

# Curso de Soldadura con el Proceso GTAW (TIG)





Curso Teórico- Práctico Demostrativo  
**Soldadura TIG**

# Instructores de soldadura

Téc. Juan Carlos Beltrán V.  
Educador CWE / AWS  
CWE-1408035E

Ing. José Juan González E.  
Inspector CWE/CWI- AWS  
CWI-09110961

Especialidad en:

Capacitación y certificación de soldadores en diferentes procesos de soldadura y corte con mas de 20 años de experiencia en el ambiente de la metalmecánica en los sectores de la construcción, de tubería, aeroespacial y más.



# Departamento de servicios Industriales GTAW

- Certificación de soldadores
- Asesoría y soporte técnico
- Inspecciones de soldadura
- Impartición de cursos de soldadura
- Impartición de cursos para procesos de corte
- Impartición de cursos de seguridad en soldadura y corte
- Impartición de cursos para fomentar la calidad en la soldadura y corte
- Impartición de cursos para procesos de fabricación
- Servicios especiales personalizados



# Que es la AWS



Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society) que maneja todo tipo de normas para procedimientos, evaluaciones, técnicas de soldar, calificaciones y certificaciones en los procesos de soldadura. Las normas y certificaciones de la **AWS** son reconocidas y utilizadas en la mayoría de los países. Los países que centran su atención en el desarrollo de la infraestructura y el comercio mundial utilizan las normas y certificaciones de la **AWS** debido a su éxito probado en el apoyo del crecimiento económico, la seguridad y la calidad.





Curso Teórico- Práctico Demostrativo  
**Soldadura TIG**



# Que es la AWS

La AWS proveen criterios para la producción y la evaluación de todos los tipos de productos y materiales soldados, utilizando todos los procesos de soldadura existentes.

La AWS se fundó en 1919 para facilitar el crecimiento de la recientemente desarrollada tecnología de soldadura eléctrica como una alternativa a otros métodos de uniones de metales.



# Soldadura GTAW

(Soldadura de Arco con Tungsteno protegido por Gas)

Este proceso también es conocido como soldadura “**TIG**” de las siglas en ingles de *Tungsten Inert Gas*, debido a que se utiliza un gas inerte como gas de protección. Este proceso es utilizado comúnmente como un proceso manual, sin embargo también es utilizado en aplicaciones Semi-Automáticas. Este proceso proporciona una soldadura excepcionalmente limpia y de gran calidad ya que no produce escoria, de este modo se eliminan inclusiones en la soldadura y casi no necesita limpieza final.

Es usado en casi todos los tipos de fabricación en el mercado, comercial, Alimenticio, Automotriz y Aeroespacial.



# Soldadura GTAW

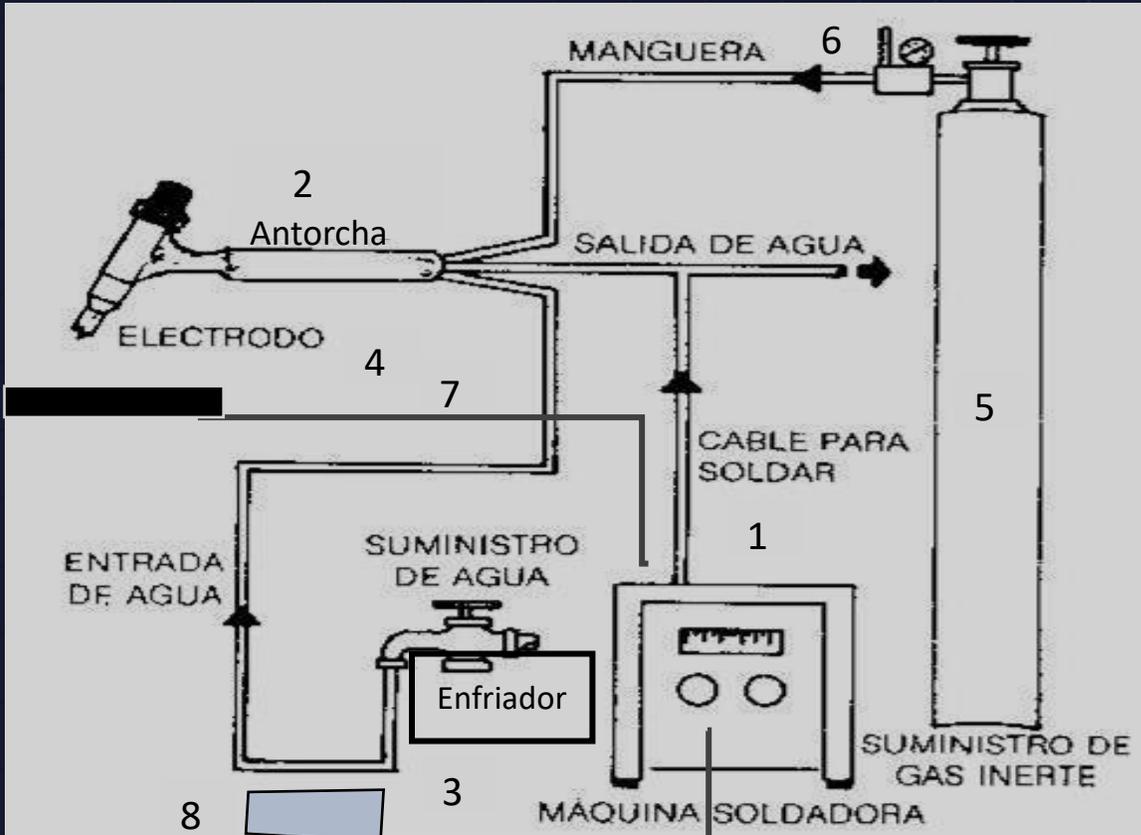
(Soldadura de Arco con Tungsteno protegido por Gas)

Este proceso se caracteriza por utilizar un electrodo de Tungsteno o aleación de Tungsteno sostenido por una antorcha que a su vez alimenta gas de protección para proteger al electrodo y el charco de soldadura en el proceso de solidificación, el arco eléctrico se produce por el paso de corriente a través del gas protector ionizado. El arco se forma entre la punta del electrodo y la pieza de trabajo produciendo suficiente calor para fundir el metal base, una vez fundido, se avanza lentamente y se introducen pequeñas cantidades de aporte de metal con una varilla de pequeño diámetro la cual es depositada en la unión formando un cordón de soldadura. Este proceso puede soldar con aporte y sin aporte (por fusión).



