

# CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDEO



# La Soldadura

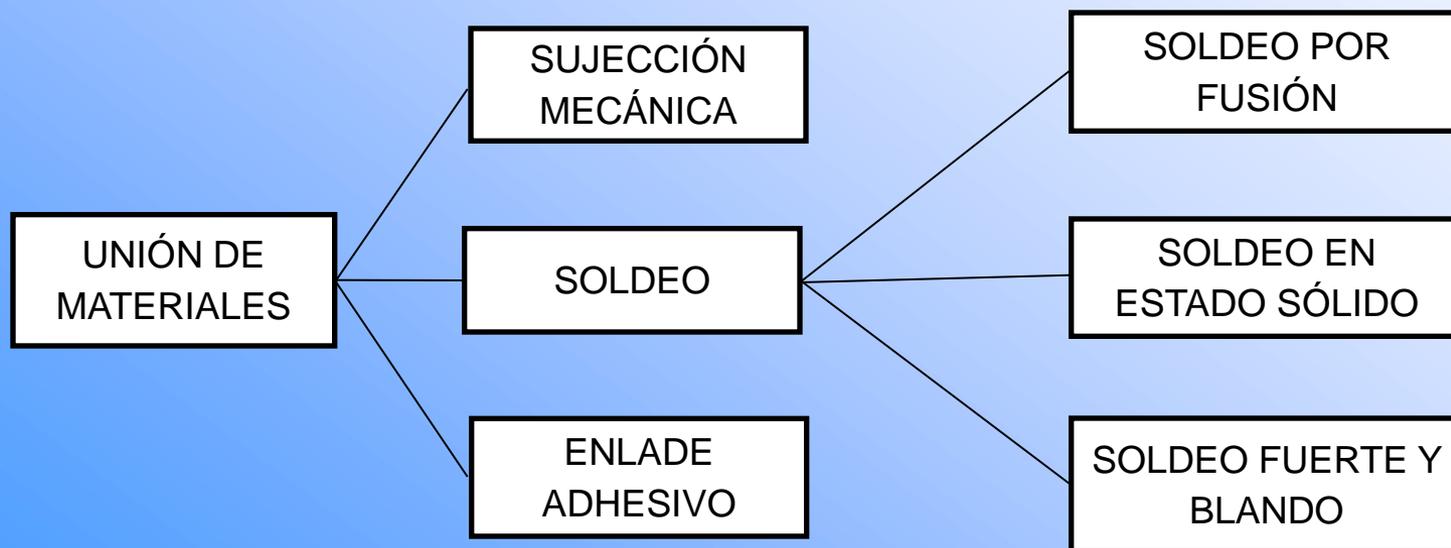
La soldadura se define como la unión localizada de dos piezas de metal conseguida mediante la aplicación de calor, con o sin fusión, con o sin adición de material de aportación y con o sin aplicación de presión.

# 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.

# Clasificación de los procesos de soldeo

De acuerdo con la AWS (American Welding Society) los métodos de unión de materiales diferencia los procesos de soldadura en tres grandes grupos:



# Proceso de soldeo por fusión:

La unión se consigue porque siempre se produce fase líquida, formada sólo por metal base o por metal base y de aportación.

# Proceso de soldeo en estado sólido:

La unión se consigue cuando nunca existe fase líquida, ni del metal base ni del metal de aportación si se utiliza.

# Proceso de soldeo fuerte y blando:

La unión se consigue porque siempre existe una fase líquida, formada sólo por metal de aportación. La diferencia entre ambos es que:

Si el metal de aportación funde por encima de  $450^{\circ}\text{C}$ , se trata de **soldeo fuerte**.

Si el metal de aportación funde por debajo de  $450^{\circ}\text{C}$ , se trata de **soldeo blando**.

# Diferencias entre soldeo blando, fuerte y soldeo por fusión.

<b>Soldeo fuerte y blando</b>	<b>Soldeo por fusión</b>
El metal base no se funde.	El metal base se funde.
Se utilizan fundentes para proteger y mejorar el mojado del metal base.	Se pueden utilizar fundentes para proteger y mejorar la adhesión.
El calor se suministra mediante resistencia, horno, inducción o soplete	El calor se suministra por arco eléctrico, resistencia,...
Se produce una unión sin deformación	Se pueden producir grandes deformaciones en el metal base.
Las tensiones residuales cuando se producen, son muy pequeñas.	Se producen tensiones residuales importantes.
El metal de aportación debe mojar el metal base y distribuirse por capilaridad.	El metal base y de aportación se funden consiguiéndose la unión tras su solidificación conjunta.

# Soldadura Blanda

- Esta soldadura se realiza a temperaturas por debajo de los  $450^{\circ}\text{C}$ . El material metálico de aportación más empleado es una aleación de estaño y plomo, que funde a  $230^{\circ}\text{C}$  aproximadamente.
- Se utiliza en componentes electrónicos, circuitos impresos, piezas de intercambiadores de calor,...



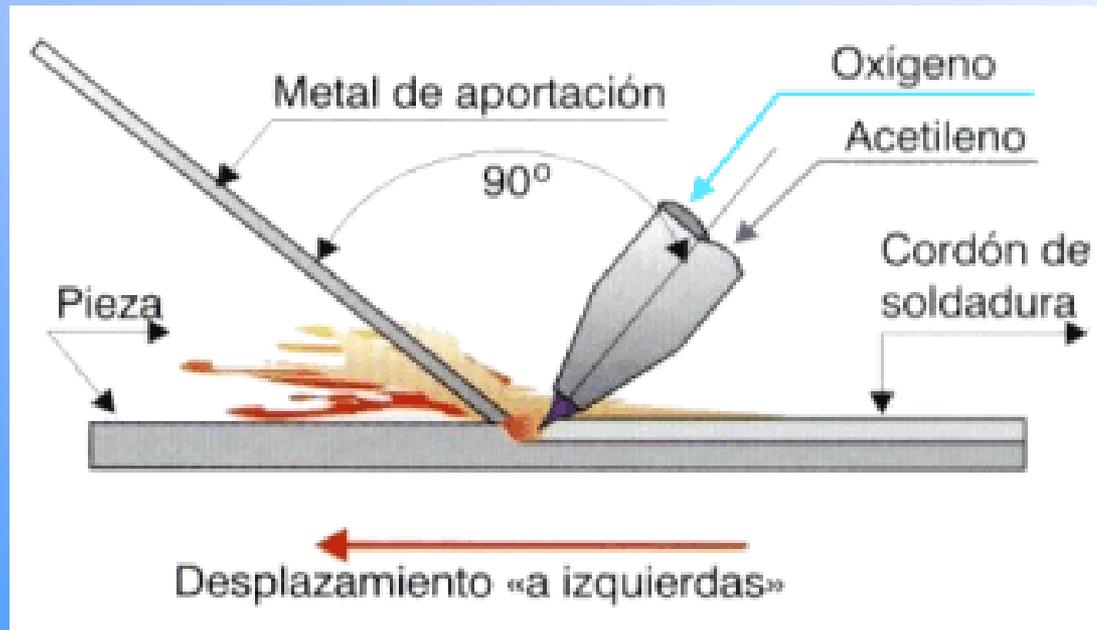
# Soldadura Fuerte

- Es similar a la blanda, pero se utilizan temperaturas por encima de 450°C.
- Como metal de aportación se suelen usar aleaciones de plata y estaño ó cobre y zinc.
- Como material fundente para cubrir las superficies, desoxidándolas se emplea el bórax.
- Un soplete aporta el calor necesario para la unión.
- Se utiliza en soldeo de plaquitas de corte de herramientas, automoción, Intercambiadores de calor,...

