



TECNOLOGÍA EN SOLDADURA

Polígono Industrial Can Sedó

08292 Esparreguera

Tel: (34) 93 7774162

Fax: (34) 93 7774203

www.sunarc.com

LOS GASES PARA LA **SOLDADURA**

INDICE

1. Tipos de gases	3
2. Gases de protección para soldadura	3
2.1. Gases para soldadura TIG	3
2.1.1. Argón soldadura	3
2.1.2. Mezcla de 95% argón y 5% de hidrogeno	4
2.1.3. Helio	4
2.1.4. Mezclas de argón y helio	5
2.2. Gases para la soldadura MIG/MAG	6
2.2.1. Estabilidad del arco	6
2.2.2. Argón soldadura	6
2.2.3. Mezcla 50% argón y 50% helio	6
2.2.4. Dióxido de carbono	7
2.2.5. Mezclas de argón y dióxido de carbono	8
2.2.5.1. Mezcla al 97,5% argón y 2,5% dióxido de carbono	9
2.2.6. Mezclas de argón, dióxido de carbono y oxígeno	9
2.2.7. Mezclas de argón y oxígeno	9
2.2.7.1. Mezcla al 99% argón y 1% oxígeno	9
2.2.7.2. Mezcla al 97% argón y 3% oxígeno	9
3. Selección del gas de protección	10
4. Utilización de los gases oxidantes	10
5. Aplicación de gases	11

1. TIPOS DE GASES.

Se enumera a continuación algunos de los tipos de gases existentes en el mercado:

- * GASES INERTES: son todos aquellos que a presión y temperatura normales no reaccionan con otros materiales.
- * GASES OXIDANTES/COMBURENTE: son todos aquellos capaces de soportar la combustión con un oxipotencial superior al del aire.
- * GASES INFLAMABLES: son todos aquellos gases o mezcla de gases cuyo límite de inflamabilidad inferior en aire sea menor o igual al 13 por ciento o que tenga un campo de inflamabilidad (límite superior menos límite inferior) mayor del 12 por ciento.
- * GASES TÓXICOS: son todos aquellos cuyo límite de máxima concentración tolerable durante ocho horas/día y cuarenta horas/semana es inferior a 50 partes por millón.
- * GASES CORROSIVOS: son todos aquellos que producen una corrosión de más de 5 mm/año en acero A-37, a una temperatura de 55°C.
- * MEZCLAS DE GASES: son todas aquellas mezclas que por su volumen de comercialización y su aplicación tienen el mismo tratamiento que los gases.

2. GASES DE PROTECCIÓN PARA SOLDADURA.

Todos los procedimientos de soldadura con gas de protección, tienen algo en común.

Cualquier perturbación en el caudal de gas, produce necesariamente defectos en la soldadura. A veces, y para un mismo material, pueden emplearse gases de protección diferentes, inertes o activos, sin que provoque diferencias considerables en la unión soldada. Únicamente está contraindicado, soldando con procedimiento TIG, el uso de gases activos.

2.1. GASES PARA SOLDADURA TIG.

Todos los procesos TIG precisan gases de protección inertes y reductores o mezclas de los mismos. Cualquier componente de mezcla activo (oxígeno, dióxido de carbono,...), conduciría a la interrupción del arco y un gran desgaste del electrodo, provocando inclusiones de tungsteno al charco de fusión.

2.1.1. ARGÓN SOLDADURA.

El argón es un gas noble, incoloro e inodoro que forma parte del aire atmosférico en un 0,93% vol. Tiene ante todo en Europa un papel decisivo como gas de protección. Su pureza es del 99,995%, siendo sus principales impurezas el nitrógeno, que existe en cantidad inferior a 30ppm; el agua, con cantidades inferiores a 8ppm; y el oxígeno, con cantidades por debajo de 10ppm.

El argón tiene las siguientes características para el arco voltaico:

- Baja conductibilidad térmica, con lo que resulta una larga vida para los núcleos de plasma, que producen un arco voltaico estable y una mayor facilidad para encenderse de nuevo el arco, como por ejemplo, en el caso de la soldadura por corriente alterna.
- Puede conseguir un núcleo del arco voltaico muy caliente, que le da bastante poder al arco.