# Diagrama del equipo de GTAW

Consiste en lo siguiente:



1- Fuente de poder o máquina de soldar

2- Antorcha o pistola de soldar

3- Enfriador (Water Cooler)

4- Electrodo de Tungsteno

5- Tanque de Gas

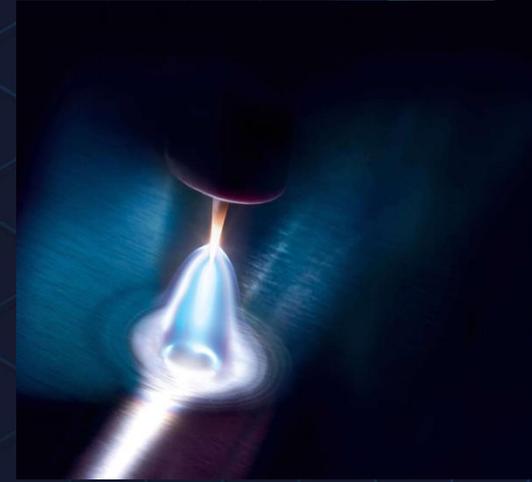
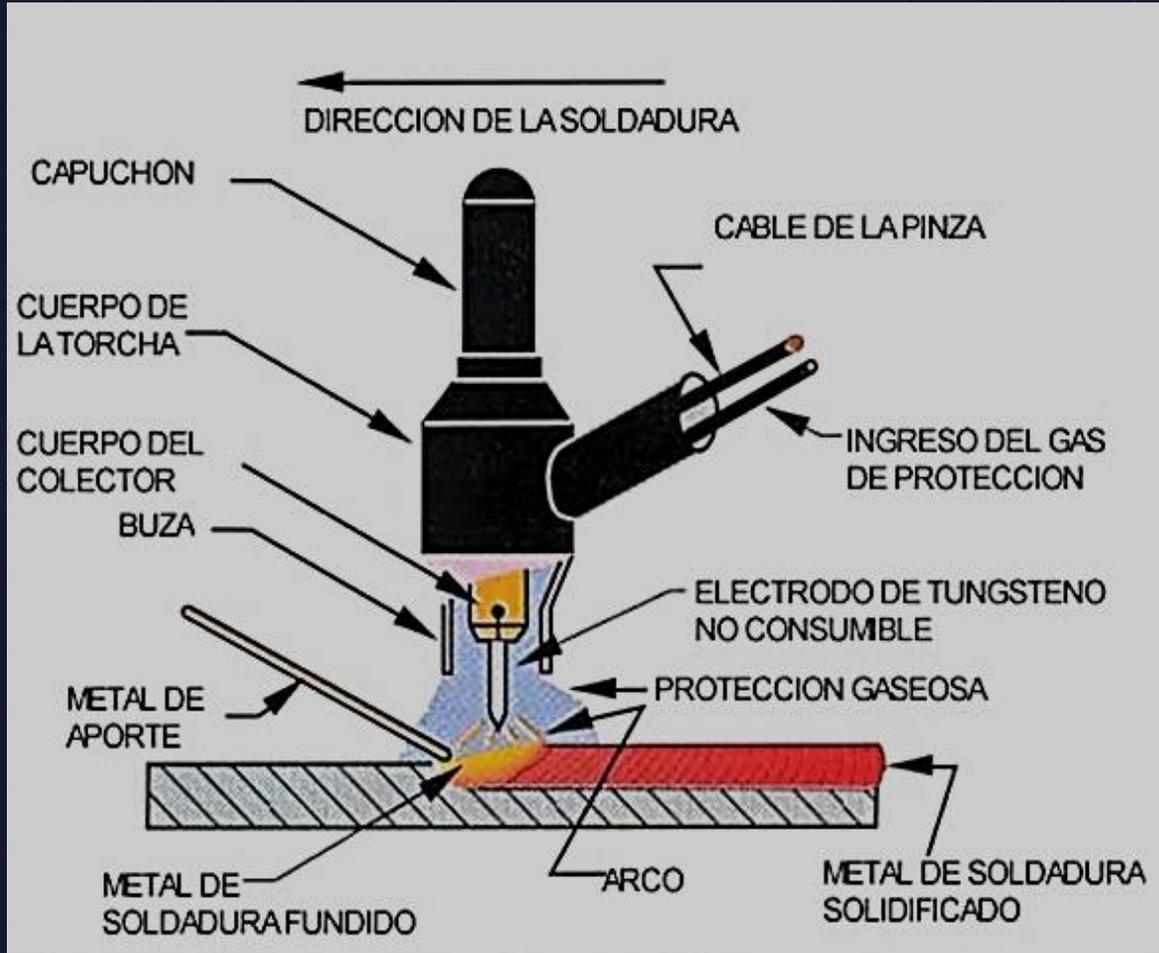
6- Flujómetro para el gas

7- Cable con pinza de tierra

8- Pedal (Regulador)



# Diagrama de la antorcha GTAW



# Equipo de protección personal



Camisa manga larga



Pantalón



Careta o lentes para soldar



Lentes de seguridad



Mascarilla para humos



Mangas de carnaza o de mezclilla



Mandil de carnaza o de mezclilla



Chamarras de Soldador (Reemplaza mangas y mandil)



Guantes de piel para soldar TIG



Botas o zapato de seguridad



# Tipos de maquinas de soldar

En el mercado existe una gran variedad de marcas, tipos, tamaños y capacidades de este tipo de máquinas soldadoras, algunas cuentan con el tipo de salida: D.C. (corriente directa) o bien A.C. / D.C y pueden tener o no módulo de alta frecuencia integrado, este ayuda a dar mayor control en la estabilidad del arco. Estas se pueden encontrar con alimentación desde 110/208/230/460/575 Volts.

