

## **ELECTRODOS NO CONSUMIBLES**

---

La misión del electrodo en este proceso es únicamente la de **mantener el arco sin aportar material al baño de fusión**. Por este motivo y para evitar su desgaste, es muy importante que posea una alta temperatura de fusión. Esta es la razón por la que, cuando se emplea corriente continua, el electrodo se suele conectar al polo negativo, pues el calor generado en el extremo es inferior y permanece más frío que si conectase al polo positivo. Además **los electrodos de wolframio**, al **trabajar cerca de su temperatura de fusión**, se vuelven termoiónicos, es decir **emiten electrones mejorando la conductividad eléctrica**.

### **Tipos de Electrodos**

Al principio los electrodos fueron de wolframio puro, pero posteriormente se pudo comprobar que al añadir a este metal, **óxidos de torio o de zirconio aumenta la emisividad, incrementándose el flujo de electrones**, favoreciéndose el encendido y reencendido del arco y, como consecuencia, su estabilidad.

Además, estos elementos **permiten utilizar mayores intensidades de corriente**, pues **elevan el punto de utilización del electrodo**. De esta forma se evita el fenómeno de desgaste del electrodo de wolframio puro que, adicionalmente, contaminaría el baño de fusión.

Los **diámetros más utilizados son 1, 1.6, 2.4, 3.2 mm**. También existen diámetros de 2, 4, 4.8, 5 y 6.4 mm. La **longitud estándar** de estos electrodos es de **150 mm**.

<i>Tipo</i>	<i>Características</i>
<b>Volframio Puro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuesto de wolframio puro, cuyo punto de fusión es de 3400 °C aproximadamente.</li> <li>• Es necesario que el extremo del electrodo sea redondeado.</li> <li>• Se utiliza fundamentalmente con corriente alterna en el soldeo del aluminio y sus aleaciones, ya que con corriente alterna los electrodos de wolframio puro mantienen la punta de electrodo en buenas condiciones y esto permite una buena estabilidad del arco.</li> <li>• Pueden utilizarse con corriente continua, pero los electrodos de wolframio puro no tienen la facilidad de cebado ni la estabilidad de los electrodos con torio en corriente continua.</li> </ul>



<p><b>Volframio Aleado con Torio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El punto de fusión de esta aleación es de 4000 °C aproximadamente</li><li>• Es necesario que el extremo del electrodo esté afilado.</li><li>• Se utiliza en el soldeo con corriente continua de aceros al carbono, baja aleación, inoxidable, cobre, titanio, etc., no suelen utilizarse en corriente alterna porque es difícil mantener la punta del electrodo en la forma adecuada con este tipo de corriente.</li><li>• El precio de esos electrodos resulta de un 10 a un 15 % superior a los de volframio puro.</li><li>• El contenido de torio conlleva una mayor emisividad (incremento del flujo de electrones), mejor cebado, mayor resistencia a la contaminación y proporciona un arco más estable.</li></ul>
<p><b>Volframio con Lantano o Cerio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se pueden utilizar en los mismos casos que los electrodos con torio, con la ventaja de que ni el cerio ni el lantano son radiactivos mientras que el torio sí lo es.</li><li>• El lantano y el cerio aumentan la emisión de electrones, incrementándose la estabilidad del arco y la capacidad de conducción de corriente.</li></ul>
<p><b>Volframio Aleado con Circonio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El punto de fusión de esta aleación es de 3800 °C aproximadamente.</li><li>• Tiene unas características intermedias entre los electrodos de volframio puro y los de volframio con torio.</li><li>• Se utilizan con corriente alterna y corriente continua , pero son más usuales en corriente alterna ya que combinan las características de estabilidad del arco y punta adecuada típicas de los electrodos de volframio puro, con la facilidad de cebado y la permisibilidad de mayores intensidades de los electrodos aleados con torio. Se utiliza en el soldeo de materiales ligeros como aluminio y magnesio y para minimizar los riesgos de inclusiones de volframio.</li></ul>

## Simbolización

La simbolización de los electrodos de wolframio, sigue la **Norma UNE 14208** (EN 26848) y la **Norma AWS-A5.12**:

- **Primera letra:** caracterización del **componente principal, wolframio**.
- **Segunda letra:** **adiciones de óxido**. La letra elegida es la **inicial del elemento** que forma el **óxido** adicionado. El **número** corresponde al **contenido medio de óxido multiplicado por diez**.

Los electrodos deben marcarse de acuerdo según su composición, con uno o dos anillos que se situarán en uno de los extremos y el color dependerá del tipo de electrodo. El ancho del anillo será igual o superior a 3 mm.

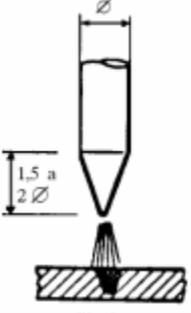
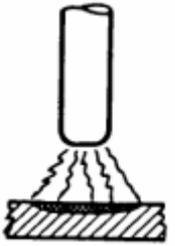
<i>Número de Anillos</i>	<i>Tipo de Electrodo</i>
Uno	Normales
Dos	Compuestos