Sus características técnicas más sobresalientes son:

- * Masa molar: 39,95 g/mol
- * Punto triple:

- Temperatura: 83,8 K (-189,4° C)
- Presión: 688mbar
- Calor latente de fusión: 29,3 kJ/Kg
- * Punto de ebullición a 1013 mbar:
 - Temperatura: 87,3 K (-185,9° C)
 - Calor latente ebullición: 164 kJ/Kg
- * Punto crítico:
 - Temperatura: 150,7 K (-122,5° C)
 - Presión: 48,6 bar
 - Densidad: 0,531 Kg/litro
- * Estado gaseoso a 1013 mbar y 273,15 K (0° C):
 - Densidad relativa al aire: 1,38

Se emplea para la soldadura de aceros inoxidables, cobre, aceros al carbono y la mayor parte de aluminios.

Para la soldadura por procedimiento TIG del titanio, tántalo, circonio y unos pocos aluminios, es imprescindible el uso de argón puro.

Soldando aluminio, los electrodos deben ser de tungsteno puro, mientras que para el resto de metales, deben estar aleados con 1, 2 ó 3% de torio. Especialmente el 3% de aleación de torio es muy recomendable para la soldadura automática del acero inoxidable.

2.1.2. MEZCLA DE 95% ARGÓN Y 5% DE HIDROGENO.

Se trata de un gas incoloro, inodoro, no tóxico, que se emplea como gas de protección en la soldadura de aceros al carbono y aceros inoxidables (sobretudo en sistema automático) y en corte por plasma.

El hidrógeno proporciona un enorme poder calorífico al arco, por lo que aumenta la penetración y, en consecuencia, la velocidad de avance. Además, sucede un efecto de limpieza, ya que el hidrógeno, al ser reductor, tiene la propiedad de eliminar óxidos. Por todo ello, el cordón resultante presenta un aspecto brillante y plano.

Existen en el mercado otras mezclas con proporciones de hidrógeno que van desde 2% hasta 20%, cuyo objetivo no es más que aumentar la productividad, aunque sea a costa de una reducción en la calidad de la soldadura. Conviene tener en cuenta que las mezclas con un contenido superior al 6,5% en volumen de hidrógeno son inflamables con el aire.

2.1.3. HELIO.

Se trata de un gas incoloro, inodoro y no tóxico. Se emplea en mayor cantidad para la soldadura TIG en Estados Unidos, ya que poseen yacimientos naturales que hacen que este gas resulte más económico.

Sin embargo, presenta una serie de inconvenientes respecto al argón: la densidad del helio es diez veces inferior que la del argón, por lo que asegurará una protección inferior a igualdad de caudal, debido a que tenderá a escaparse del baño de fusión mucho antes que el argón.

Por otra parte, el poder ionizante del helio es menor que el del argón, por lo que la tensión de arco es cerca del 75% más grande con helio. Además, el helio se caracteriza por un arco menos estable y un cebado más difícil, debido precisamente a su poder ionizante bajo.

Por contra, el helio proporciona un mejor rendimiento calorífico, y este aporte de calor más intenso aporta una penetración muy fuerte, lo que es idóneo para procesos de fabricación en automático. Además, la utilización del helio se hace interesante en particular para la soldadura de metales buenos conductores del calor, como el cobre o el aluminio.

2.1.4. MEZCLAS DE ARGÓN Y HELIO.

La mezcla estándar es al 50%, aunque también existe la de argón al 70% - helio al 30%.

Se trata de una mezcla de composición estable, incolora, inodora, no tóxica y no combustible.

Se utiliza principalmente para la soldadura del cobre, sobretodo para grandes espesores.

Sus principales características son una gran penetración y un buen acabado en aspecto y limpieza.

2.2. GASES PARA SOLDADURA MIG/MAG.

Este procedimiento de soldadura, requiere una especial elección del gas en función del material base a soldar. Para aceros de grano fino (bajos en carbono), se eligen gases con componentes activos, como argón+dióxido de carbono o argón+oxígeno o, incluso, dióxido de carbono puro. Cuando se emplea este tipo de gas oxidante, se deben añadir al hilo-electrodo componentes desoxidantes tales como el manganeso, silicio y pequeños porcentajes de titanio, aluminio y cromo. Así, por ejemplo, en aceros inoxidable al Cr-Ni, se emplean mezclas de argón con 2% de dióxido de carbono o argón con 1% de oxígeno. Esta proporción de oxígeno en la soldadura TIG provocaría una rápida fusión del electrodo de tungsteno; en la soldadura MAG, por ejemplo, este componente oxidante es imprescindible para eliminar la fuerte tensión superficial del charco de fusión y permitir una buena fusión en los bordes del chaflán de soldadura.