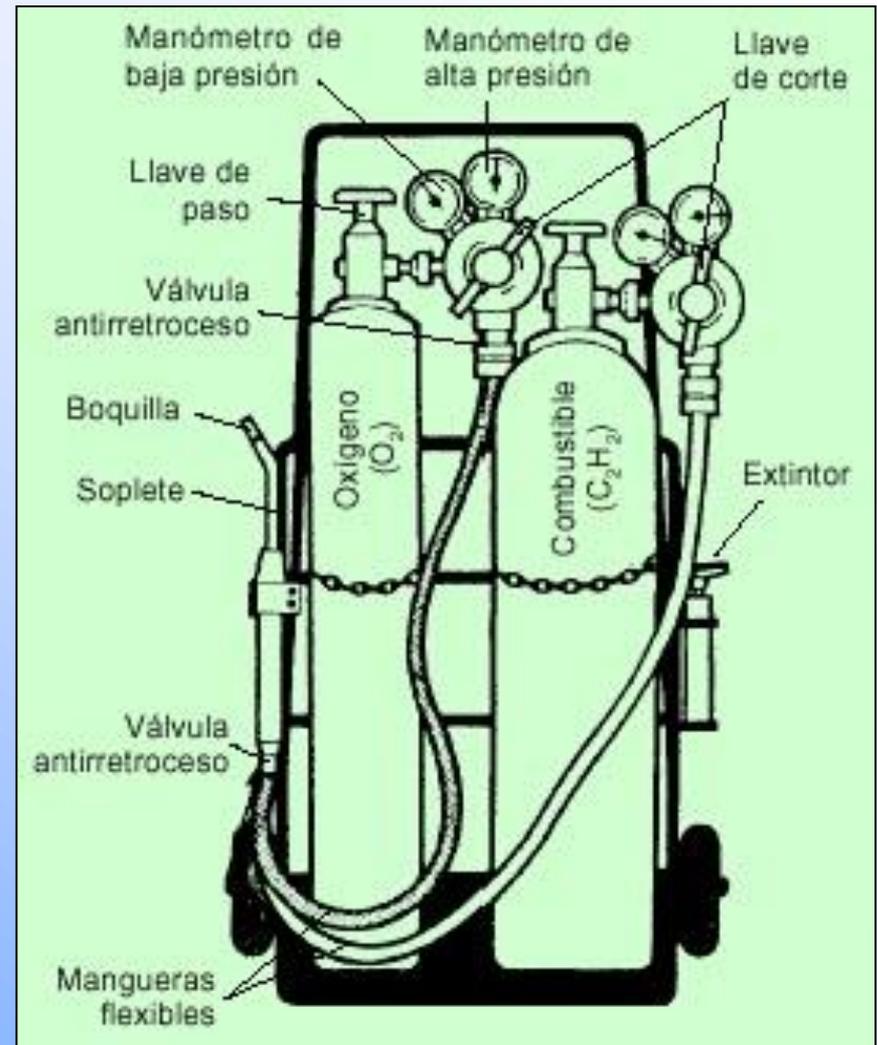


# Soldadura oxiacetilénica

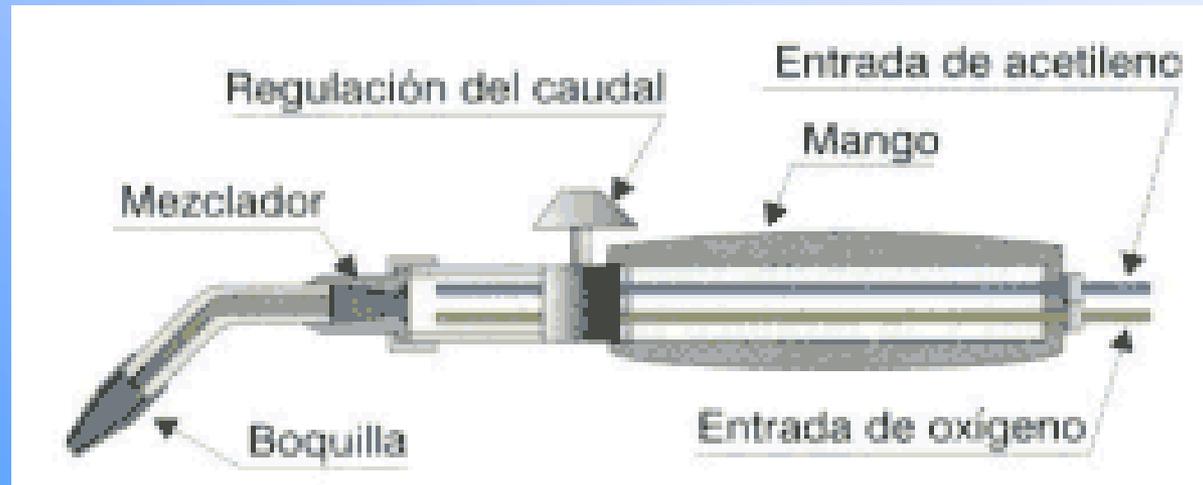
- El **calor aportado** en este tipo de soldadura se debe a la reacción de combustión del acetileno con el oxígeno, que puede alcanzar temperaturas del orden de los 3.200°C.



- **El material de aportación** se emplean varillas metálicas de la misma composición que el metal que se desea soldar.
- Cuando se utiliza **fundente** depende de la naturaleza de los metales que se suelden. Suele presentarse en forma de polvo bien de forma individual o bien recubriendo las varillas del material de aportación.



- El **Soplete** es el dispositivo en el que se realiza la combustión de la mezcla de acetileno y oxígeno, cuya composición se regula por medio de dos válvulas situadas en la empuñadura. También suele disponer de boquillas intercambiables que permiten trabajar con piezas de distintos espesores.



# SOLDEO OXIACETILÉNICO (OFW)

**TIPO DE OPERACIÓN:** MANUAL

**EQUIPO:**

Botellas de Oxígeno y de gas combustible, válvulas antirretorno, manorreductores y soplete.

