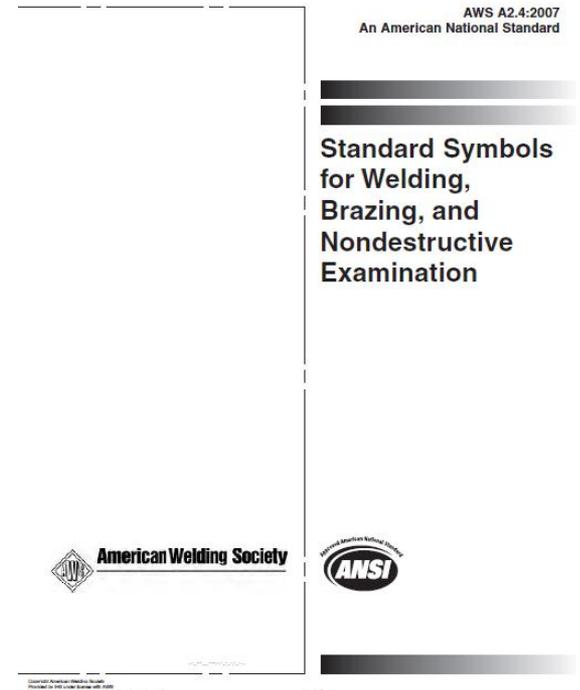
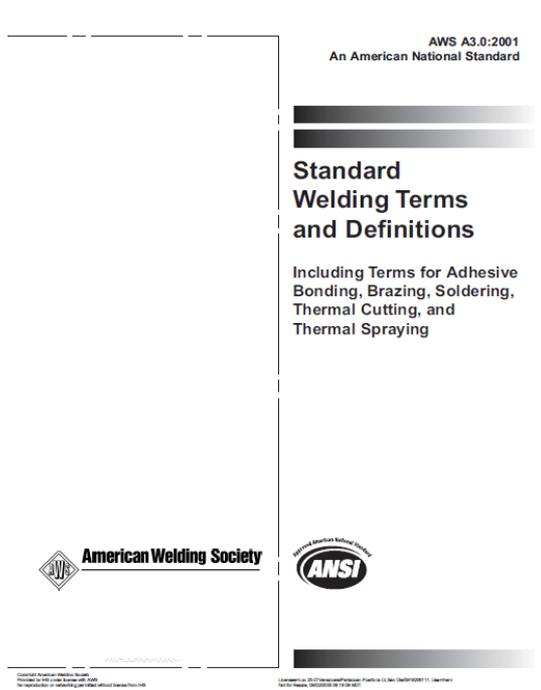


PROCESO DE SOLDADURA GMAW

SOLDADURA POR ARCO CON ALAMBRE Y PROTECCION GASEOSA



SOLDADURA



SOLDADURA POR ARCO

ARC WELDING (AW)

arc stud welding	SW
atomic hydrogen welding	AHW
bare metal arc welding	BMAW
carbon arc welding	CAW
gas carbon arc welding	CAW-G
shielded carbon arc welding	CAW-S
twin carbon arc welding	CAW-T
electrode gas welding	EGW
flux cored arc welding	FCAW
gas-shielded flux cored arc welding	FCAW-G
self-shielded flux cored arc welding	FCAW-S
gas metal arc welding	GMAW
pulsed gas metal arc welding	GMAW-P
short circuit gas metal arc welding	GMAW-S
gas tungsten arc welding	GTAW
pulsed gas tungsten arc welding	GTAW-P
magnetically impelled arc welding	MIAW
plasma arc welding	PAW
shielded metal arc welding	SMAW
submerged arc welding	SAW
series submerged arc welding	SAW-S



