

OPERACIONES DE SOLDADURA

ANTES DE SOLDAR CONSULTE LAS NORMAS ICONTEC 3250 Y 4066.

El término de soldadura se aplica a la unión de piezas, generalmente metálicas, a base de calor y / o presión directamente sobre las superficies a unir o utilizando un tercer elemento plástico o metálico fundido entre ellas. Existen diferentes tipos de soldadura:

1. SOLDADURA DE ESTAÑO: El estaño es un metal utilizado como aportante, es decir, aquel que se funde entre las piezas y por tanto no es un tipo de soldadura como tal, sino un coadyuvante que puede ser fundido por llama directa o inducción por electricidad.

Soldadura por arco eléctrico: El arco se establece entre un electrodo y las piezas a soldar, conectados a una fuente de corriente alterna o continua. La temperatura cuando las piezas llegan a juntarse alcanza los 4.000 °C aproximadamente. Generalmente, es necesario añadir metal fundido a la unión por medio de la fusión del propio electrodo (proceso por electrodos consumibles) o bien por la fusión de una varilla de aportación independiente que no está conectada a la corriente (proceso por electrodos no consumibles).

Dentro de las soldaduras de arco se encuentran las de arco protegido con un gas inerte como argón o helio.

Las soldaduras de arco protegido mas comunes son la MIG (Mineral Inert Gas) cuyo electrodo es consumible; la MAG (Metal Active Gas) que utiliza CO₂ como gas protector, y la TIG (Tungstein Inert Gas) cuyo electrodo es de Tungsteno no consumible al cual se debe agregar el metal aportante.

1.1. Prevenciones generales

- **Seguridad eléctrica:** Aunque las tensiones son bajas, las intensidades de soldadura son altas, por lo que no debe ignorarse el posible riesgo de un choque eléctrico, especialmente en espacios reducidos o en posiciones inseguras. Antes de que la soldadura comience, deben verificarse todas las conexiones para garantizar su calidad y capacidad incluyendo conexiones a tierra necesarias. La zona de trabajo debe estar seca, libre de obstrucciones peligrosas y poseer una ventilación adecuada.
- **Prevenciones contra incendios:** Debe prestarse especial atención a los tabiques, suelos, objetos o residuos y, además, todo el material combustible debe eliminarse o protegerse adecuadamente con chapa o planchas de materiales no combustibles, por ejemplo, hierro. Verifique que en el lugar no hay vapores inflamables. Las estructuras de madera o plástico deben evitarse. No permita que pasen personas, equipos o vehículos por la zona; esta debe estar totalmente señalizada y demarcada con acceso restringido. No deje los equipos conectados mientras no se estén usando. El material inflamable existente en las salas adyacentes o en los sótanos debe trasladarse a una posición segura. Siempre deben estar a mano equipos contra incendio adecuados. Los extintores de incendio de polvo seco o anhídrido carbónico resultan satisfactorios.
- **Protección contra lesiones en los ojos y riesgos de quemaduras:** Pueden producirse quemaduras en los ojos y otras partes del cuerpo expuestas, como consecuencia de salpicaduras de partículas de metal incandescentes. La luz brillante emitida por un arco eléctrico contiene una elevada proporción de radiación ultravioleta, que puede producir una conjuntivitis dolorosa.

1.2. Precauciones relacionadas con el uso del estaño

Este material puede contener pequeñas trazas de otros elementos como hierro, níquel, cromo, carbono, manganeso, silicona, etc., siendo su contenido de estaño superior al 99%. Es un producto estable químicamente, debe evitarse el contacto con ácidos, puede generar óxidos metálicos o monóxido de carbono como productos peligrosos de descomposición.

Este tipo de material en su presentación física normal no representa un riesgo importante para la salud, **solamente cuando es utilizado en la soldadura y pueden llegar a inhalarse el polvo o los humos desprendidos por el proceso.**

La toxicidad de los compuestos inorgánicos de estaño es generalmente baja. La exposición a sus polvos o humos puede resultar en una neumoconiosis benigna llamada estañosis, sin que se le puedan asociar daños a los tejidos o disfunción pulmonar.

En la manipulación de este producto es recomendable evitar el contacto prolongado con la piel, porque puede generar irritación y dermatitis.