También se pueden encontrar con la opción de multiprocesos.



# Tipos de maquinas de soldar

También son llamadas fuentes de poder y pueden ser clasificadas de acuerdo al Voltaje y Amperaje de salida, así como de acuerdo al tipo de corriente, estas son del tipo:

AC= De transformador (SMAW)

DC= De rectificador

AC/DC= De transformador y Rectificador



La mas reciente generación de máquinas de soldar es la tecnología **INVERTER**

La corriente directa (D.C.) es corriente continua ya que el flujo de los electrones (es una partícula de la corriente negativa) fluye siempre hacia un mismo sentido en el circuito, la corriente puede ser negativa o positiva.

La corriente alterna (A.C.) como su nombre lo dice, cambia de positivo a negativo aproximadamente 120 veces por segundo.



# Tipos de antorchas GTAW

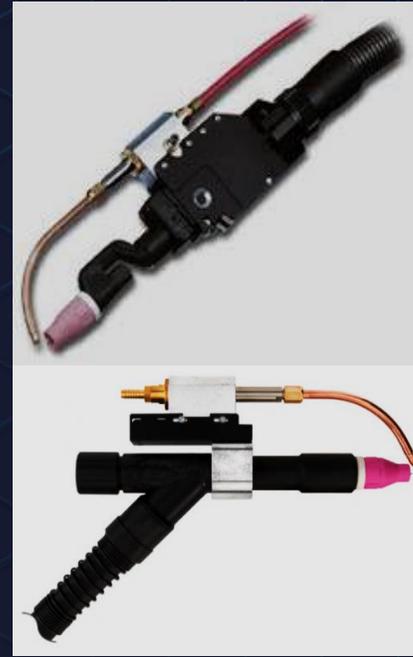
Antorcha tradicional,  
rígida o flexible  
(con o sin válvula)



Antorcha recta  
(Pencil Torch)



Antorchas para soldadura  
Automática o Semiautomática



# Accesorios para antorcha



# Diferentes tipos de antorchas



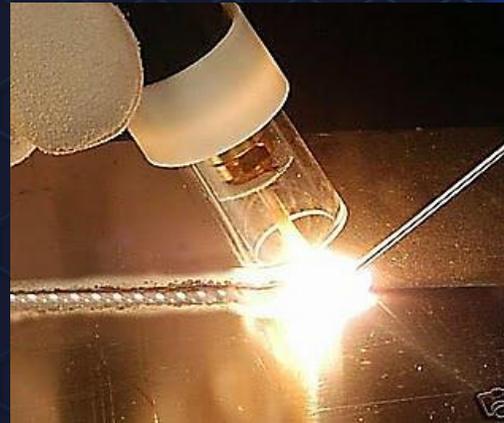
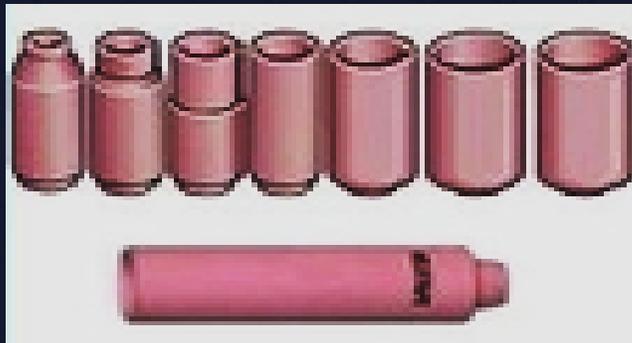
# Tipos de recirculadores de agua

(Para antorchas refrigeradas)



# Boquillas de cerámica

(Para enfriamiento de las antorchas)



Boquilla Transparente



# Difusores de gas o porta mordaza

Difusor con  
filtro

Difusor sin  
filtro



# Opresores o mordazas



# Tapa o capuchón



Chica



Mediana



Grande



# Controladores para el amperaje



**Foot Control  
(Controlador de Pie)**



**Hand Control (Controlador de mano)**



# Flujómetro para gas Argón



1. Tuerca de acoplamiento al tanque
2. Manómetro de presión
3. Medidor de flujo
4. Tornillo de ajuste del flujo
5. Casquillo de acoplamiento con la manguera
6. Adaptador para manguera

Generalmente se utiliza en un rango de flujo entre 20 a 35 CFH (pies cúbicos por hora) o de 9 a 16 LPM (litros por minuto)



# Electrodos de Tungsteno



Classification symbol (ISO 6848 Classification)	Chemical composition requirements			Tungsten, mass percent	Colour code, RGB colour value and colour sample <sup>a</sup>
	Principal oxide	Mass percent	Impurities, mass percent		
EWP (WP)	None	N.A. <sup>b</sup>	0.5 max.	99.5 min.	Green #008000
EWCe-2 (WCe 20)	CeO <sub>2</sub>	1.8 to 2.2	0.5 max.	Balance	Grey (formerly orange) #808080
EWLa-1 (WLa 10)	La <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.8 to 1.2	0.5 max.	Balance	Black #000000
EWLa-1.5 (WLa 15)	La <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.3 to 1.7	0.5 max.	Balance	Gold #FFD700
EWLa-2 (WLa 20)	La <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1.8 to 2.2	0.5 max.	Balance	Blue #0000FF
EWTh-1 (WTh 10)	ThO <sub>2</sub>	0.8 to 1.2	0.5 max.	Balance	Yellow #FFFF00
EWTh-2 (WTh 20)	ThO <sub>2</sub>	1.7 to 2.2	0.5 max.	Balance	Red #FF0000
(WTh 30)	ThO <sub>2</sub>	2.8 to 3.2	0.5 max.	Balance	Violet #EE82EE
EWZr-1 (WZr 3)	ZrO <sub>2</sub>	0.15 to 0.50	0.5 max.	Balance	Brown #A52A2A
EWZr-8 (WZr 8)	ZrO <sub>2</sub>	0.7 to 0.9	0.5 max.	Balance	White #FFFFFF
EWG	<i>The manufacturer must identify all additions.</i>	<i>The manufacturer must state the nominal quantity of each addition.</i>	<i>0.5 max.</i>	<i>Balance</i>	<i>The manufacturer may select any color not already in use.</i>