**COSTO DEL EQUIPO:** 0,2 (soldeo con electrodo revestido:1)

**CARACTERÍSTICAS:**  
**TASA DE DEPOSICIÓN:** 0,2 a 1Kg/h  
**ESPEORES :** 0,5 a 3 mm  
**POSICIONES:** todas  
**TIPOS DE UNIONES:** todas  
**DILUCIÓN:** de 2 a 20%

**CONSUMIBLES:**

Oxígeno  
gas comburente  
varillas de aporte  
fundentes

**APLICACIONES TÍPICAS:**  
Soldeo de pequeñas producciones.  
Pequeños espesores.  
Trabajos de campo.

**SEGURIDAD:**

Riesgo de explosión en el manejo de gases

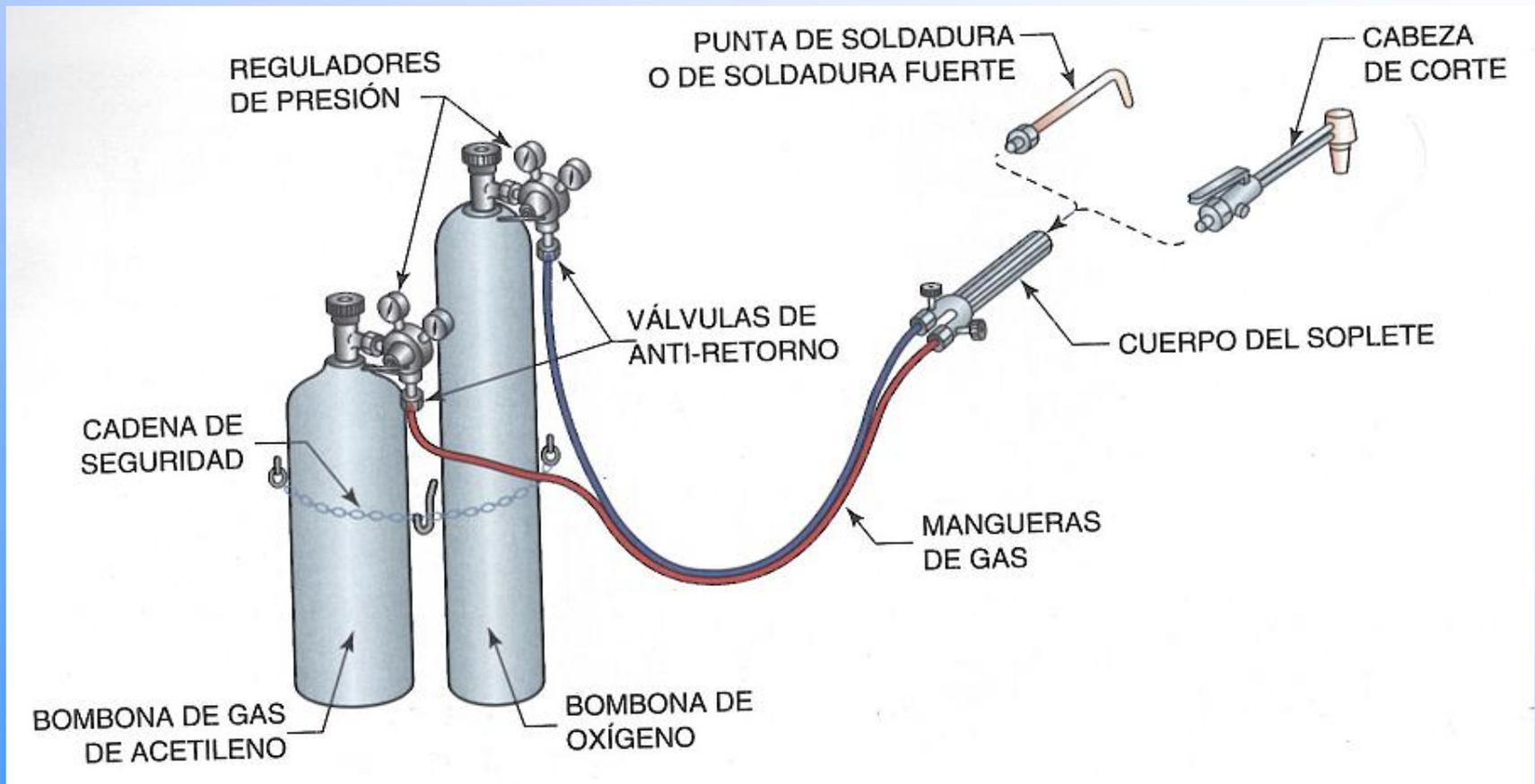
**VENTAJAS:**

Bajo coste.  
Portátil.  
No necesita energía eléctrica.  
Control manual de la operación.

**INCONVENIENTES:**

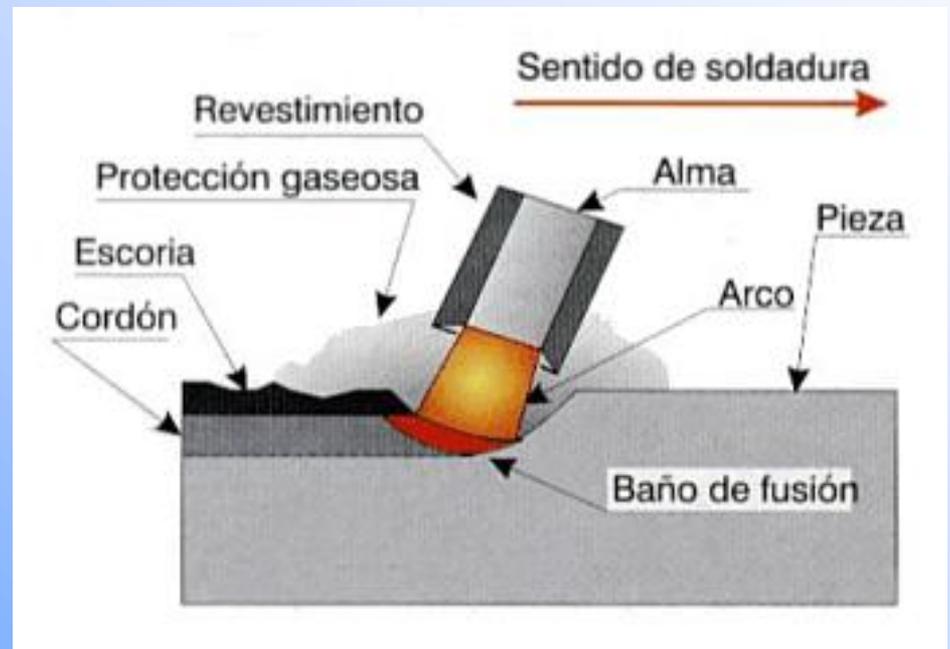
Requiere habilidad del soldador.  
Tasa de deposición baja.  
Mayor aporte térmico (sobrecalentamiento).

# Equipo de soldeo oxiacetilénico



# Soldadura por Arco Eléctrico

- El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico.
- Los bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezclan formando, al enfriarse, una pieza única, resistente y homogénea.