Durante el proceso de soldadura se debe proveer la suficiente ventilación. En el caso de que ocurran emisiones al aire, como polvo o humos, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Antes de iniciar cualquier operación de alto riesgo (como la soldadura) se debe diligenciar el **permiso de trabajo seguro**, para garantizar que se cumplen todas las condiciones de seguridad establecidas por la empresa.
2. Evite respirar estos polvos o humos.
3. Evalúe la posibilidad de implementar mecanismos para minimizar estas emisiones.
4. Mantenga libres las áreas de trabajo. No acumule materiales.
5. No fume en el área.
6. No consuma alimentos o bebidas en el sector de trabajo.
7. **Use el equipo de protección personal adecuado (como el recomendado en el capítulo 3).**
8. Cambie la ropa contaminada al terminar el trabajo.

2. SOLDADURA OXIACETILÉNICA O SOLDADURA AUTÓGENA

En la soldadura autógena, el soporte oxiacetilénico, generalmente de tipo manual, se alimenta con oxígeno o con aire y un gas combustible, mezclándose ambos componentes antes de que se produzca la combustión en la propia boquilla del soplete. El calor funde las superficies metálicas de las piezas a soldar, produciéndose la unión de las mismas.

2.1. Prevenciones generales

- **Prevenciones contra explosión:** Debido a que pueden producirse explosiones cuando existe gas acetileno en el aire en proporciones comprendidas entre 2 y 80 %, son esenciales una adecuada ventilación y una vigilancia para garantizar que no haya fugas de gas.
- Nunca debe desprenderse oxígeno dentro de un espacio cerrado. Muchos metales, ropas y otros materiales llegan a transformarse en combustibles activos en presencia de oxígeno. En oxicorte, el oxígeno no consumido se desprende a la atmósfera. Nunca debe instalarse un equipo de oxicorte dentro de un espacio cerrado sin una ventilación adecuada.

- **Protección contra el calor y los riesgos de quemaduras:** También pueden producirse quemaduras en los ojos y otras partes del cuerpo expuestas. Las radiaciones intensas procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura pueden ocasionar molestias a las personas cercanas a la operación.

Precauciones relacionadas con los materiales involucrados:

El acetileno es un gas **extremadamente inflamable** que tiene un amplio intervalo de inflamabilidad: 2.3% a 85% en mezcla con aire y posee la particularidad de descomponerse en forma violenta cuando es sometido a presiones superiores a 29 PSI o temperaturas sobre 300°C. Por lo anterior, el acetileno debe ser envasado en cilindros especiales en un solvente, usualmente acetona. Estos cilindros son llamados acumuladores de acetileno.

Por su parte, el oxígeno es un gas comburente, es decir, que ayuda y activa los procesos de combustión; por esta razón es importante no almacenar cilindros con oxígeno, en lugares cercanos a materiales líquidos inflamables o combustibles.

Por las anteriores características de cada uno de los productos, es muy riesgoso y no se recomienda el trabajo de soldadura de oxiacetileno bajo la radiación de calor; debe tenerse en cuenta que el incremento de la temperatura aumenta la presión interior de los cilindros y por ende el riesgo de explosión. Sin embargo, es indispensable que el equipo de soldadura permanezca cerca de la fuente de calor, entonces, deben tomarse como medidas preventivas las siguientes:

- ❖ Proteja los cilindros de oxígeno y acetileno de la radiación del calor, para tal fin puede adecuarse un lugar colocando una cubierta para evitar los rayos solares y descansar los cilindros sobre una base en material no combustible o sobre un carro para transportar cilindros; el lugar seleccionado debe ser preferiblemente abierto y alejado del área de trabajo y de las vías de entrada o salida.
- ❖ Procure que los cilindros se mantengan lo más alejados posible de cualquier fuente de ignición incluyendo el soplete mismo del equipo (calor, chispas, llamas, electrostática, etc.).
- ❖ Mantenga los cilindros a la distancia adecuada para realizar la operación. Siga todas las recomendaciones del proveedor.
- ❖ Verifique que la temperatura que llega a los cilindros después de la barrera protectora, no se exceda de 35 °C (aplica para los cilindros con aislamiento de calor).
- ❖ Aleje los líquidos inflamables (gasolina, thinner, varsol, ACPM) y cualquier otro tipo de material combustible (papel, cartón, plásticos, caucho, etc.).
- ❖ Nunca manipule los cilindros de oxígeno con las manos engrasadas o sucias. La grasa puede arder al contacto con el oxígeno desencadenando una explosión.
- ❖ Verifique que exista una adecuada ventilación en el área de soldadura.
- ❖ Inspeccione periódicamente los cilindros para cerciorarse de que no hay fugas.
- ❖ Mantenga a mano y en buen estado aparatos contra incendio. El material apropiado para extinguir un incendio de éste tipo puede ser: polvo químico seco o anhídrido carbónico.
NUNCA AGUA.
- ❖ Verifique que los reguladores de los cilindros se encuentren en buen estado y utilice el que sea específico para cada gas. Así, por ejemplo, un regulador de acetileno no debe utilizarse para propano.
- ❖ Limpie periódicamente los sopletes y verifique su buen estado.
- ❖ Almacene separadamente el oxígeno del acetileno y colóquelos sobre una base rodante o cualquier otro sistema que permita desplazarlos fácilmente sin dañarlos.