# Electrodos de Tungsteno



Los electrodos de Tungsteno se pueden encontrar de los siguientes diámetros .020" (.5mm) hasta 1/4" (6mm), de 3" y 7" de largo.



# Afiladores de Tungstenos



## Preparación Ideal de un Electrodo de Tungsteno – Arco Estable



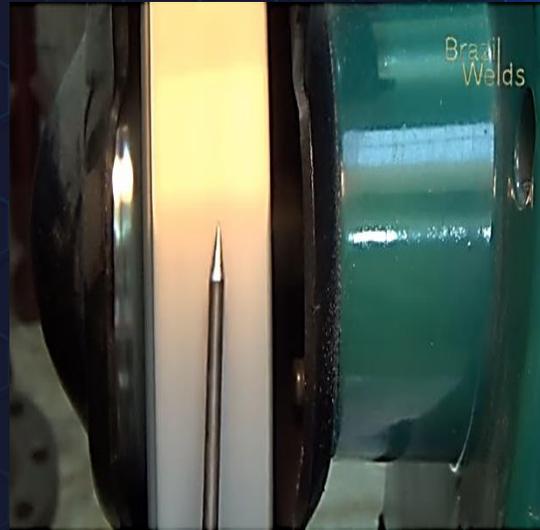
## Preparación Errónea de un Electrodo de Tungsteno – Arco Cambiante



# Afilado de Tungstenos



Esmeril de banco con piedra color verde de carburo de silicio para el afilado de Tungstenos.

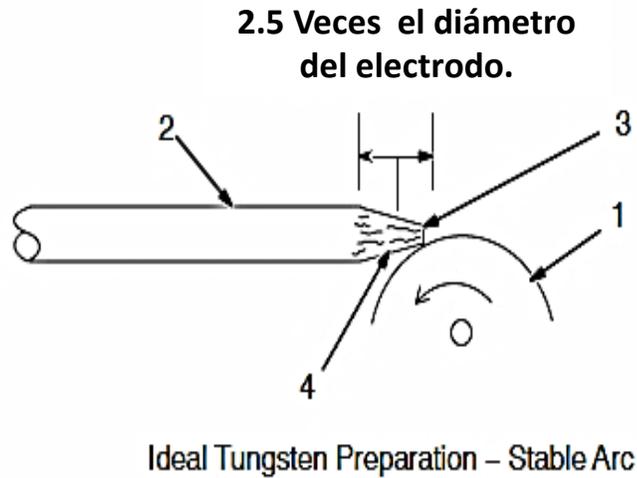
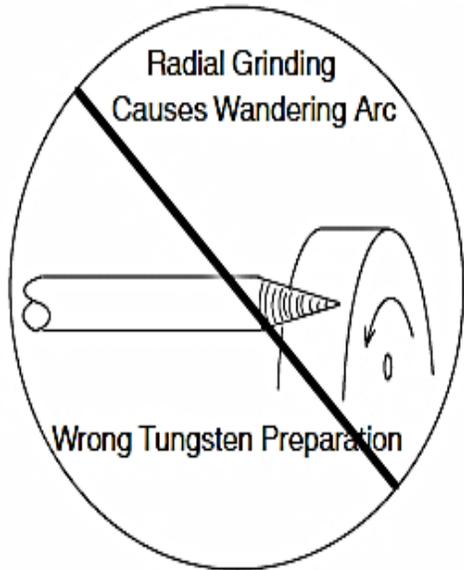


Manera correcta de afilar los Tungstenos, deben ser afilados de manera vertical siendo girados.



# Afilado de Tungstenos

Preparación de los tungstenos para soldar con corriente directa CD y corriente alterna AC.



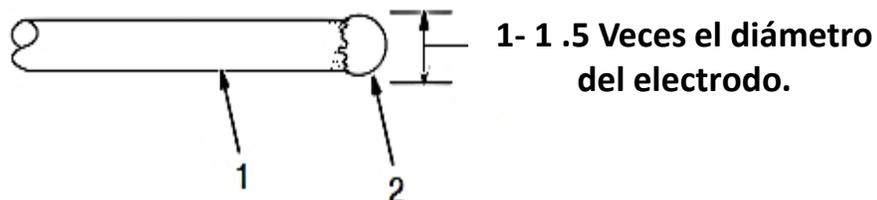
## Descripción

1. Rueda de afilar
2. Electrodo de Tungsteno
3. Planicidad
4. Afilado longitudinal, no afilado radial

## Descripción

1. Electrodo de Tungsteno
2. Punta esférica, para soldar con corriente alterna AC, generalmente usada con Tungsteno Puro (Verde).

Preparando tungsteno para soldar con corriente alterna AC.