# SOLDEO CON ELECTRODOS REVESTIDOS (SMAW)

**TIPO DE OPERACIÓN:** MANUAL

**EQUIPO:** Fuente de energía ( transformador o rectificador), pinza portaelectrodos y masa.

**COSTO DEL EQUIPO:** 1

**CONSUMIBLES:**  
Electrodos de 1 a 6 mm de Ø

**CARACTERÍSTICAS:**  
**TASA DE DEPOSICIÓN:** 1 a 5Kg/h  
**ESPEORES :** >2 mm  
**POSICIONES:** todas  
**TIPOS DE UNIONES:** todas  
**DILUCION:** de 10 a 30%  
**RANGO DE CORRIENTE:** 25 a 300 A  
(depende del espesor del electrodo).

**SEGURIDAD:**  
El arco eléctrico emite radiaciones visibles y ultravioleta.  
Riesgo de sacudidas eléctricas.  
Quemaduras y proyecciones.  
Gases producidos por la combustión del revestimiento.

**APLICACIONES TÍPICAS:**  
Soldeo de la mayoría de los metales y aleaciones utilizadas en calderería , tuberías, estructuras y recubrimientos o recargues.  
Se puede emplear como combinación con otros procesos de soldeo (TIG primera pasada completándose con SMAW).

**VENTAJAS:**  
Equipo de bajo coste.  
Versatilidad.  
Se puede emplear en cualquier posición.

**INCONVENIENTES:**  
Requiere habilidad del soldador.  
Tasa de deposición baja.  
No aplicable a metales de bajo punto de fusión.

# SOLDEO CON ELECTRODOS REVESTIDOS (SMAW)

**TIPO DE OPERACIÓN:** MANUAL

**EQUIPO:** Fuente de energía ( transformador o rectificador), pinza portaelectrodos y masa.

**COSTO DEL EQUIPO:** 1

**CONSUMIBLES:**  
Electrodos de 1 a 6 mm de Ø

**CARACTERÍSTICAS:**  
**TASA DE DEPOSICIÓN:** 1 a 5Kg/h  
**ESPEORES :** >2 mm  
**POSICIONES:** todas  
**TIPOS DE UNIONES:** todas  
**DILUCION:** de 10 a 30%  
**RANGO DE CORRIENTE:** 25 a 300 A  
(depende del espesor del electrodo).

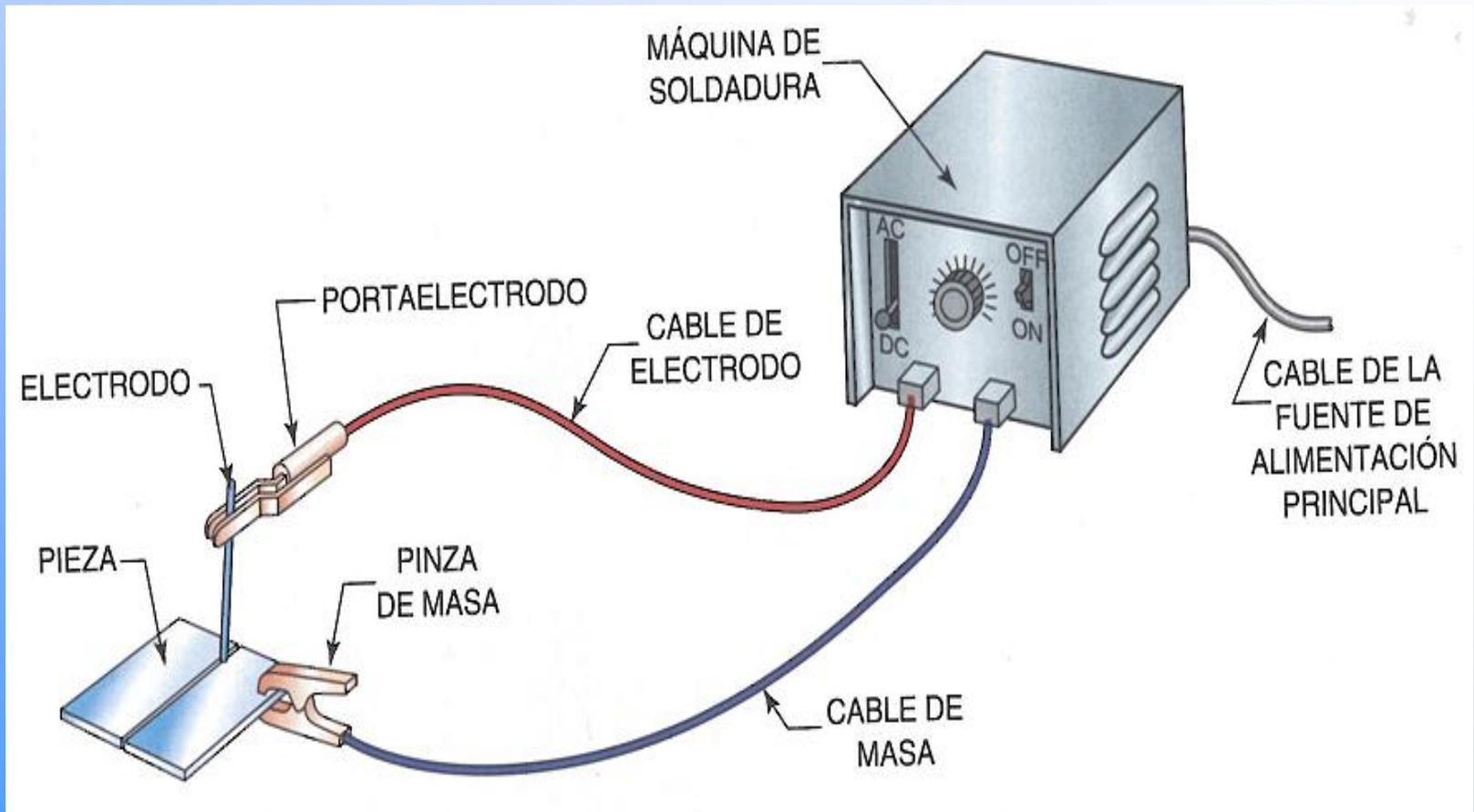
**SEGURIDAD:**  
El arco eléctrico emite radiaciones visibles y ultravioleta.  
Riesgo de sacudidas eléctricas.  
Quemaduras y proyecciones.  
Gases producidos por la combustión del revestimiento.

**APLICACIONES TÍPICAS:**  
Soldeo de la mayoría de los metales y aleaciones utilizadas en calderería , tuberías, estructuras y recubrimientos o recargues.  
Se puede emplear como combinación con otros procesos de soldeo (TIG primera pasada completándose con SMAW).