La tabla siguiente proporciona la mezcla de gas adecuada para cada material base:

	GAS PROTECCION	MATERIALES BASE
M I G	Ar + CO ₂ + O ₂	- aceros de construcción - aceros para tubos
	Ar + CO ₂	- aceros para calderas - aceros bajo carbono
	Ar + O ₂	- aceros construcción naval
	CO ₂	- con reservas
M A G	Ar + 2% O ₂	- aceros aleados y alta aleac.
	Ar He Ar + He	- aluminio y sus aleaciones - cobre y sus aleaciones - inconel, monel, hastelloy

La tensión superficial del acero al carbono líquido en argón puro es de 956 dinas/cm, la del agua es de 72 dinas/cm y la del mercurio de 475 dinas/cm. Soldando con el procedimiento MIG y argón puro, puede apreciarse este defecto de la tensión superficial. Las gotas de material de aportación, en estado líquido, se deslizan por los bordes y es sumamente difícil conseguir una unión uniforme con el material base. Con la adición del componente oxidante oxígeno se elimina la tensión superficial.

2.2.1. ESTABILIDAD DEL ARCO.

También se podría añadir dióxido de carbono al argón en vez de oxígeno como componente activo, y soldar con éste aceros inoxidables. Sin embargo, esto solo puede realizarse únicamente bajo unos determinados condicionantes, que pueden ser:

- porcentaje de dióxido de carbono en la mezcla.
- uso ha que debe someterse la pieza a soldar.
- calidad del acero del material base.

El contenido de dióxido de carbono en el gas quema algo de carbono. Cuando se trabaja con aceros inoxidable al cromo-níquel estabilizado y con un hilo igualmente estabilizado, se pretende evitar la formación de carburos de cromo, es decir, el empobrecimiento de cromo en el borde o límite de la zona de transición. Esto sucede porque la afinidad del niobio (o titanio) es mayor con relación al carbono que la del cromo en relación con el carbono. Es por ello que se hace imprescindible alear el hilo-electrodo con una relación carbono/niobio de 1:12.

Con un gas de protección de argón, con 1 a 3% de oxígeno, no se produce combustión adicional de carbono. En gases de protección a base de argón + 18% de dióxido de carbono, aumenta la proporción de carbono, de forma que la relación de estabilización carbono/niobio desciende a 1:7.

2.2.2. ARGÓN SOLDADURA.

Se trata del mismo tipo de argón comentado en el apartado de Gases para Soldadura TIG.

Se emplea para la soldadura con hilos de aluminio, cobre, aceros inoxidable,...

De por sí solo, el argón no aporta mucha penetración, por lo que los cordones resultan algo abultados, especialmente en el acero inoxidable.

Es muy adecuado para la soldadura por medio de arco pulsado, arco-corto y arco-spray.

A partir de los 400A aparecen fenómenos de inestabilidad de arco que pueden dar lugar a inclusiones de óxidos y a la aparición de porosidades.

2.2.3. MEZCLA DE 50% ARGÓN - 50% HELIO.

Se trata también del mismo tipo de gas explicado en el apartado de Gases para Soldadura MIG. El contenido en helio en el gas de protección da un mayor balance térmico con la misma potencia de fusión, ofreciendo las siguientes ventajas:

- Mejor desgasificación del baño de soldadura, lo que implica disminución de las porosidades.
- Mayor penetración.
- Mayor velocidad de soldadura con la misma potencia de fusión.
- Necesidad de menor precalentamiento.
- Mayores características mecánicas.

El perfil del cordón del arco bajo esta mezcla de gas es ancho y plano, con una zona de penetración bastante uniforme en todo lo ancho del cordón.

Es ideal para soldar por spray-arc grandes piezas de aluminio o cobre, sobrepasando los 400A en función del resto de parámetros, sin problemas de estabilidad de arco.

2.2.4. DIÓXIDO DE CARBONO.

Al dióxido de carbono se le denomina comúnmente anhídrido carbónico. Es un gas incoloro, no tóxico, inerte, inodoro y de sabor picante. Su peso específico es de 1,97 Kg/m³, 1,5 veces más pesado que el aire. Para su uso en la soldadura debe tener una pureza del 99,7% mínimo y estar exento de humedad. Se obtiene industrialmente por la combustión del carbón o compuestos del carbono en presencia de oxígeno o aire (su concentración en la atmósfera varía entre un 0,03% y un 0,06% en volumen).