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

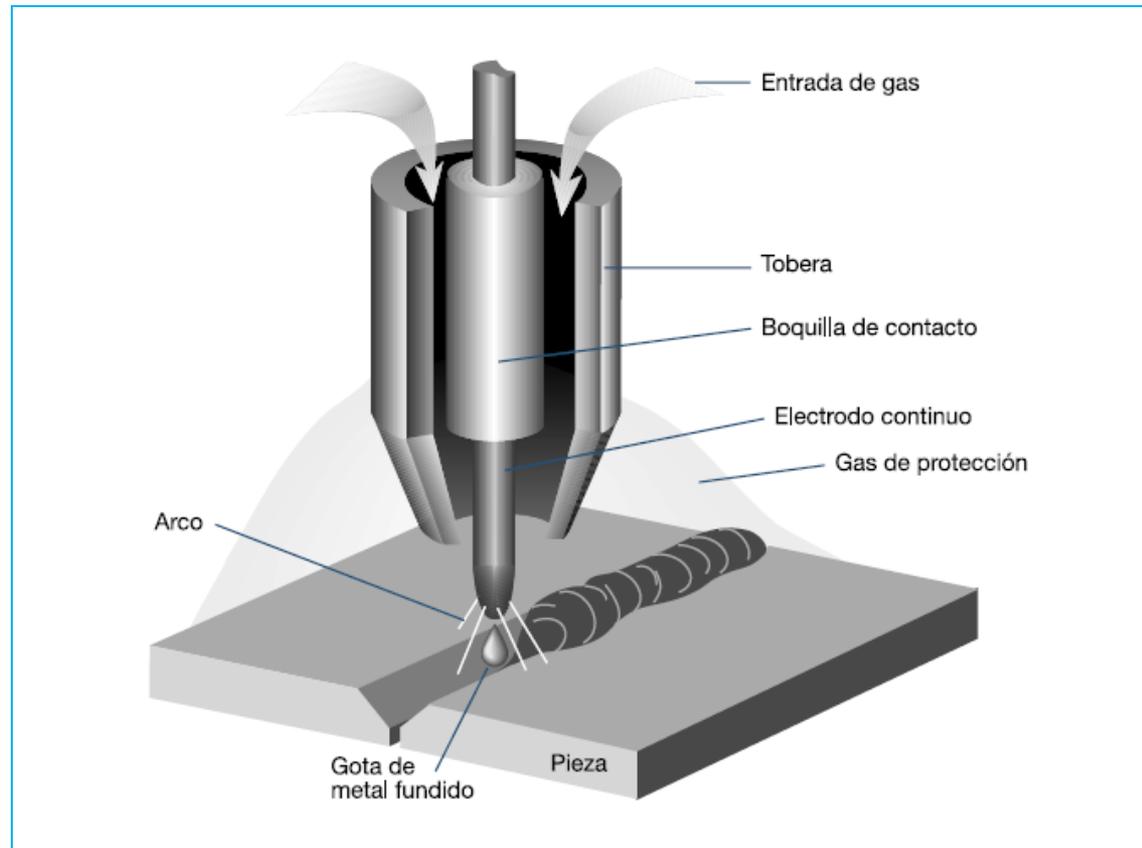


Figura 1.- Soldadura por Arco con Electrodo Revestido

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Comúnmente escuchamos referirse a él como soldadura **"MIG"**.
- ▶ Es más comúnmente usado como un proceso semiautomático; sin embargo, es usado también en aplicaciones mecanizadas y aplicaciones automáticas.
- ▶ En consecuencia, es muy adecuado a aplicaciones de soldaduras robotizadas.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La soldadura por arco con alambre y protección gaseosa se caracteriza por un electrodo sólido de alambre el que es alimentado en forma continua a través de la pistola de soldadura. Se crea un arco entre este alambre y la pieza de trabajo para calentar y fundir el metal base y los metales de aporte.
- ▶ Una vez fundido, el alambre se deposita en la junta soldada.
- ▶ **La Figura 2)** ilustra los elementos esenciales del proceso.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

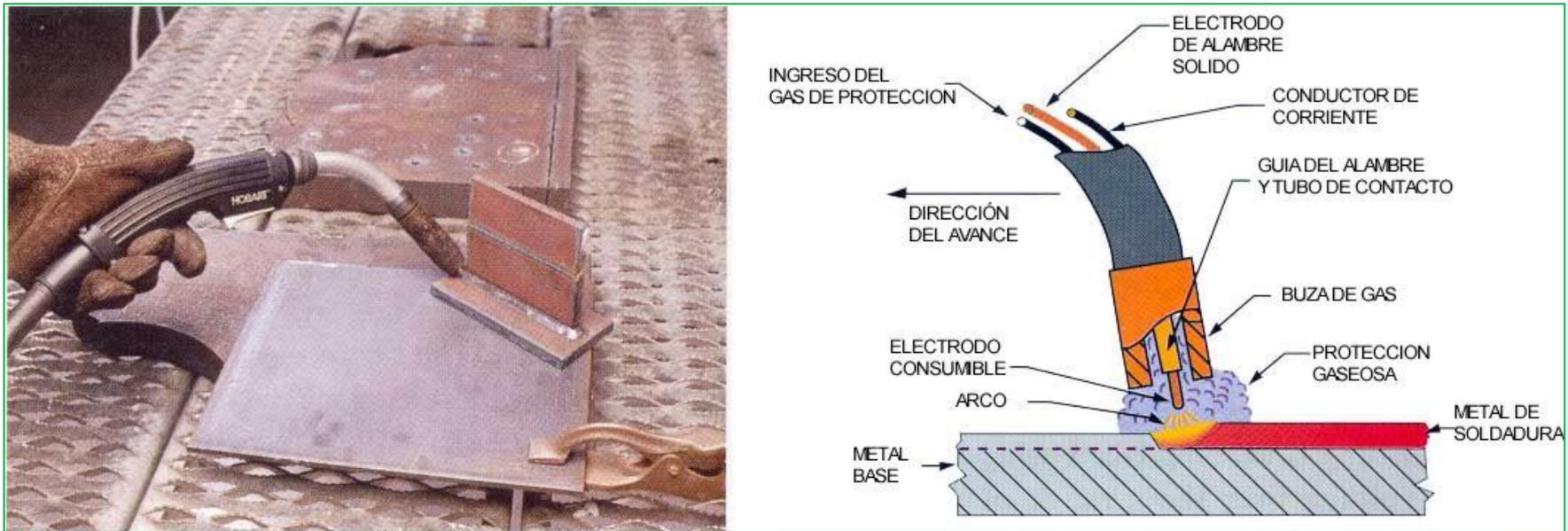


Figura 2.- Soldadura por arco con alambre y protección gaseosa

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Una característica importante para GMAW es que toda la protección para la soldadura es provista por una atmósfera de gas protector que también es suministrado a través de la pistola de soldadura desde alguna fuente externa.
- ▶ Los gases usados incluyen los del tipo :
 - Inerte**
 - Reactivos**



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Para algunas aplicaciones se usan gases inertes tales como el argón y el helio.
- ▶ Puede usarse uno sólo, en combinación con el otro, o mezclado con otros gases reactivos como el oxígeno o el dióxido de carbono.
- ▶ Muchas aplicaciones de la soldadura por arco con alambre y protección gaseosa *usan sólo protección de dióxido de carbono*, por su costo relativamente bajo con respecto a los gases inertes.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Los electrodos usados en este proceso son alambres sólidos que se proveen en bobinas o rollos de distintos tamaños. Como en el caso de soldadura por arco con electrodo revestido, hay un método de identificación de los electrodos de soldadura por arco con alambre y protección gaseosa aprobado por la American Welding Society.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Se distinguen por las letras “ER” seguidas por dos o tres números, la letra “S”, un guión, y finalmente otro número, como se muestra en la **Figura 3**).