- ❖ Se recomienda que el lugar para el almacenamiento de los gases sea resistente al fuego y alejado de productos combustibles e inflamables; así mismo debe ser señalizado.
- ❖ Tanto en almacenamiento como en operación, mantenga siempre los cilindros bien asegurados contra cualquier movimiento y en posición vertical.
- ❖ Observe cuidadosamente el código de colores establecido para identificar los cilindros y su contenido. Así, el color rojo cereza para el acetileno y el verde para el oxígeno.

3. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los elementos de protección personal son indispensables en los trabajos con soldadura aunque son complementarios al uso de pantallas, extractores, puestas a tierra y todo tipo de controles de ingeniería necesarios para disminuir los riesgos. Sin embargo, por mas control que haya dentro de las áreas, **el personal siempre estará expuesto a las quemaduras, la radiación y a los humos, por lo que se requiere protección personal:**

La excesiva exposición al calor y la radiación ultravioleta pueden originar aumento de la temperatura y quemaduras en la piel. En esta clase de operaciones debe utilizarse ropa que proporcione la suficiente protección contra el calor:

3.1. Cara y vías respiratorias

- ◇ El respirador **full-face** (máscara completa) con línea de suministro de aire **es apto para zonas de calor elevado** y con poca ventilación, protege de emisiones de vapor a altas temperaturas y a su vez proporciona atmósfera refrescante.
- ◇ Si el riesgo de quemadura o golpe por la proyección de partículas es muy elevado, se puede requerir el uso de careta de soldador adicional al respirador de máscara completa.
- ◇ La careta de soldador o casco especial, **equipados con el correcto grado de filtración (hasta 14 tonos)**, dan resultados satisfactorios para proteger los ojos del calor y de la luz irradiada por la operación. Las tapas protectoras de los vidrios de color para las gafas de soldar deben limpiarse cuando sea necesario y reemplazarse cuando se rayen o se deterioren.

3.2. Guantes

Para este tipo de protección puede optarse por varias opciones, dependiendo del grado de calor al que se deba exponer el trabajador:

- ◇ Guantes para soldador, elaborados en cuero o carnaza; algunos fabricantes los cosen con hilos de Kevlar para darle mayor resistencia ante el calor. Son los de mayor uso para este tipo de actividades.
- ◇ Guantes Kevlar (Marca Registrada), resistentes hasta 800 °F (426,6 °C), por periodos cortos de tiempo alcanzan a resistir 1.000 °F (537.7 °C).
- ◇ Guantes Zetex (Marca Registrada), resisten 1.100-1.500 °F (593.3 - 815.5 °C) y por periodos cortos de tiempo alcanzan a resistir hasta 2.000 °F (1093.3 °C).

3.3. Traje

El traje debe ofrecer una adecuada protección contra chispas y flamas. **Además el operario no debe trabajar con la ropa sintética, manchada de grasa, disolventes o cualquier otra**

sustancia inflamable. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello y que el traje no lleve bolsillos ni dobladillos para evitar la retención de chispas..

De preferencia se deben elegir overoles en materiales resistentes a la flama. A continuación se relaciona el conjunto de traje sugerido para las labores de soldadura:

- ◇ Abrigo y pantalón termorresistente con acabado en aluminio, que reflejan una alta proporción del calor radiante.
- ◇ **Vestimenta ignífuga:** overol en algodón satén (protege de chispas, llama y calor). Actualmente se pueden adquirir en el mercado materiales como el Nomex® Aramid®, resistente a las flamas y a las chispas; Indura Proban®, fabricado en algodón 100% resistente a las flamas; y Tuffweld® hecho en fibras sintéticas.
- ◇ Cuando se emite material fundido o partículas calientes se debe utilizar delantal de cuero.