Se trata de un gas de carácter oxidante que a elevada temperatura del arco tiende a disociarse de acuerdo con la siguiente reacción:

- EN EL ARCO: $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$ (absorción del calor)

Y, en la recomposición:

- EN LA BASE: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ (cesión de calor)

El oxígeno resultante de la disociación es particularmente activo. Se combina con el carbono del acero para dar de nuevo CO, con lo que se produce un empobrecimiento en carbono si no se utiliza un hilo con suficiente contenido en elementos desoxidantes como el silicio y el manganeso y la cantidad adecuada de carbono. El monóxido de carbono liberado es un gas tóxico; no obstante, las cantidades desprendidas durante ocho horas de trabajo no llegan a los mínimos de peligrosidad. Si la densidad de corriente es elevada, provoca una mayor disociación del oxígeno convirtiéndole en más activo todavía.

El carácter oxidante de la atmósfera de dióxido de carbono obliga a utilizar hilos de aporte ricos en elementos desoxidantes. No se debe utilizar en la soldadura de aceros al cromo-molibdeno por el riesgo de oxidación del cromo tanto del metal base como del aportado en el hilo (pérdida de dureza), ni en la de los aceros inoxidable austeníticos, pues favorecería la formación de carburos de cromo con la consiguiente pérdida de resistencia a la corrosión.

Con cantidades de dióxido de carbono inferiores al 99 %, es inevitable la porosidad. Las soldaduras solo estarán exentas de poros si la pureza del dióxido de carbono es superior al 99,85% y el nitrógeno y el hidrógeno son inferiores cada uno a 0,05%.

Es un gas mucho más barato que el argón, capaz de conseguir penetraciones mucho más profundas y anchas en el fondo del cordón, lo que mejora su contorno. Además reduce el riesgo de mordeduras y faltas de fusión.

El dióxido de carbono no puede ser mencionado realmente más que como gas de arco corto, puesto que incluso para mayores intensidades, por ejemplo, 450 A para diámetro 1,6, se obtiene solamente una frecuencia disminuida de cortocircuito. El mismo proceso del arco voltaico es con este gas muy poco estable.

Su principal inconveniente estriba en que produce arcos relativamente enérgicos y que, por tanto, provocan un gran número de proyecciones que, inevitablemente, influye en la productividad del proceso, pues deben limpiarse buzas, electrodos y piezas con más frecuencia que con mezcla de gases.

Es el único gas que puede utilizarse individualmente como atmósfera protectora en la soldadura de acero al carbono. Su elevada conductividad térmica en relación con el argón producirá en sus mezclas con éste un incremento en la penetración.

El tamaño de las gotas es igual al diámetro del hilo-electrodo; solo después de haber estallado de forma violenta y explosiva, se transporta el material al baño de fusión.

Debe mencionarse también que el dióxido de carbono, al ser un gas frío, precisa un calentador junto al manorreductor para evitar congelaciones, obstrucciones y averías sobre éste.

2.2.5. MEZCLAS DE ARGÓN Y DIÓXIDO DE CARBONO.

Se suelen utilizar estas mezclas con cantidades de dióxido de carbono que van del 15 al 18%.

Al soldar con arco-corto con este tipo de mezclas, el transporte del material (del alambre de soldadura al baño de fusión) se realiza también en cortocircuito, produciéndose gotas muy finas, inferiores al diámetro del hilo. La separación se realiza a consecuencia del efecto amortiguador del impulso de corriente de los gases mezcla, en forma más suave que con dióxido de carbono. La oxidación es menor y el transporte está dirigido axialmente. Aumenta la

visibilidad del baño, disminuyen las turbulencias, el baño de fusión adquiere menor temperatura y disminuyen notablemente las proyecciones, obteniendo un mejor aspecto del cordón.

Esta mezcla está homologada en toda Europa por las normas DIN 5859-SG2 y 5859-SG3 para un determinado tipo de electrodos con materiales base.

Se emplea principalmente como gas de protección en la soldadura MAG de aceros de construcción, aleados y sin alear, como pueden ser tuberías de acero, construcción naval, calderería, planchistería, mecánica,...

Al ser una mezcla seca, no precisa calentador de gas.