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Se distinguen por las letras “ER” seguidas por dos o tres números, la letra “S”, un guión, y finalmente otro número, como se muestra en la **Figura 3**).

ER – XX S – X **ER – XXX S – XX**

Figura 3.– Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.18 – A5.28

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

ER – XX S – X

ER – XXX S – XX

1. “ER” designa al alambre que es a la vez electrodo y varilla, esto significa que puede conducir electricidad (electrodo), o ser simplemente aplicado como metal de aporte (varilla) cuando es usado con otro proceso de soldadura.
2. Los próximos dos o tres números expresan la *mínima resistencia a la tracción* del depósito de metal de soldadura en miles de libras por pulgadas al cuadrado.
3. La letra “S” expresa que se trata de un alambre sólido.
4. El número luego del guión se refiere a la composición química particular del electrodo.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

Esto determinará tanto la característica de operación como las propiedades esperables del depósito de soldadura.

Los electrodos de soldadura por arco con alambre y protección gaseosa tienen comúnmente importante cantidad de desoxidantes, tales como **magnesio, silicio, y aluminio** *para ayudar a evitar la formación de porosidad.*



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ A pesar que el alambre no tiene un fundente de recubrimiento, es importante almacenar adecuadamente el material cuando este no se usa.
- ▶ El factor más crítico es que el alambre debe conservarse limpio.
- ▶ Si se permite que permanezca fuera a la intemperie, puede contaminarse con herrumbre, aceite, humedad, partículas de polvo, u otros materiales presentes en el ambiente del taller de soldadura.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Por esto, *cuando no se usa*, el alambre debe conservarse en su envase plástico original, y/o contenedor de transporte. Incluso cuando un rollo de alambre está ubicado en el alimentador, debe estar cubierto con alguna protección cuando no se usa por períodos prolongados.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La fuente de potencia usada para soldadura por arco con alambre y protección gaseosa es muy distinta del tipo empleado por la soldadura por arco con electrodo revestido.
- ▶ En lugar de una fuente de corriente constante, la soldadura por arco con alambre y protección gaseosa usa una fuente del tipo de las conocidas como de **voltaje constante**, o **potencial constante**.
- ▶ Esto es, la soldadura se lleva a cabo usando un valor preseteado de voltaje sobre un rango de corrientes de soldadura.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La soldadura por arco con alambre y protección gaseosa normalmente se realiza con *corriente continua, electrodo positivo (DCEP)*. Cuando este tipo de fuente de potencia se combina con un alimentador de alambre, el resultado es un proceso de soldadura que puede ser tanto semiautomático, mecanizado, o totalmente automatizado.
- ▶ La **Figura 4)** muestra un equipo típico de soldadura por arco con alambre y protección gaseosa.

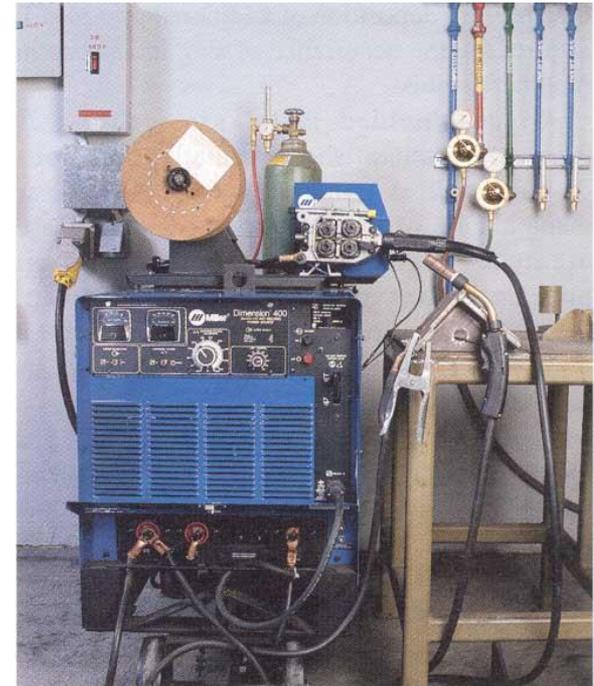


Figura 4. Equipo de Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Como se puede ver, el equipo es un poco más complejo que uno usado para soldadura por arco con electrodo revestido.
- ▶ Un equipo típico incluye:
 - Una fuente de potencia,
 - Alimentador de alambre,
 - Fuente de gas, y
 - Pistola de soldar fijada al alimentador por un cable flexible a través del cual pasan el gas y el alambre.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Para poner a punto la soldadura, el soldador *ajustará el voltaje en la fuente de potencia y la velocidad del alimentador de alambre.*
- ▶ Cuando la velocidad de alimentación de alambre aumenta, también aumenta la corriente de soldadura.
- ▶ La velocidad de fusión del electrodo es proporcional a la corriente del arco, entonces la velocidad de alimentación del alambre en realidad controla también ésta característica.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Se mencionó que la fuente de potencia es del tipo de potencial constante, de todas formas observando la curva V-A típica, **Figura 5**), muestra que la línea no es plana sino que tiene una suave pendiente.
- ▶ Esta característica permite que el proceso funcione como un proceso del tipo semiautomático, esto significa que el soldador no tiene que controlar la alimentación del metal de aporte como en el caso de soldadura por arco con electrodo revestido manual.
- ▶ Otra manera de describir el sistema el llamarlo sistema con *“Auto regulación de Potencial Constante”*.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