# Características de la corriente



TIPO DE CORRIENTE	CCEN	CCEP	CA (EQUILIBRADA)
POLARIDAD DEL ELECTRODO	NEGATIVA	POSITIVA	
FLUJO DE ELECTRONES E IONES			
CARACTERSTICAS DE PENETRACIÓN			
ACCIÓN LIMPIADORA DE ÓXIDOS	NO	si	SÍ, UNA VEZ CADA MEDIO CICLO
BALANCE CALORÍFICO EN EL ARCO (APROX.)	70% EN EL EXTREMO DEL TRABAJO 30% EN EL EXTREMO DEL ELECTRODO	30% EN EL EXTREMO DEL TRABAJO 70% EN EL EXTREMO DEL ELECTRODO	50% EN EL EXTREMO DEL TRABAJO 50% EN EL EXTREMO DEL ELECTRODO
PENETRACIÓN	PROFUNDA; ANGOSTA	SOMERA; ANCHA	MEDIANA
CAPACIDAD DEL ELECTRODO	EXCELENTE p. ej. 3.2 mm (1/8 pulg) 400 A	DEFICIENTE p. ej. 6.4 mm (1/4 pulg) 120 A	BUENA p. ej. 3.2 mm (1/8 pulg) 225 A

# Recomendaciones para soldar

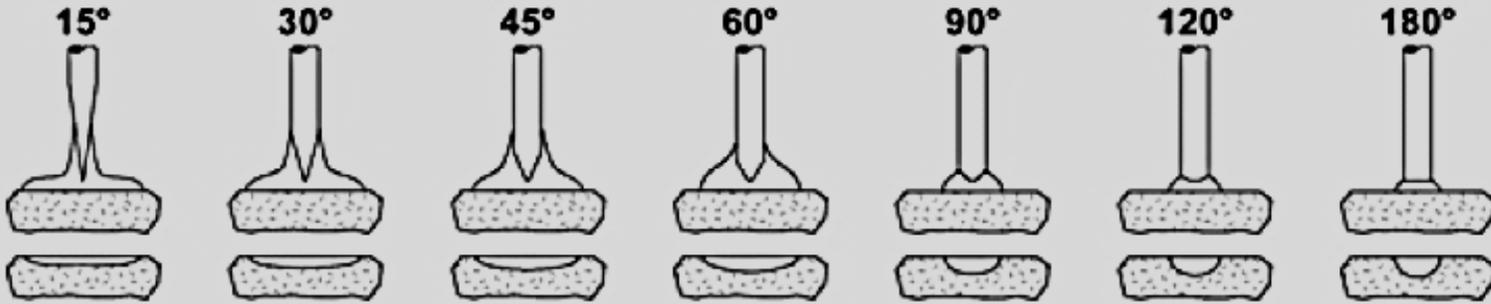
## Tipo de corriente, electrodos de Tungsteno y Gases protectores recomendados para soldar diferentes metales

Tipo de metal	Espesor	Tipo de corriente	Electrodo	Gas protector
Aluminio	Todos	CA	Puro / Zirconio	Argón / Argón-Helio
	Más de 3/16"	CDEN	Lantano / Cerio	Helio
	Menos de 1/8"	CDEP	Lantano / Cerio	Argón
Cobre y aleaciones de cobre	Todos	CDEN	Lantano / Cerio	Argón / Argón-Helio
	Menos de 1/8"	CA	Puro / Zirconio	Argón
Aleaciones de Magnesio	Todos	CA	Puro / Zirconio	Argón
	Menos de 1/8"	CDEP	Zirconio / Torio	Argón
Níquel y aleados	Todos	CDEN	Lantano / Cerio	Argón
Aceros al carbón y de baja aleación	Todos	CDEN	Lantano / Cerio	Argón
	Menos de 1/8"	CA	Puro / Zirconio	Argón
Acero Inoxidable	Todos	CDEN	Lantano / Cerio	Argón / Argón con Helio
	Menos de 1/8"	CA	Puro / Zirconio	Argón
Titanio	Todos	CDEN	Lantano / Cerio	Argón

NOTA: En el caso de utilizar Tungstenos con aleación de Torio, reemplácelos por electrodos con aleación de Lantano o de Cerio (estos materiales No son radioactivos como lo son el Torio).



# Penetración de la soldadura según elafilado del Tungsteno



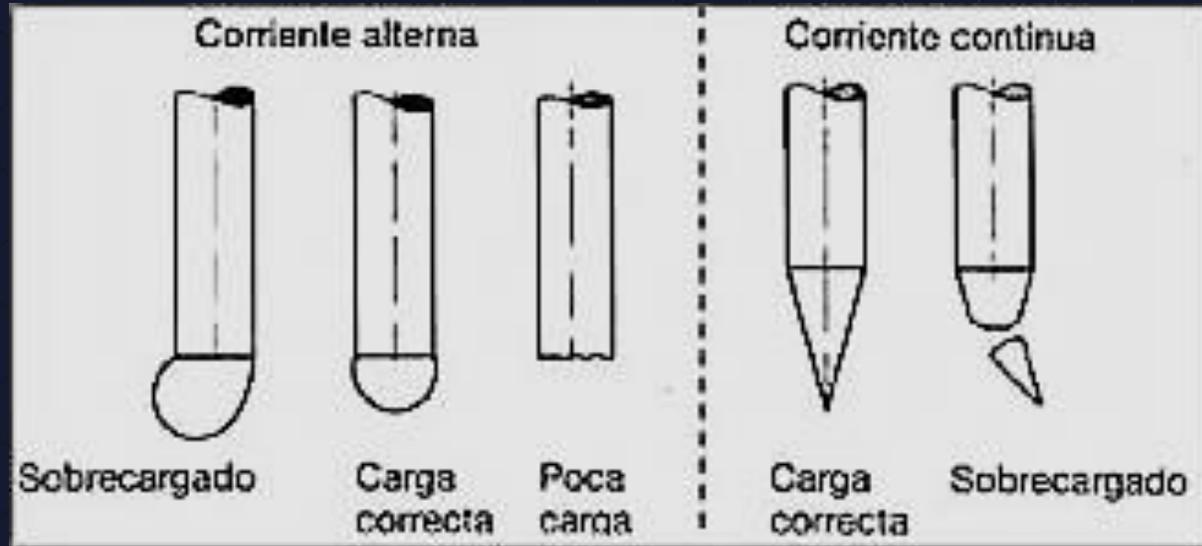
Forma del arco y perfil de la zona de la fusión en función del ángulo del electrodo

C. El perfil de la zona de fusión dependerá también de:

1. Tipo de afilado.
2. Distancia del arco.
3. El material a soldar.
4. El gas usado.



# Características del Tungsteno



- Un electrodo de diámetro delgado inicia el arco más fácilmente que uno grueso.
- Si el diámetro del electrodo es demasiado grande para un amperaje bajo, es probable que el arco se comporte inestable.
- Si el diámetro del electrodo es demasiado delgado para un amperaje alto es probable que la punta se erosione demasiado rápido.