<i>Símbolo</i>	<i>Composición</i>			<i>Color de Identificación</i>	<i>Equivalencia con la Simbolización AWS</i>
	<i>Naturaleza del Óxido Adicionado</i>	<i>%</i>	<i>Contenido de Wolframio Mínimo</i>		
WP	--	--	99,8	verde	EWP
WT4	ThO <sub>2</sub>	0,35 a 0,55	resto	azul	EWTh-3
WT10	ThO <sub>2</sub>	0,80 a 1,20	resto	amarillo	EWTh-1
WT20	ThO <sub>2</sub>	1,70 a 2,20	resto	rojo	EWTh-2
WT30	ThO <sub>2</sub>	2,80 a 3,20	resto	violeta	
WT40	ThO <sub>2</sub>	3,80 a 4,20	resto	naranja	
WZ3	ZrO <sub>2</sub>	0,15 a 0,50	resto	marrón	EWZr-1
WZ8	ZrO <sub>2</sub>	0,70 a 0,90	resto	blanco	
WL10	LaO <sub>2</sub>	0,90 a 1,20	resto	negro	EWLa-1
WL20	CeO <sub>2</sub>	1,80 a 2,20	resto	gris	EWCe-2 (Naranja)

### Acabado del Extremo

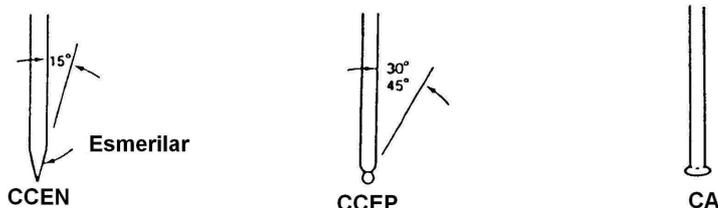
La forma del extremo del electrodo es muy importante pues, si no es la correcta, existe el riesgo de que el arco eléctrico sea inestable.

Es preferible seleccionar un electrodo tan fino como sea posible, con objeto de concentrar el arco y obtener de este modo un baño de fusión reducido y mayor penetración.

<i>Acabados del Extremo del Electrodo</i>	<i>Características</i>
<b>Bien Afilado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arco muy estable.</li> <li>• Calor puntual.</li> <li>• Buena penetración.</li> </ul> 
<b>Mal Afilado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arco errático.</li> <li>• Baño muy ancho.</li> <li>• Poca penetración.</li> </ul> 
<b>Muy Puntigudo</b>	<p>Peligro de inclusiones de tungsteno.</p> 

### Variaciones de la Geometría en el Extremo del Electrodo

Dependiendo del tipo de corriente que se utiliza en el proceso de soldeo, el extremo debe tener una geometría dada:

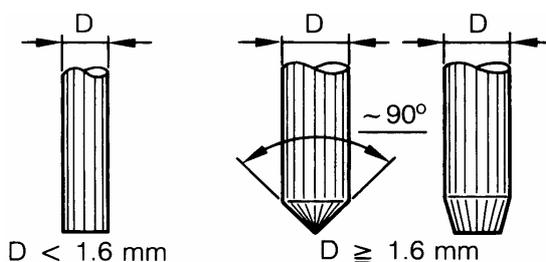
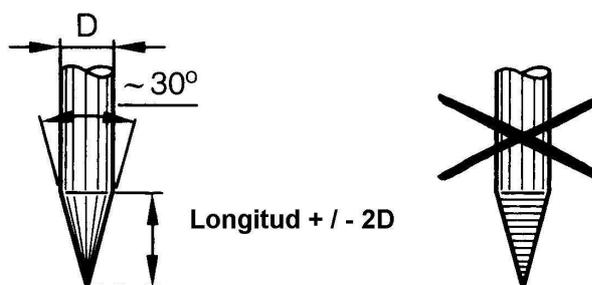


- **CCEN:** Corriente continua: polaridad directa.
- **CCEP:** Corriente continua: polaridad inversa.
- **CA:** Corriente alterna.

### Punta del Electrodo

Los **electrodos para soldeo con corriente continua deben tener punta**. Es importante que el amolado se efectúe correctamente, éste debe hacerse en la dirección longitudinal del electrodo. Una longitud correcta de la punta del electrodo es dos veces el diámetro de éste. El extremo puntiagudo en exceso del electrodo debe ser eliminado por la piedra de amolar pues existe riesgo de que se funda y se incorpore al baño de fusión.

Cuando se utiliza el amolado para conseguir la geometría adecuada del electrodo, deberá realizarse con una rueda o cinta abrasiva de grano fino y que sólo se utilice para la preparación de electrodos de wolframio, evitándose de esta forma su contaminación.



En el soldeo **con corriente alterna**, el **extremo de la punta debe estar ligeramente redondeado**. La punta se redondea por sí sola si el electrodo es cuidadosamente sobrecargado, haciéndose innecesario amoldarla.

En la siguiente tabla se resume el tipo de corriente a utilizar, la geometría del extremo y la aplicación de los diferentes electrodos de wolframio.



<i>Tipo de Electrodo</i>	<i>Tipo de Corriente</i>	<i>Aplicación Común</i>	<i>Geometría del Extremo del Electrodo</i>
<b>Volframio Puro</b>	c.a.	Aluminio y magnesio	Redondeada
<b>Volframio con Torio o Volframio con Cerio o con Lantano</b>	c.c.	Aceros al carbono, baja aleación, inoxidable, cobre, titanio	Afilado
<b>Volframio con Circonio</b>	c.a. (generalmente) c.c.	Aluminio y magnesio con c.a. Aceros, cobre, titanio con c.c.	Redondeada con c.a. Afilada con c.c.

### **Contaminación del Electrodo**

El electrodo utilizado en el soldeo puede contaminarse debido a diferentes causas.

<i>Tipo de Contaminación</i>	<i>Causa</i>	<i>Soluciones</i>
<b>Por el Metal de Soldadura o el Metal de Aportación Fundidos</b>	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.
<b>Por el Aire</b>	Longitud libre del electrodo de volframio 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.
<b>Por Agua</b>	Fugas en la refrigeración.	Eliminar las fugas.
	Condensación del agua atmosférica en la tobera.	Utilizar agua templada.