El único inconveniente de la mezcla es de tipo económico. Sin embargo, hay que comparar la incidencia del valor del gas en el coste final de la soldadura y, por otra parte, la mejora del factor de marcha y la obtención de mejores características mecánicas en la unión soldada.

2.2.5.1. MEZCLA AL 97,5% ARGÓN Y 2,5% DIÓXIDO DE CARBONO.

Se trata de una mezcla incolora, inodora y no inflamable.

Se utiliza como gas de protección en soldadura MAG de aceros al cromo-níquel, aceros ferríticos con aleación de cromo, aceros especiales, flejes con recubrimiento laminar de cromo-níquel,...

2.2.6 MEZCLAS DE ARGÓN, DIÓXIDO DE CARBONO Y OXIGENO.

La composición de este tipo de mezcla se indica a continuación:

- 90% de argón
- 5% de dióxido de carbono
- 5% de oxígeno

Se trata de un gas incoloro, inodoro, no tóxico y no combustible, idóneo como gas de protección en la soldadura MAG de aceros especiales.

Admite altas velocidades de soldadura. El dióxido de carbono por una parte, le da penetración mientras que el oxígeno, por otra, le proporciona temperatura, lo que lo hace muy rentable. Como consecuencia de su alta velocidad, hay menor aportación de calor al material base, lo que repercute en menor deformación y menor anchura de la zona de transición, es decir, menor zona de grano grueso junto al cordón

2.2.7. MEZCLAS DE ARGÓN Y OXIGENO.

El contenido de oxígeno puede variar desde el 1% hasta el

Incluso en pequeños porcentajes, el oxígeno reduce la tensión superficial del metal líquido, de manera que la intensidad crítica a partir de la cual la transferencia cambia de modo, es función de la cantidad de oxígeno. Un contenido en oxígeno a partir del 5% disminuye la velocidad de fusión cerca de un 10%.

Este tipo de gas disminuye el cono del arco, favorece la estabilidad; por otra parte, el disminuye el riesgo de fisuras.

lo que oxígeno

Para hilos con poco contenido en elementos desoxidantes, la tenacidad máxima del cordón se alcanza con porcentajes cercanos al 5% de oxígeno; será excelente incluso con porcentajes del 10% si los hilos contienen elementos desoxidantes.

2.2.7.1. MEZCLA AL 99% ARGÓN Y 1% OXIGENO.

Es un gas idóneo para la soldadura del acero inoxidable en chapa fina y en posiciones difíciles.

También se emplea en la soldadura de aceros al carbono en trabajos de responsabilidad en los que se exige control por rayos X. Además, también se utiliza en la industria de aceros laminados, tubos, placas de calderas, aceros de grano fino,...

Presenta muy buena penetración y transporte en gotas muy finas. La mezcla no se puede descomponer porque los puntos de ebullición son próximos en ambos componentes.

2.2.7.2. MEZCLA AL 97% ARGÓN Y 3% OXIGENO.

Aunque muy similar al anterior, este gas proporciona un baño de fusión más fluido porque aumenta su temperatura, lo que provoca un aumento de la penetración y, por tanto, el cordón resulta más plano.

Su principal aplicación es en la soldadura de aceros especiales, aleados o de alto contenido en carbono.

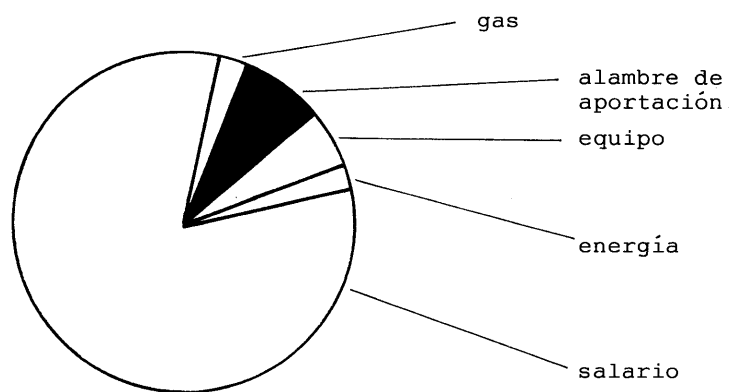
Destaca por la total ausencia de salpicaduras, por lo que disminuye notablemente el costo de limpieza.

Se debe tener especial cuidado en el movimiento zig-zag de la antorcha cuando el proceso es manual, con el fin de evitar mordeduras en el chaflán.