**VENTAJAS:**  
Equipo de bajo coste.  
Versatilidad.  
Se puede emplear en cualquier posición.

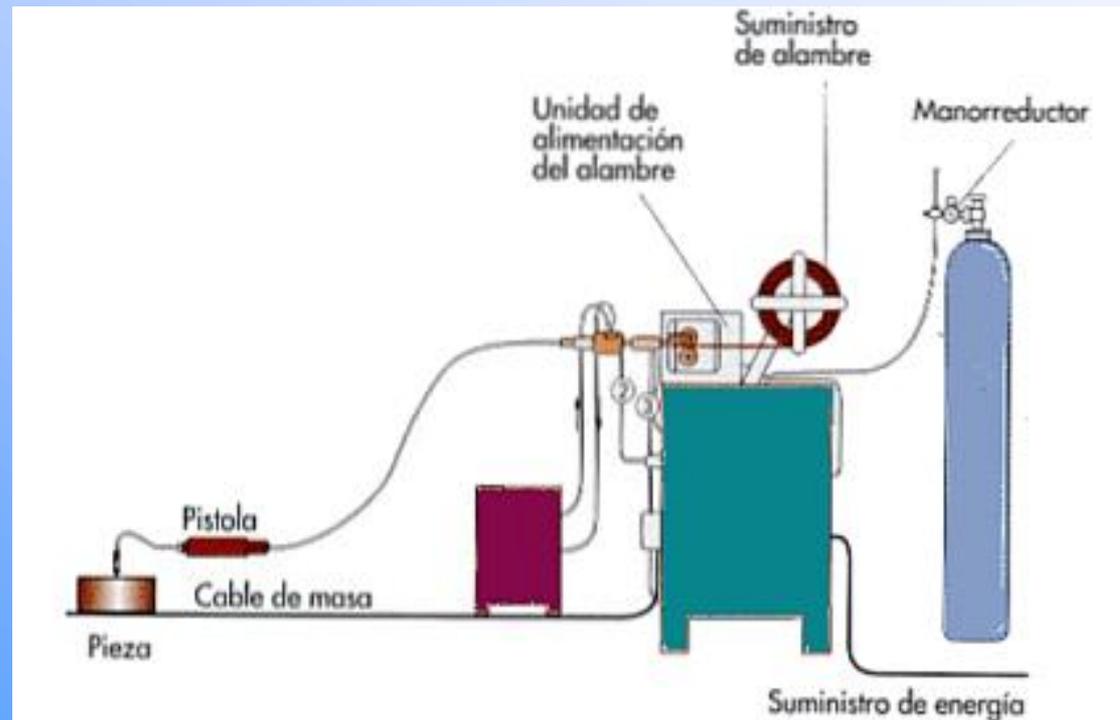
**INCONVENIENTES:**  
Requiere habilidad del soldador.  
Tasa de deposición baja.  
No aplicable a metales de bajo punto de fusión.

# Equipo de soldeo por arco



# 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**ncert **G**as) o MAG (**M**etal **A**ctive **G**as).



# SOLDEO MIG/MAG (GMAW)

**TIPO DE OPERACIÓN:** manual o automático.

**EQUIPO:**

Fuente de energía, cilindro de gas, pistola, manorreductor, carrete de alambre.

**COSTO DEL EQUIPO:** 5 convencional; 10 sinérgica (soldeo con electrodo revestido:1)

**CARACTERÍSTICAS:**

**TASA DE DEPOSICIÓN:** 1 a 15Kg/h

**ESPESORES DE SOLDADURA:** Depende del modo de transferencia:

Cortocircuito > 0,5 mm.

Arco-spray > 6mm.

**POSICIONES:** todas

**TIPOS DE UNIONES:** todas

**DILUCIÓN:** de 10 a 30%

**RANGO DE CORRIENTE:** 60 a 500 A (depende del modo de transferencia).

**CONSUMIBLES:**

Alambre / electrodo: 0,5 a 1,6 mm.

Gases: MAG gases activos (CO<sub>2</sub>, Ar+CO<sub>2</sub>, ...)

TIG gases inertes (Ar, He,...)

**APLICACIONES TÍPICAS:**

Soldeo de estructuras metálicas.

**SEGURIDAD:**

Emisión de radiación ultra-violeta y de proyecciones metálicas.

**VENTAJAS:**

Soldeo de cualquier tipo de material.

Alta tasa de deposición.

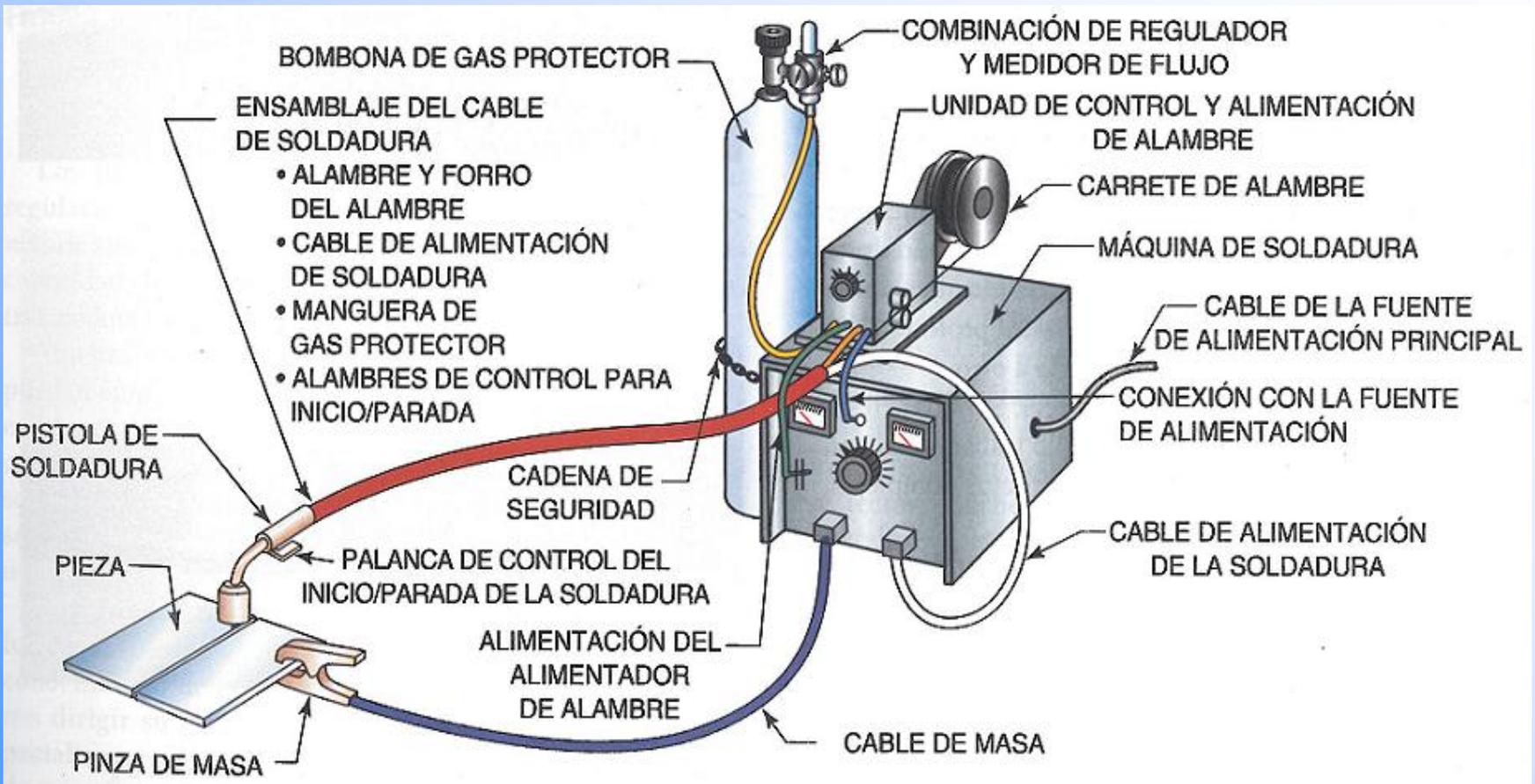
No posee escoria.