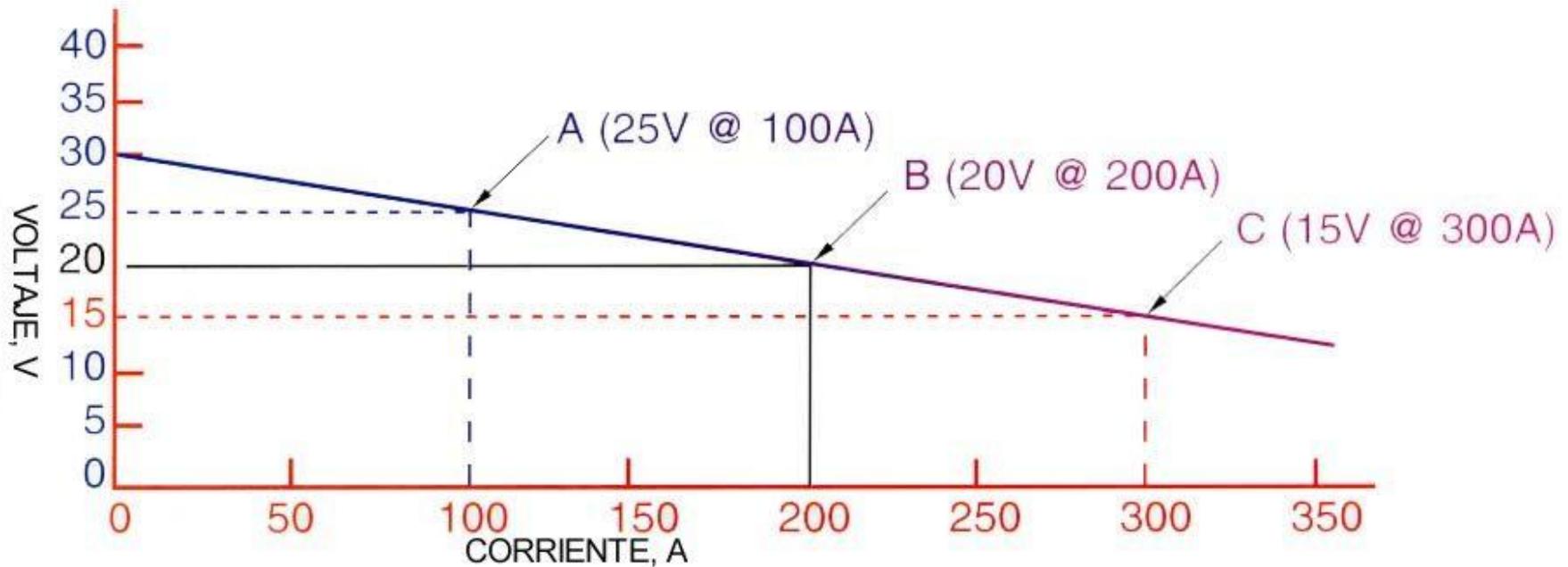
Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Observando la **Figura 5**), puede verse que la disminución del voltaje del arco (la pistola alejada de la pieza de trabajo) hace disminuir la corriente y en consecuencia la velocidad de fusión del electrodo. El alambre continúa siendo alimentado a su velocidad preestablecida para dar nuevamente el valor original de voltaje del arco. Esto reduce el efecto de la manipulación del operador en las características de soldadura, para hacer al proceso menos sensible al operador y entonces más fácil de ser aprendido.
- ▶ Cuando se cambian los ajustes de la máquina, el resultado es que las características de operación se alterarán drásticamente. Es de relevante importancia la manera en que el metal fundido es transferido desde extremo del electrodo, a través de la región del arco, al metal base.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa



Decrece V = Aumenta A

Figura 5.- Curva V - A Típica de Potencial Constante



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Con soldadura por arco con alambre y protección gaseosa hay cuatro modos básicos de transferencia de metal. *Estos son, spray, globular, arco pulsante, y en corto circuito.*
- ▶ La **Figura 6)** muestra tres de los cuatro métodos. Sus características son tan diferentes que es casi como si se tratara de cuatro procesos de soldadura distintos. Cada tipo específico tiene ventajas y limitaciones definidas que los hacen mejores para algunas aplicaciones y peores para otras.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- El tipo de transferencia del metal depende de distintos factores, incluyendo el gas de protección, corriente y niveles de voltaje y características del suministro de potencia.