3. SELECCIÓN DEL GAS DE PROTECCIÓN.

El usuario puede ensayar diversos tipos de gas y mezclas de gases con diferentes proporciones de cada uno de ellos, hasta conseguir los mejores resultados de acuerdo con los equipos de soldeo e hilos de aporte disponibles.

La estructura de coste de la soldadura terminada es aproximadamente la que se indica en la siguiente figura, por lo que el coste del gas puede llegar a ser irrelevante frente otros factores, en especial la mano de obra:



4. UTILIZACIÓN DE LOS GASES OXIDANTES.

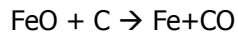
Al principio puede sorprender que se utilicen mezclas oxidantes con porcentajes de oxígeno cuando precisamente, el objetivo del gas de protección es aislar el baño de fusión del contacto con el oxígeno del aire.

Conviene destacar que cada vez que se recurre a una acción oxidante, es en ausencia de nitrógeno, y en una atmósfera donde la proporción de oxígeno está totalmente controlada.

Se ha podido comprobar anteriormente cómo el oxígeno presenta una acción favorable real: baño de fusión más fluido, mejor rellenado de chaflanes, fisuras evitadas, arco más estable, régimen de pulverización axial descendido, y todo esto sin alterar las características mecánicas de las juntas. El oxígeno, pues, parece ser imprescindible para evitar el desplazamiento errático del arco.

El dióxido de carbono es también un gas oxidante que se descompone en las cercanías del arco, a muy alta temperatura, por una reacción endotérmica que toma calor del arco y que restituye en las proximidades de la pieza a soldar por una recomposición exotérmica de dióxido de carbono, muy importante para la penetración. En la soldadura de aceros, el oxígeno liberado

se combina con el hierro del baño y proporciona óxidos de hierro que reaccionan sobre el carbono según:



lo que provoca la oxidación y porosidades en el metal fundido. Es por esto que el hilo debe llevar en este caso elementos de aleación que tienen más afinidad con el oxígeno que con el hierro, como por ejemplo el manganeso, silicio,...; se obtienen, pues, en este caso, óxidos de manganeso u óxidos de silicio que se eliminan en forma de escoria en la superficie del baño de fusión. Se consiguen de esta manera soldaduras sobre acero, desoxidadas y exentas de porosidades.

Estos fenómenos se acentúan cuando la densidad de corriente aumenta, puesto que la ionización del oxígeno y, por tanto, su actividad, son entonces aumentadas.

5. APLICACIÓN DE GASES.

Después de todo lo mencionado hasta ahora, resulta obvio que los gases utilizados en la soldadura TIG y MIG/MAG son un medio de protección del baño de fusión, de manera que sin ellos sería imposible el proceso de soldadura.

Sin embargo, estos gases no tienen únicamente esta misión. Poseen, además, una acción sobre el modo de transferencia del metal de aporte en el arco, y pueden tener una acción metalúrgica debido a su composición química, influyendo sobre la velocidad de enfriamiento del baño de fusión o sobre otra característica.

En la tabla ORIENTATIVA de la página siguiente, se han recopilado algunas de las aplicaciones más comunes de los gases, haciendo notar que el gas óptimo a emplear será el resultado de un minucioso estudio de todos los elementos que intervienen en el proceso de soldadura:

PROCESO	TIPO DE GAS	APLICACIONES
T I G	Ar	Aceros inoxidable, cobre, aceros al carbono y la mayor parte de aluminios.
	Ar puro	Titanio, tantalio, circonio.
	95% Ar + 5% H ₂	Aceros al carbono, aceros inox. y corte por plasma.
	He	Metales buenos conductores calor (cobre, aluminio).
	Ar + He	Cobre-grandes espesores.
M I G / M A G	Ar	Aluminio, cobre, aceros inoxidable,...
	Ar + He	Aluminio-cobre grandes esp.
	CO ₂	Aceros al carbono sin contenido en cromo o molibdeno
	Ar + 15-18% CO ₂	Aceros de construcción, aleados y sin alear, (tuberías de acero, calderería, construcción naval,...
	97,5% Ar + 2,5% CO ₂	Aceros al cromo-níquel, aceros ferríticos con cromo, flejes recubrimiento laminar de cromo-níquel,...
	99% Ar + 1% O ₂	Aceros inoxidable chapa fina y posic. difíciles
	97% Ar + 3% O ₂	Aceros laminados, tubos, aceros grano fino,...