# Rango de corriente recomendado para los Tungstenos



**Diámetros de Tungsteno y boquillas recomendados para diferentes corrientes.**

Diámetro del electrodo		Diám. int. copa de gas	Corriente continua, A		Corriente alterna, A	
			Polaridad directa <sup>b</sup>	Polaridad inversa <sup>b</sup>	Onda no balanceada <sup>c</sup>	Onda balanceada <sup>c</sup>
pulg	mm	pulg	CCEN	CCEP		
0.010	0.25	1/4	hasta 15		hasta 15	hasta 15
0.020	0.50	1/4	5-20		5-15	10-20
0.040	1.00	3/8	15-80		10-60	20-30
1/16	1.6	3/8	70-150	10-20	50-100	30-80
3/32	2.4	1/2	150-250	15-30	100-160	60-130
1/8	3.2	1/2	250-400	25-40	150-210	100-180
5/32	4.0	1/2	400-500	40-55	200-275	160-240
3/16	4.8	5/8	500-750	55-80	250-350	190-300
1/4	6.4	3/4	750-1100	80-125	325-450	325-450

# Especificación de electrodos de acero al carbón por AWS

## Varillas de aporte para aceros al carbón

Los electrodos están formados por un metal solido de acero al carbón que está revestido de una fina capa de cobre (como protección), este electrodo es depositado manualmente en el metal base (metal a soldar) a través de pequeñas gotas a una zona de metal fundido (llamado charco de soldadura) generado por la corriente de soldadura. Las varillas son de 36'' pulgadas de largo.



# Interpretación de la especificación de un electrodo GTAW

Resistencia a la tensión  
En lbs/pulg.<sup>2</sup> de metal  
depositado

Composición química

**ER 70 S - 2**

E= Electrodo  
R= Varilla

S= Electrodo Solido



# Composición química de los electrodos de acero al carbón

CLASIFICACION AWS	GAS DE PROTECCION	RESISTENCIA A LA TENSION* KSI (MPa)	LIMITE ELASTICO* KSI (MPa)	RESISTENCIA AL IMPACTO MINIMO* EN Joules a °C	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Otros
ER70S-2	<b>A r g ó n</b>	70(480)	58(400)	27 @ -30°C	0.07	0.90-1.40	0.40-0.70	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	Ti-Zr, Al
ER70S-3		70(480)	58(400)	27 @ -30°C	0.06-0.15	0.90-1.40	0.45-0.75	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--
ER70S-4		70(480)	58(400)	--	0.06-0.15	1.00-1.50	0.65-0.85	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--
ER70S-6		70(480)	58(400)	27 @ -34°C	0.06-0.15	1.40-1.85	0.80-1.15	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--
ER70S-7		70(480)	58(400)	27 @ -34°C	0.07-0.15	1.50-2.00	0.50-0.80	0.025	0.035	0.15	0.15	0.15	0.50	--



# Características de los electrodos de acero al carbón

**ER70S-2.** Se utiliza para hacer soldaduras de un pase o múltiples pasadas en metales de relleno se utilizan ampliamente para producir alta calidad, soldaduras de alta resistencia con el proceso GTAW. Puede usarse en uniones de raíz abierta sin protección de gas de respaldo. Las especificaciones típicas para estos aceros son ASTM A 36, A285-C, A 515-55,

**ER70S-3.** Están destinados para las soldaduras de un solo pase y de múltiples pasadas. Las especificaciones de metales base típicos son las mismas que las de la clasificación ER70S-2. Electrodo ER70S-3 en su clasificación son los más ampliamente utilizados.



# Parámetros para soldar GTAW

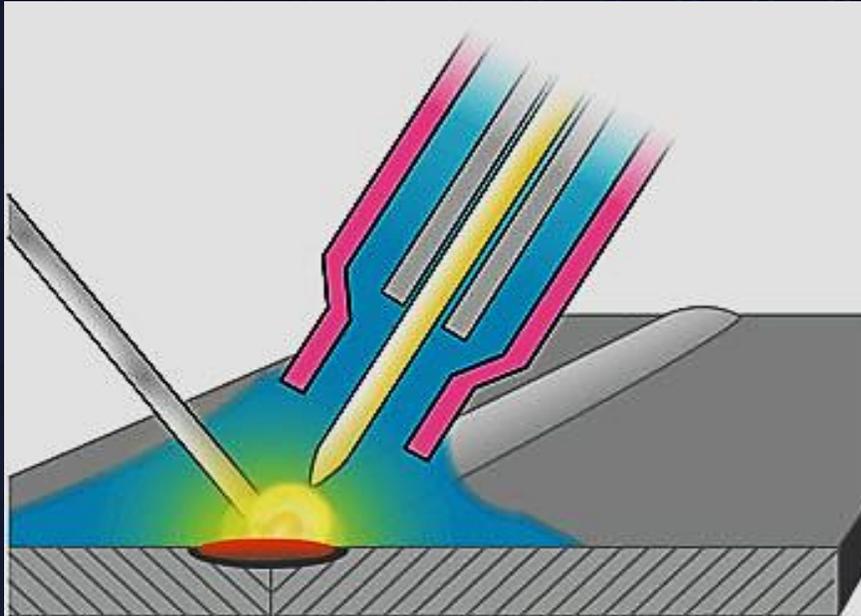
Espesor Metal	Diámetro Electrodo Tungsteno	Diámetro Varilla Aporte (*)	Amperaje (-)	Gas Tipo	Protector Flujo p.c./hr.
<b>ALUMINIO .... SOLDADURA MANUAL CORRIENTE ALTERNA -- ALTA FRECUENCIA</b>					
1/16"	1/16"	1/16"	60 - 100	Argón	15
1/8"	3/32" - 1/8"	3/32"	120 - 160	Argón	20
3/16"	1/8" - 5/32"	1/8"	180 - 240	Argón	20
1/4"	5/32" - 3/16"	3/16"	240 - 320	Argón	25
<b>ACERO INOXIDABLE .... SOLDADURA MANUAL - CORRIENTE DIRECTA -- ALTA FRECUENCIA</b>					
1/16"	1/16"	1/16"	40 - 70	Argón	15
1/8"	3/32"	3/32"	65 - 110	Argón	15
3/16"	3/32"	1/8"	100 - 150	Argón	20
1/4"	1/8"	5/32"	135 - 180	Argón	20
<b>ACERO DULCE .... SOLDADURA MANUAL CORRIENTE DIRECTA -- POLARIDAD DIRECTA</b>					
1/16"	1/16"	1/16"	60 - 90	Argón	15
1/8"	1/16" - 3/32"	3/32"	80 - 115	Argón	15
3/16"	3/32"	1/8"	115 - 170	Argón	20
1/4"	1/8"	5/32"	160 - 210	Argón	20