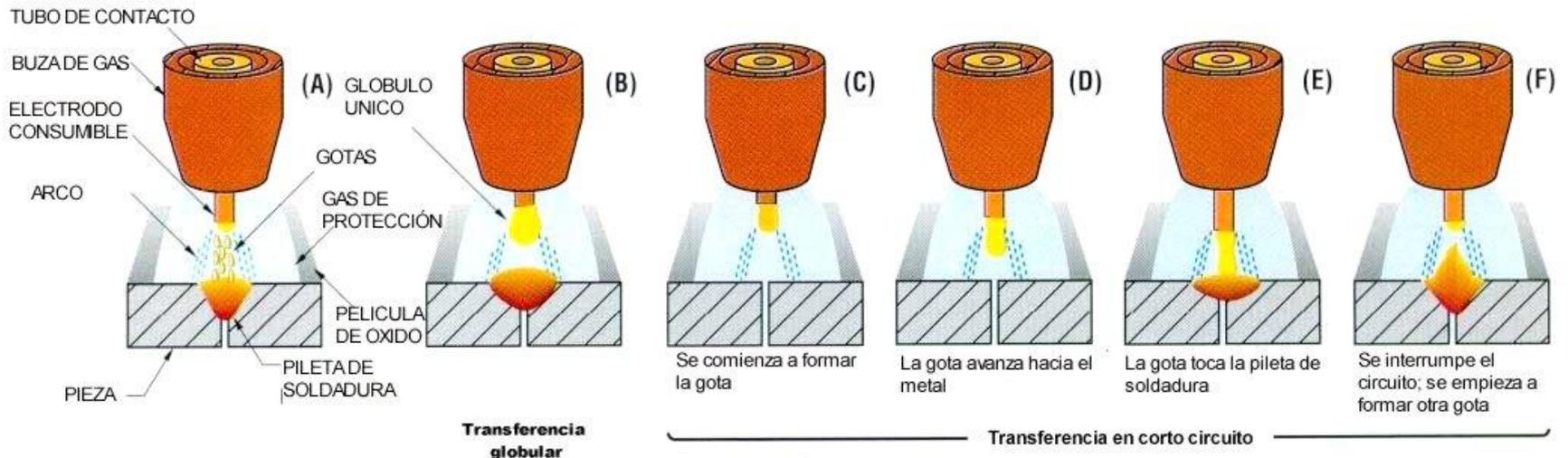


Figura 6.- Modos de Transferencia del Metal; (a) Spray, (b) Globular, y (c) Corto Circuito.

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Una de las formas básicas en las cuales dichos procesos se diferencian es que suministran distintas cantidades de calor a la pieza de trabajo.
- ▶ La transferencia de spray es considerada como la de **mayor temperatura**, seguida por globular, arco pulsante y finalmente corto circuito.
- ▶ Por esto, la transferencia por_spray es la **mejor para secciones de gran espesor** y juntas con soldaduras de penetración total, en cuanto puedan ser posicionados en posición plana.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La transferencia globular provee tanto calentamiento como buena deposición del material, pero sus características de operación tienden a ser menos estables, **incrementado las salpicaduras**. La soldadura por arco con alambre y protección gaseosa pulsante requiere una fuente de potencia capaz de producir una salida de corriente continua pulsante que permite al soldador programar la combinación exacta de corriente alta y baja para lograr un buen control del calor entregado y flexibilidad del proceso. El soldador puede setear tanto la cantidad como la duración del pulso de corriente alta. Entonces, durante la operación la corriente varía entre el pulso de alta corriente y el pulso de baja corriente, ambos pueden ser seteados con los controles de la máquina.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La transferencia en corto circuito da una **menor cantidad de calor** sobre el metal base, haciéndolo una opción excelente *para la soldadura de hojas de metal y juntas que tienen separaciones excesivas debido a un mal ajuste.*



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ El método de transferencia en cortocircuito tiene como característica ser **más frío** debido a que el electrodo en realidad está en contacto con el metal base, *creando un corto circuito por una porción del ciclo de soldadura*. Entonces el arco opera y se *extingue en forma intermitente*.
- ▶ Los cortos períodos durante el cual el arco se extingue, permite cierto enfriamiento que redundando en una reducción de la tendencia a quemarse de los materiales de poco espesor. Se debe tener cuidado cuando se usa la transferencia en corto circuito para soldar secciones de mayor espesor, debido a que se puede presentar **fusión incompleta** a causa de un calentamiento insuficiente del metal base.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Como se mencionó, el gas de protección tiene un efecto significativo en el tipo de transferencia del metal.
- ▶ La transferencia tipo spray puede lograrse **sólo donde hay una presencia de un 80% de argón en la mezcla de gases.**
- ▶ CO_2 es probablemente uno de los gases más populares para **GMAW** de acero al carbono, principalmente debido a su bajo costo y a sus excelentes características de penetración. Una desventaja, sin embargo, es que habrá **más salpicadura** que puede requerir ser quitada, reduciendo la productividad del soldador.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La versatilidad que ofrece este proceso hizo que sea usado en muchas aplicaciones industriales.
- ▶ GMAW puede ser usada efectivamente para unir o cubrir muchos tipos de *metales ferrosos o no ferrosos*. El uso de gas de protección, en vez de un fundente, el cual puede ser más contaminado, puede reducir la posibilidad de introducir hidrógeno dentro de la zona de soldadura, entonces GMAW puede ser usado satisfactoriamente en situaciones donde la presencia de hidrógeno puede causar problemas.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Debido a la ausencia de la capa de escoria que debería ser quitada después de soldar, La GMAW está bien situada para soldadura automática y robotizada. Esta es una de las mayores ventajas del proceso.
- ▶ Debido a que apenas es necesaria o no es necesaria en absoluto la limpieza luego de la soldadura, la productividad global del proceso se ve altamente incrementada. *Esta eficiencia* es incrementada en mayor medida por el hecho que el rollo de alambre continuo no requiere recambio tan frecuente como los electrodos individuales de SMAW.
- ▶ Todo esto incrementa la cantidad de tiempo en que se puede realizar realmente la soldadura.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ La principal ventaja de la GMAW son las lbs/hr (kg/hr) de metal depositado que reduce el costo de mano de obra.
- ▶ Se trata de un proceso relativamente *limpio*, principalmente debido a que no hay fundente presente en el proceso.
- ▶ En los locales con problemas de ventilación pueden verse aliviados cambiando a soldadura por arco con alambre y protección gaseosa donde se usaba soldadura por arco con electrodo revestido o soldadura por arco con alambre tubular, porque se genera menor cantidad de humos.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ *Visibilidad del proceso*, debido a que no hay presencia de escoria, el soldador puede ver más fácilmente la acción del arco y de la pileta líquida para mejorar el control.
- ▶ Caudal de gas (Litros/Minuto) = Diámetro de Hilo x 10.
- ▶ Para soldadura Acero al carbono la proporción es de 80% argón 20% CO₂.
- ▶ Para metales ferrosos se utiliza solo CO₂.
- ▶ Para soldar metales inertes como el aluminio y el acero o acero Inox. Se utiliza solo argón.