**LIMITACIONES:**

Equipo de soldeo costoso y complejo.

Sensible al viento, aplicación al aire libre limitada.

# EQUIPO DE SOLDEO MIG/MAG (GMAW)





# SOLDEO TIG (GTAW)

**TIPO DE OPERACIÓN:** manual o automático.

**EQUIPO:**  
Fuente de energía, pistola.  
Gas argón

**COSTO DEL EQUIPO:** 1,5 manual a 10 automático (soldeo con electrodo revestido:1)

**CARACTERÍSTICAS:**  
**TASA DE DEPOSICIÓN:** 0,2 a 1,3Kg/h.  
**ESPESORES DE SOLDADURA:** 0,1 a 50 mm.  
**POSICIONES:** todas  
**TIPOS DE UNIONES:** todas  
**DILUCIÓN:** con aportación de 2 a 20% sin aportación 100%  
**RANGO DE CORRIENTE:** 10 a 400 A

**CONSUMIBLES:**  
Varillas.  
Gas. gases inertes (Ar, He,...)  
Tungstenos.

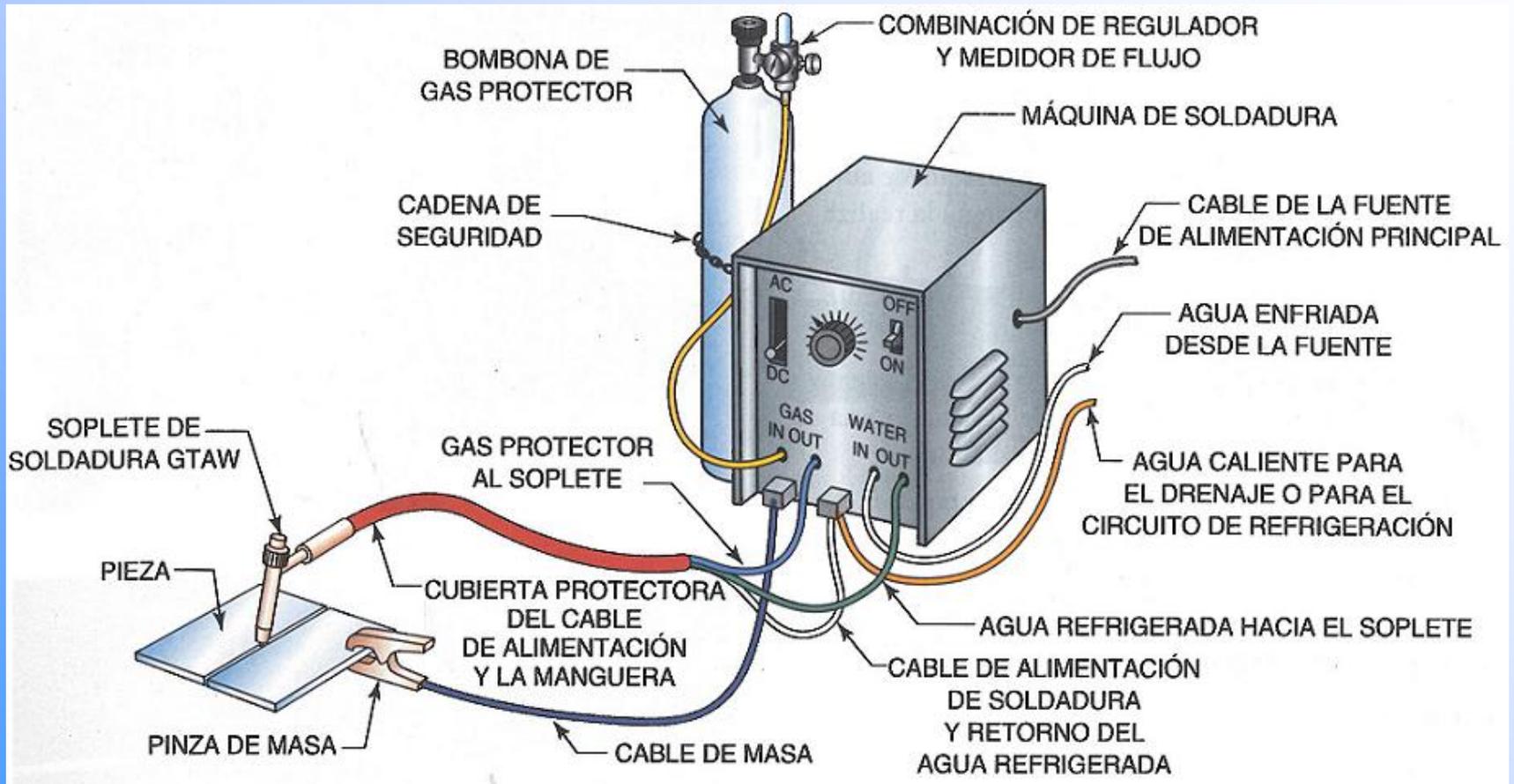
**APLICACIONES TÍPICAS:**  
Soldaduras de responsabilidad y calidad en industrias del petróleo, química, alimentación,...  
Soldeo de la 1ª pasada de tuberías con el fin de asegurar la penetración.

**SEGURIDAD:**  
Emisión de radiación ultra-violeta.

**VENTAJAS:**  
Soldeo de cualquier tipo de material.  
No se produce escoria ni proyecciones.  
Fuente de energía de bajo costo.

**LIMITACIONES:**  
Baja tasa de deposición.  
Gran habilidad por parte del soldador.  
Sensible al viento, aplicación al aire libre limitada.