# Sujetador para varillas de aporte



# Protección del gas en la soldadura



El propósito principal de la protección del gas es desplazar el aire de la zona de soldadura para así protegerla del Oxígeno y Nitrógeno del ambiente, ocasionantes de la porosidad en los cordones de soldadura, las cuales comprometen las propiedades de la soldadura y del electrodo de Tungsteno.



# Gases de protección en la soldadura

Los gases más utilizados en la soldadura TIG son:

**El Argón (Ar)** es el gas protector más utilizado para soldadura GTAW aporta menos calor que el helio, con corriente alterna es muy superior al Helio.

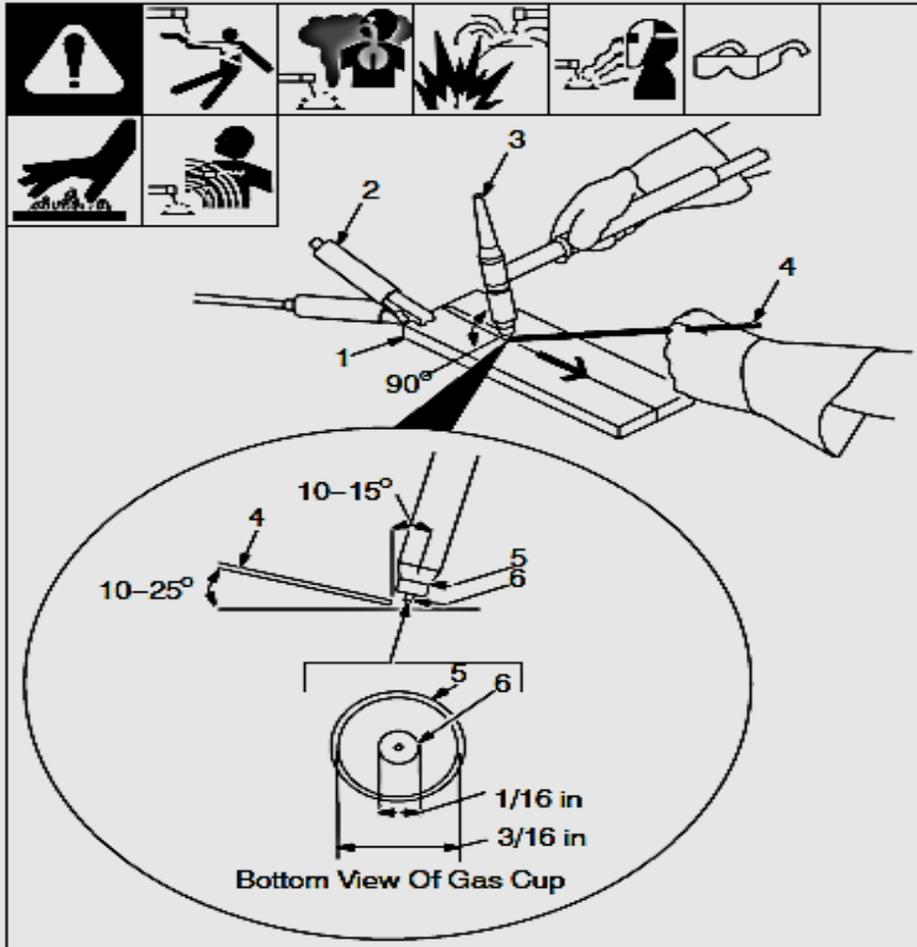
**El Helio (He)** se utiliza normalmente para soldar aluminio con corriente DCEN en las últimas décadas ha disminuido mucho su consumo por su alto costo, este gas se utiliza en mezcla con el Argón para soldar materiales de espesores gruesos (el Helio produce más calor que el Argón).

## Mezclas de gases

Pueden usarse mezclas de gases como **Argón con Helio** y en mezclas especiales, también se puede usar Argón con Hidrogeno.