MIG: ARGON – MAG: CO₂



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

DATOS ORIENTADOS PARA LA SOLDADURA MIG-MAG

GROSOR DE CHAPA (mm)	VOLTAJE ORIENTATIVO (V)
0.9	16-18
1.6	16-19
2	17-19
2.5	18-20
3	20-23



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Mientras que el uso de gas de protección en lugar de fundente trae algunos beneficios, puede ser también pensado como una limitación, debido a que ésta es la principal forma en que el metal fundido es protegido y limpiado durante la soldadura. Si el metal base está excesivamente contaminado, el gas de protección sólo puede no ser suficiente para prevenir la aparición de porosidad. GMAW es también muy sensible a ráfagas o vientos, que tienden a desviar el gas de protección fuera y dejar al metal sin protección.
- ▶ *Por esta razón, soldadura por arco con alambre y protección gaseosa no es recomendable para soldadura de campo.*



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Es importante notar que el simple incremento de la velocidad del flujo de gas de protección más allá de los límites recomendados no necesariamente garantiza que se proveerá una protección adecuada.
- ▶ En efecto, las altas velocidades de flujo causan turbulencia y pueden tender a *incrementar la posibilidad de porosidad* porque estas velocidades de flujo incrementadas pueden en realidad llevar gases atmosféricos dentro de la zona de soldadura.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Otra desventaja es que el equipo requerido es más complejo que los usados para soldadura por arco con electrodo revestido.
- ▶ Esto incrementa la posibilidad de problemas mecánicos que causen problemas de calidad. Cuestiones como guías de pistolas y conectores de tubos desgastadas pueden alterar las características eléctricas al punto de producir soldaduras defectuosas.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Los principales problemas inherentes ya fueron discutidos. Estos son, *porosidad* debido a la contaminación o pérdida de protección, *fusión incompleta* debido al uso de transferencia en corto circuito en secciones de gran espesor, e inestabilidad del arco debido a guías y extremos de conectores desgastados.
- ▶ A pesar de que tales problemas pueden ser muy perjudiciales para la calidad de la soldadura, pueden aliviarse si se toman ciertas precauciones.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ *Para reducir la posibilidad de porosidad*, las partes deben ser limpiadas previo a la soldadura, y la zona de soldadura debe protegerse de un viento excesivo encerrándola o usando rompevientos.
- ▶ Si la porosidad persiste, debe controlarse el *suministro de gas* para asegurar que no hay una excesiva presencia de humedad.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ El verdadero problema de GMAW es la *fusión incompleta*, especialmente cuando se usa transferencia en corto circuito.
- ▶ Esto se debe en parte al hecho de que es un proceso de arco abierto, dado que no utiliza fundente. Sin esta capa de protección del arco, el incremento de la intensidad del calor puede llevar al soldador a creer que hay una tremenda cantidad de calor en el metal base. Esta sensación puede ser errónea, y el soldador debe estar al tanto de esta condición y asegurar que el arco está siendo dirigido para garantizar la fusión del metal base.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ Finalmente, el equipo debe estar bien mantenido para aliviar los problemas asociados con la alimentación del alambre.
- ▶ Cada vez que se reemplaza un rollo de alambre la guía debe ser limpiada sopleteándola con aire comprimido para quitar las partículas que pueden causar obstrucciones. Si persiste el problema, la guía debe reemplazarse.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

- ▶ El tubo de contacto además, debe reemplazarse periódicamente. Cuando se desgasta, cambia el punto de contacto eléctrico de manera que se incrementa la “extensión el electrodo” sin que lo sepa el soldador. La extensión del electrodo se toma también desde el tubo de contacto hasta el extremo del electrodo, como se ilustra en la **Figura 7**.



PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

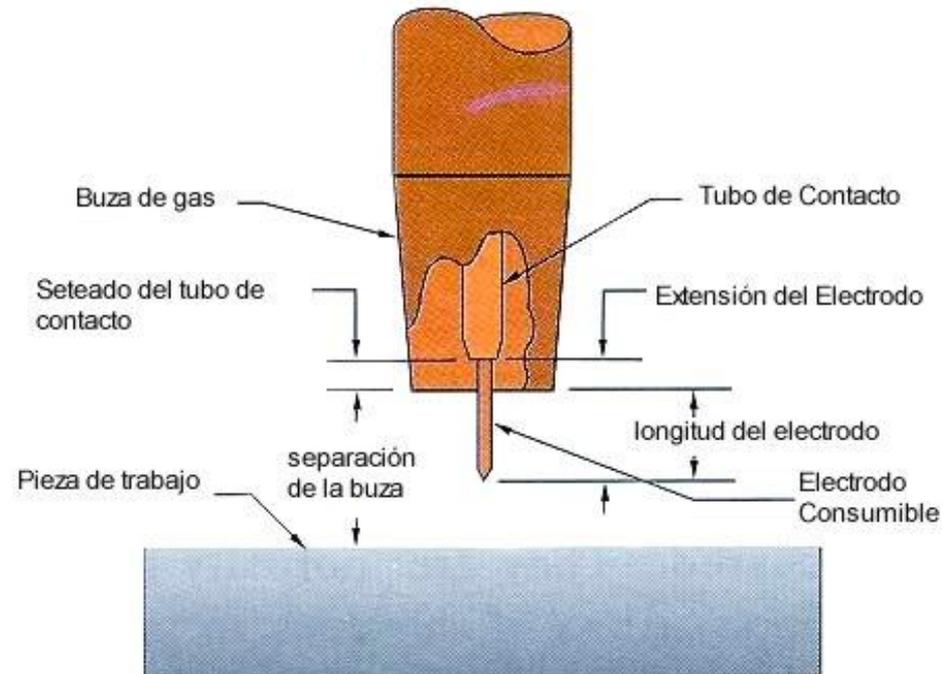
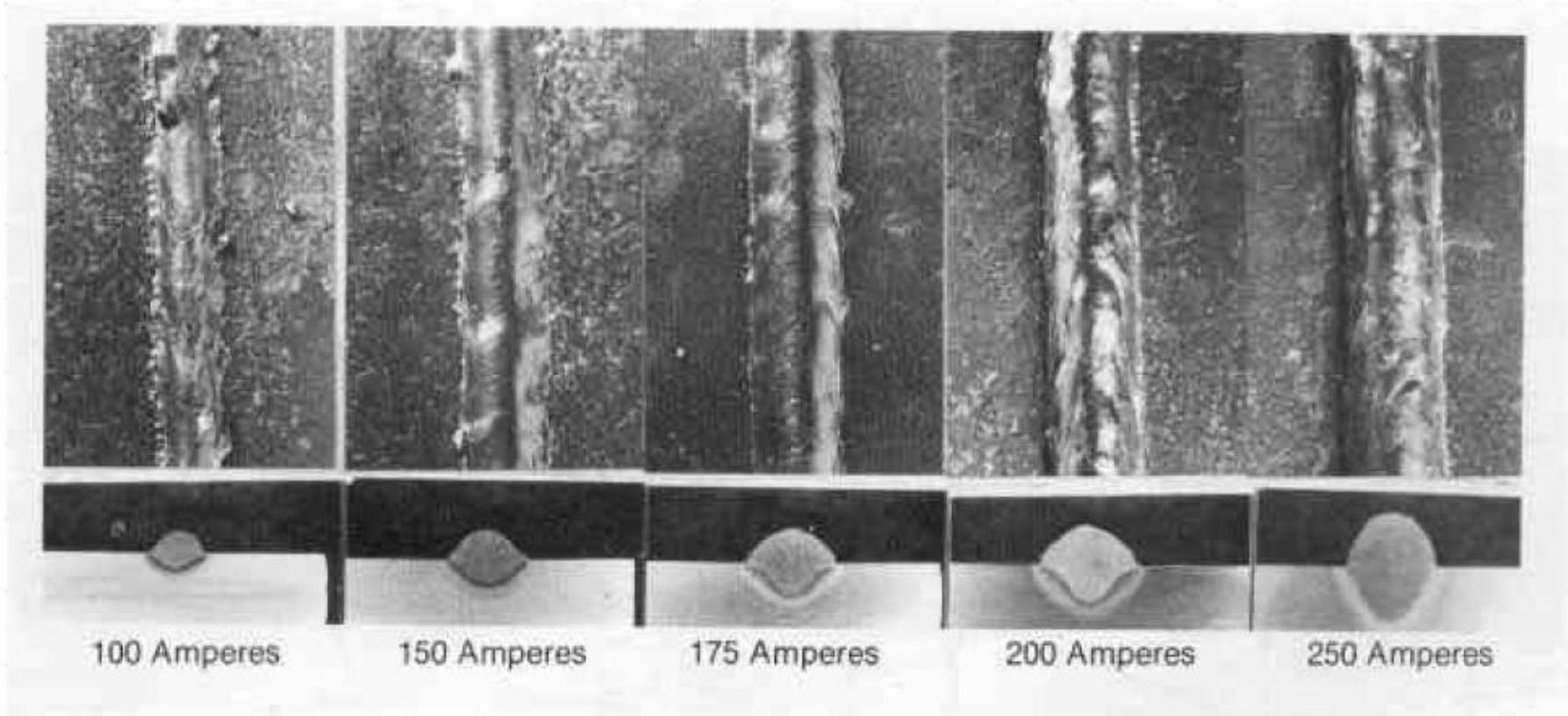


Figura 7. – Denominaciones de la Pistola de Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