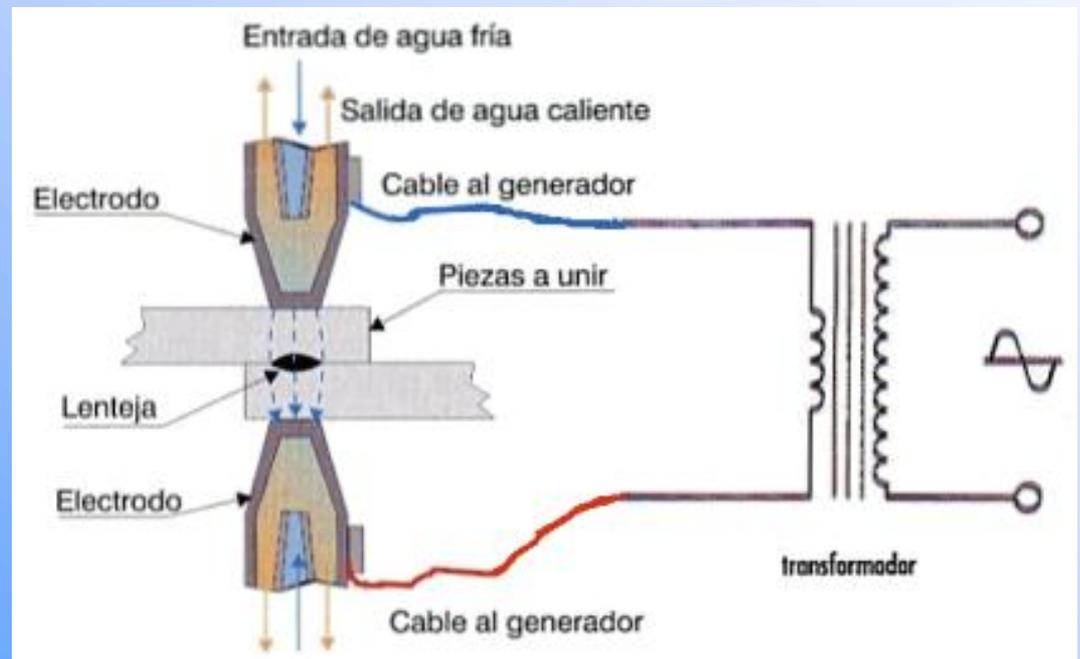
# EQUIPO DE SOLDEO TIG (GTAW)



# Soldadura por Resistencia Eléctrica

- En el soldeo por resistencia el calor se genera por medio de una corriente eléctrica, que se hace circular por medio de dos electrodos durante un corto espacio de tiempo. Los metales a soldar ofrecerán resistencia al paso de la corriente, por tanto se generará calor, este calor será máximo en la zona de unión.

- En este proceso se requiere también una presión durante y después del paso de la corriente eléctrica.



- Este tipo de soldadura se basa en el efecto Joule: el calentamiento se produce al pasar una corriente eléctrica a través de la unión de las piezas. El calor desprendido viene dado por la expresión:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t$$

**Q** = Calor (en calorías).

**I** = Intensidad de corriente eléctrica (en amperios).

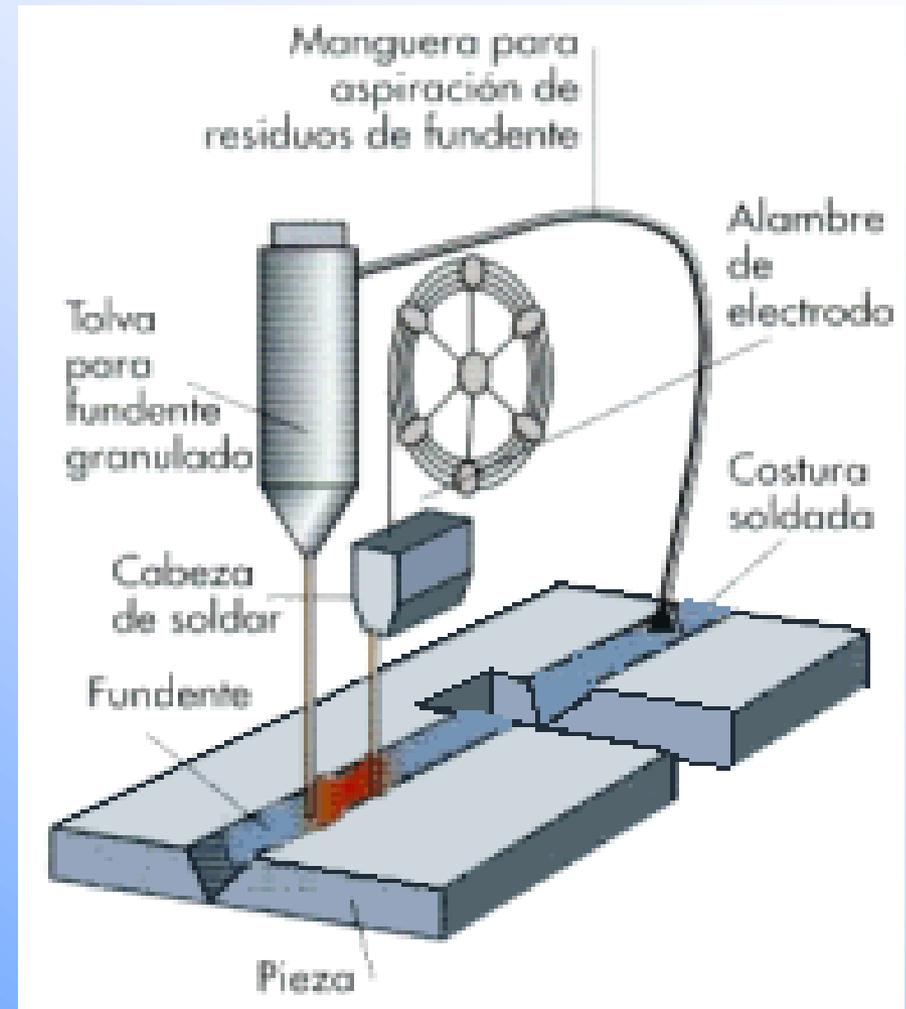
**R** = resistencia (en ohmios) al paso de la corriente eléctrica.