# Recomendaciones para soldar

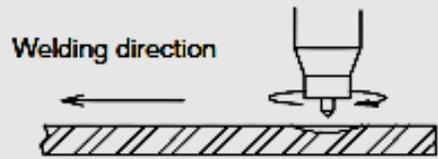


1. Pieza de trabajo
2. Pinza de masa (tierra)
3. Antorcha de soldar TIG
4. Varilla de aporte (Soldadura)
5. Boquilla de cerámica
6. Electrodo de Tungsteno

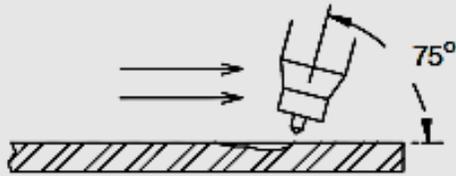


# Recomendaciones para soldar

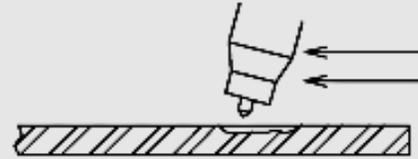
## Soldadura sin material de aporte (por fusión)



Formando del charco

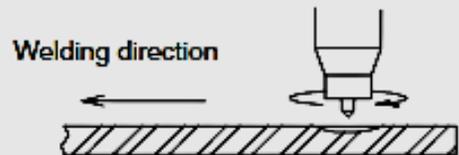


Inclinación de la antorcha

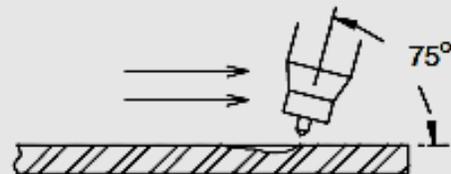


Mover la antorcha hacia enfrente.

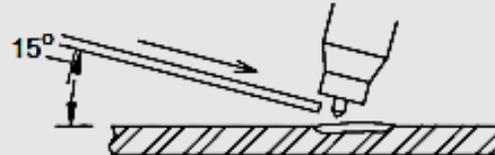
## Soldadura con material de aporte



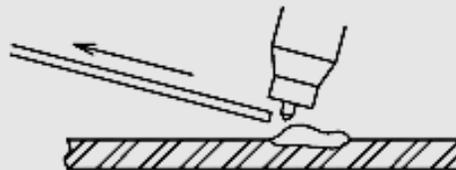
Formando el charco



Inclinación de la antorcha



Introducir metal de aporte



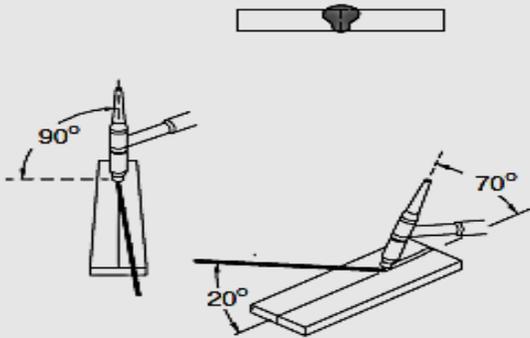
Remover metal de aporte



Mover hacia enfrente y repetir proceso

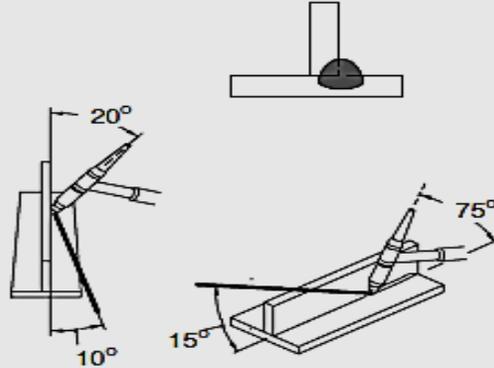
# Recomendaciones para soldar

Butt Weld And Stringer Bead



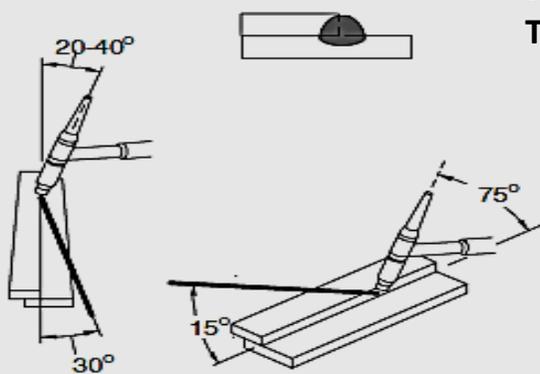
Union a Tope

"T" Joint



Union en T

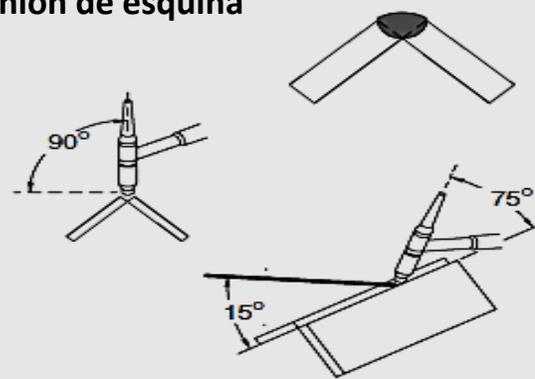
Lap Joint



Union de Traslape

Union de esquina

Corner Joint



# Ventajas y desventajas del proceso GTAW

## VENTAJAS

- Produce cordones de soldadura de muy buena calidad, generalmente libres de defectos.
- Cordones libres de salpicadura como lo ocurre con otros procesos.
- Pueden hacerse cordones con aporte o sin aporte.
- Ofrece un control excelente en la penetración de las pasadas de raíz.
- Puede producir soldaduras autógenas económicas de altas velocidades.
- Se puede automatizar.

## DESVENTAJAS

- Tazas de depósitos más bajas que con otros procesos.
- El soldador requiere más habilidad para soldar.
- Para espesores mayores a 3/8" resulta menos económico que con otros procesos.
- Requiere mayor limpieza.
- Es difícil proteger de zona donde hay fuerte viento.
- Pueden presentarse incrustaciones de Tungsteno.



# Preguntas ?





La tienda de los expertos.

Curso Teórico- Práctico Demostrativo  
**Soldadura TIG**

**Gracias.**