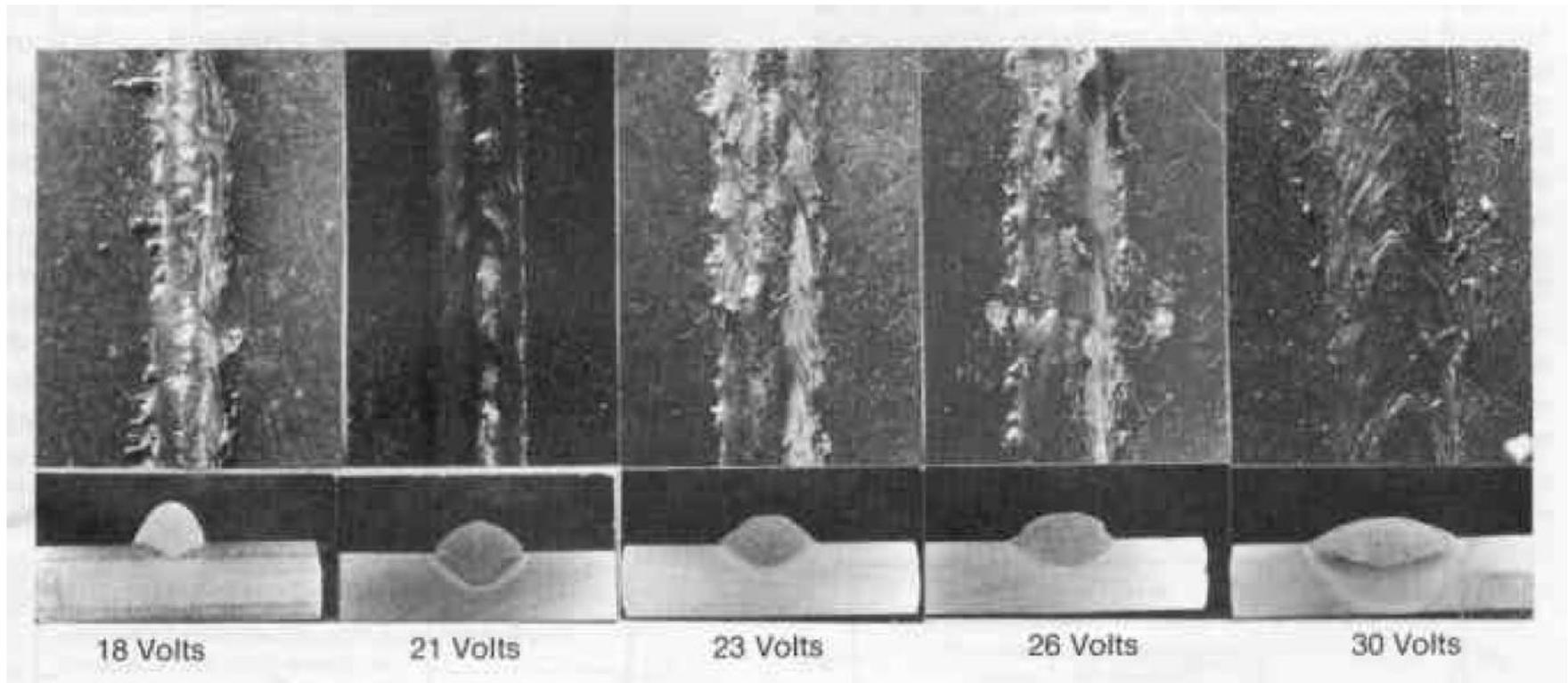
Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa



Influencia de la corriente de soldadura

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

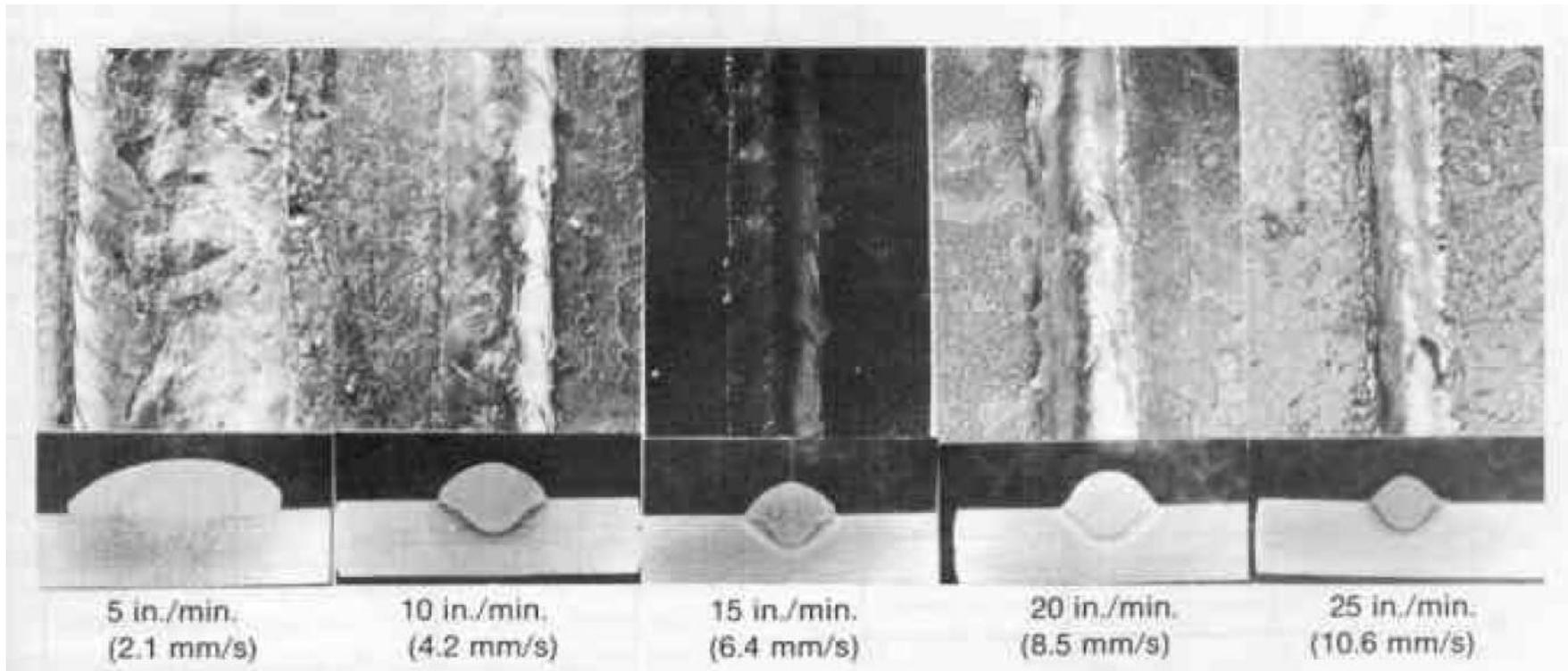
Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa



Influencia del voltaje

PROCESO DE SOLDADURA GMAW

Soldadura por Arco con Alambre y Protección Gaseosa



Influencia de la velocidad de avance