**t** = tiempo (en segundos).

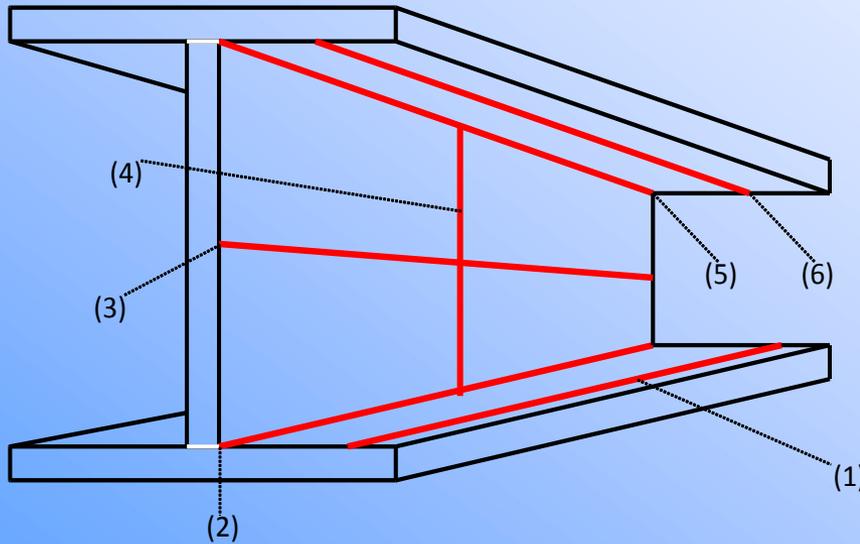


# Soldadura por Arco Sumergido

- Utiliza un electrodo metálico continuo y desnudo. El arco se produce entre el alambre y la pieza, sumergido bajo una capa de fundente granulado que se va depositando desde una tolva que se desplaza delante del arco. Tras la soldadura se recoge el fundente que no ha intervenido en la operación.



# CLASIFICACIÓN DEL CORDÓN DE SOLDADURA SEGÚN LA POSICIÓN.



**(1) Cordón plano:** Su superficie es horizontal y el material de aportación se vierte desde arriba.

## **(2) Cordón en ángulo**

**horizontal:** Une un plano horizontal con otro vertical y su dirección es horizontal.

**(3) Cordón horizontal:** Se sitúa en un plano vertical y su dirección es horizontal.

**(4) Cordón vertical:** Su dirección es vertical.

**(5) Cordón de techo en ángulo:** En un plano horizontal pero por su cara inferior.

**(6) Cordón de techo a tope:** Se sitúa en un plano horizontal; pero por su cara inferior igualmente.

# Selección del proceso de unión.

Factores que hay que considerar a la hora de elegir un proceso:

- **Disponibilidad de equipo:** el tipo, la capacidad y la condición del equipo.
- **Repetición de la operación:** ¿cuántas de las soldaduras serán necesarias para completar el trabajo?
- **Requisitos de calidad:** ¿se va a reparar una pieza de una máquina, unir una tubería, construir una estructura?
- **Ubicación del trabajo:** ¿soldadura de taller o de campo?
- **Materiales que se van a unir:** ¿la soldadura se va a realizar en un metal aleado o no aleado?

- **Habilidad** o experiencia del trabajador.
- **Coste de los materiales:** ¿ merece la pena el gasto en materiales de equipo especiales y en tiempo de acabado de la soldadura?
- **Tamaño de las partes que se van a unir:** ¿ las partes son pequeñas, grandes y pueden moverse o hay que soldarlas en el sitio?
- **Requisitos de los códigos o especificaciones:** en muchos casos la selección del proceso la dicta la sociedad de clasificación.
- **Tiempo disponible para el trabajo:** tasa de deposición.

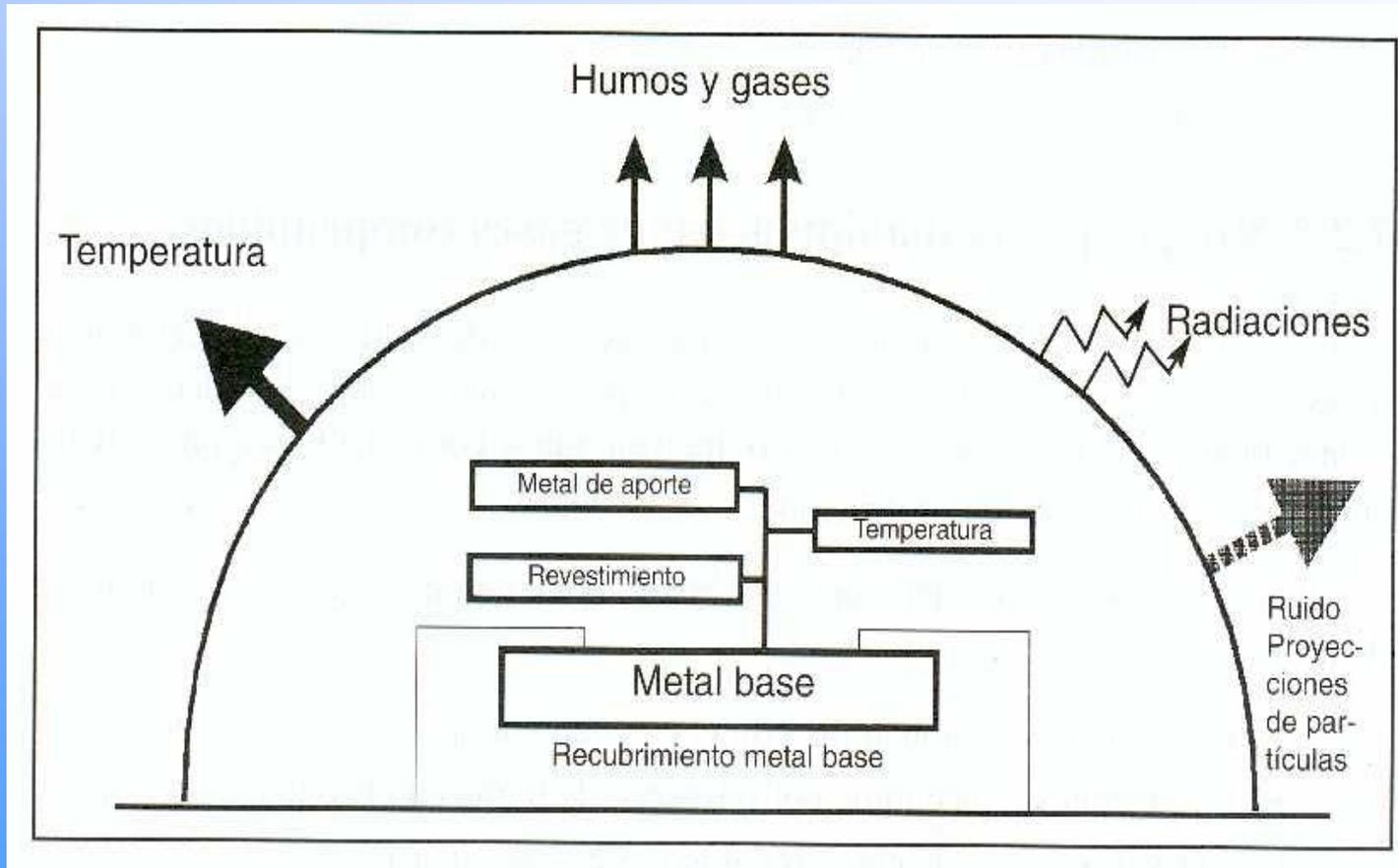
# Normas de Seguridad



# 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.

# RUIDOS Y PROYECCIONES

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

Esmerilado.

Picado.

Martilleado.

Etc.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

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