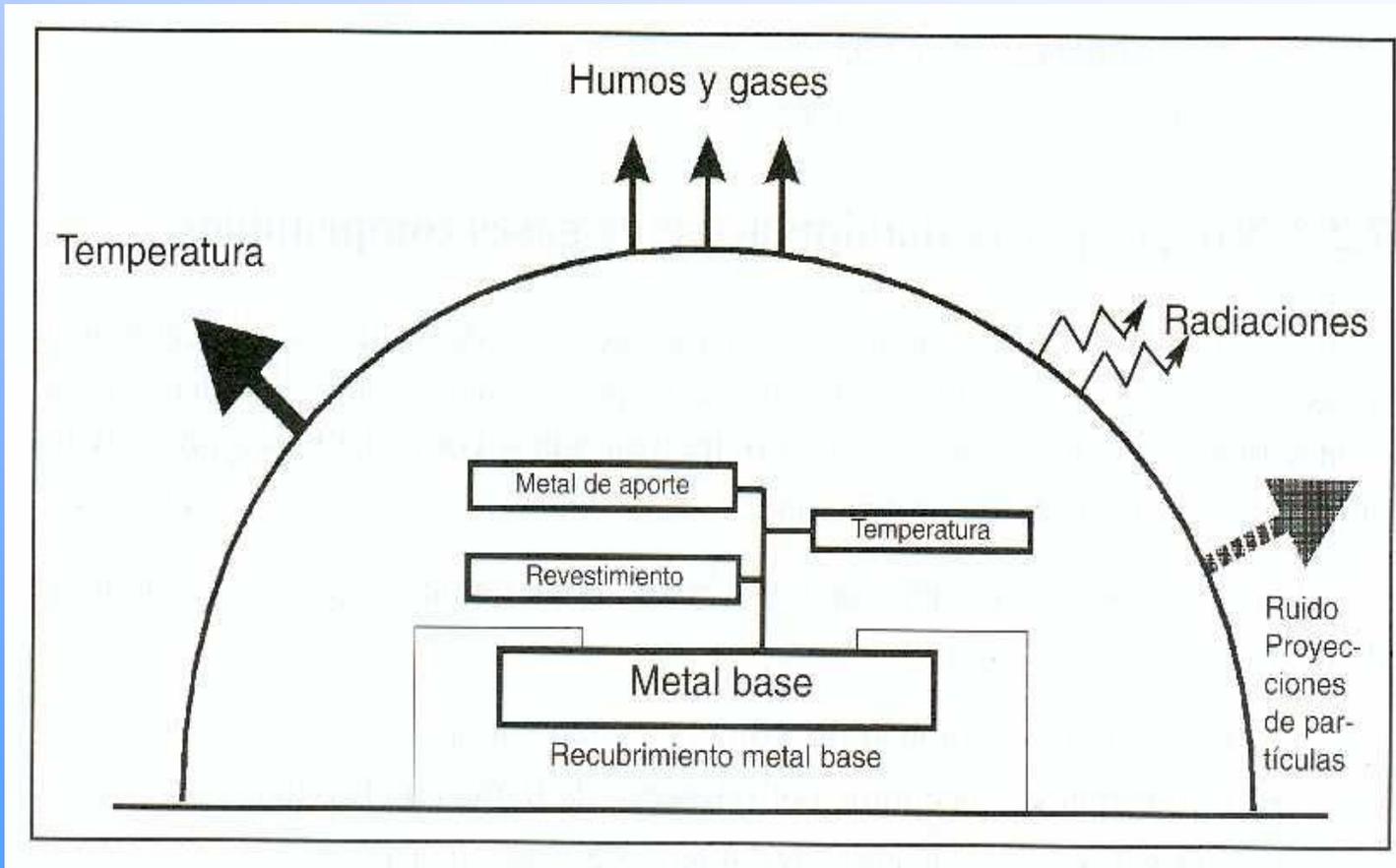
# Normas de Seguridad



# Agentes contaminantes producidos durante el soldeo.

- HUMOS Y GASES.
- RADIACIONES.
- RUIDOS Y PROYECCIONES

# Agentes contaminantes



# HUMOS Y GASES

- **A partir del metal base.**

Líquidos o gases en los depósitos a soldar.

- **A partir del recubrimiento del metal base.**

Galvanizado, cromado, niquelado, etc.

- **Por los productos desengrasantes.**

- **Por la limpieza.**

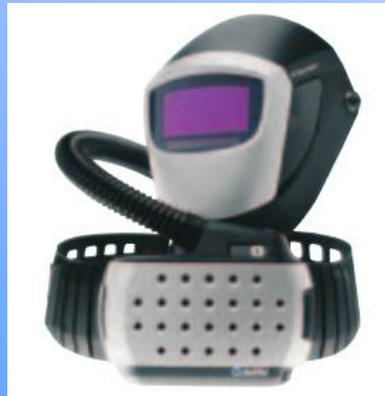
Del material base. Del material de aportación.

- **A partir del material de aportación.**

Del revestimiento. De los fundentes.

# MEDIDAS PREVENTIVAS

- Mantener la cabeza fuera de los humos producidos durante el soldeo.
- Utilizar extracción y ventilación suficiente.



# RADIACIONES

- Durante el proceso de soldeo.  
Radiaciones infrarrojas.  
Radiaciones ultravioletas.  
Pueden producir quemaduras en los ojos y en la piel.

# MEDIDAS PREVENTIVAS

- Utilizar protecciones oculares en función del proceso de soldeo, intensidad de corriente, material a utilizar,...
- Utilizar prendas protectoras adecuadas.

Prendas o ropa de trabajo de lana o cuero son las más adecuadas.

UNE-EN 379:2004+A1:2010

Procedimientos de soldadura	Corriente y Amperajes A																						
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600		
MMAW (Electrodo)							8	9	10	11	12					13						14	
MAG							8	9	10	11			12				13					14	
TIG				8	9	10	11			12		13											
MIG								9	10	11			12		13	14							
Mig con aleaciones ligeras								10			11	12	13	14									
Air-arc gouging										10	11	12	13		14	15							
Plasma corte									9	10	11	12			13								
Plasma soldadura	4	5	6	7	8	9	10	11		12													
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600		

# **Radiaciones ultravioleta y luminosas**

Pantalla y filtros oculares filtrantes que deben reunir una serie de características en función del tipo e intensidad de soldadura.

## **Selección oculares filtrantes**

Tipo de arco o tipo de llama.

Intensidad de corriente de soldadura.

Posición y distancia del operario con relación al punto de soldadura.

Iluminación ambiental del local.

Presencia de superficies reflectantes.

Hábitos y sensibilidad óptica del soldador.

# RUIDOS Y PROYECCIONES

- El ruido se produce por operaciones auxiliares o bien complementarias al soldeo.

Esmerilado.

Picado.

Martilleado.

Etc.

Intensidad del ruido en dB(A) y valoración subjetiva de su percepción

Nivel de dB(A)	Valoración (subjetiva)
30	Débil
50-60	Moderado
70-80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecedor
130	Umbral de sensación dolorosa

# MEDIDAS PREVENTIVAS

- Utilizar gafas protectoras.
- Utilizar mamparas protectoras.
- Utilizar protectores auditivos.