Overol fabricado en Nomex® Aramid Resistente a flamas y chispas¹

Todos los elementos de protección deben inspeccionarse periódicamente para verificar su buen estado de tal forma que ofrezcan la protección adecuada.

3.4. Calzado de seguridad

Para las labores de soldadura se recomienda usar calzado de seguridad tipo bota en cuero con suela antideslizante.

El tipo de labores adicionales que se van a desempeñar, además de las operaciones de soldadura, influye en la selección del diseño de la bota. En lugares de trabajo donde se manejan cargas de menos de 25 kg de peso, transportadas manualmente sin ayuda mecánica, se recomienda que la bota tenga puntera de acero para disminuir el riesgo de sufrir golpes en los pies por caídas de objetos pesados. En labores donde el peso de los objetos es mucho mayor, como por ejemplo en construcción o minería, se recomienda eliminar la puntera porque las botas no resisten tanto peso y este elemento puede convertirse en un peligro mayor. Se han reportado casos en los que la puntera se enterró o amputó parte de los pies del trabajador.

¹ Fotografía tomada de catalogo www.labsafety.com

En todo caso se recomienda usar, junto con las botas, polainas de cuero como protección adicional contra chispas y metales calientes.

4. SELECCIÓN DE PROTECCIÓN VISUAL

Los filtros de las pantallas de soldadura son elementos que sirven para proteger la vista de las radiaciones nocivas que producen los procesos de soldadura. Éstos deben proteger de los rayos UV producidos por el arco eléctrico y de las radiaciones visibles producidas por la fusión de metales en la soldadura a la llama y en el oxicorte. Deben estar certificados por la norma NTC 1836, y así debe constar mediante un grabado en el propio filtro junto con el marcado CE.

La calidad óptica y la coloración verdosa permiten una visión sin distorsiones e impiden el cansancio de la vista en todos los procesos de soldadura y corte.

Los cubrefiltros colocados en la parte anterior del filtro están destinados a prolongar la vida útil del filtro. Pueden ser incoloros o con tratamiento específico anticalórico, pero en cualquier caso deben estar certificados bajo la Norma NTC 1836. Ésta debe encontrarse grabada en el propio cubrefiltro junto con la marca CE.

Para obtener la protección necesaria ha de utilizarse la tonalidad de cristal adecuada a cada proceso de soldadura y corte, según detallamos en la siguiente tabla:

Debe exigirse la utilización de protección ocular a todo el personal que este efectuando directamente tareas en las que se emplee cualquier sistema de soldadura u oxicorte.

4.1 Procesos de soldadura a la llama. Soldadura fuerte de los metales pesados. Elección del cristal adecuado

La elección del tono del cristal dependerá en este caso de la cantidad de acetileno que se utilice durante el proceso de soldadura.

En la tabla siguiente se indica el tono de cristal adecuado para cada caudal de acetileno.

CAUDAL DEL ACETILENO EN LITROS / HORA	Nº DEL CRISTAL
INFERIOR A 40	TONO 4
INFERIOR A 40	TONO 5
DE 40 A 70	TONO 6
DE 70 A 200	TONO 7
DE 200 A 800	TONO 8
SUPERIOR A 800	TONO 9

Fuente: Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Politécnica de Valencia

4.2 Procesos de soldadura mediante arco eléctrico

En la soldadura eléctrica, el tono del cristal dependerá de la intensidad de la corriente con la que se esté trabajando, y del tipo de soldadura y electrodo que se vaya a utilizar. La siguiente tabla sirve para orientar la elección del cristal:

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE EN AMPERIOS	CORTE AL PLASMA	ELECTRODOS ENVUELTOS	MIG SOBRE METALES PESADOS	MIG SOBRE ALEACIONES LIGERAS	TIG TODOS LOS METALES	MAG	CON ARCO/AIRE LABRADO	SOLDADURA AL PLASMA
0,25								TONO 2,5
0,5								TONO 3
0,75								TONO 4
1								TONO 5
2,5								TONO 6
5								TONO 7
10								TONO 8
15								TONO 9
20		TONO 8						TONO 9
30								TONO 10
40		TONO 9						TONO 11
60								TONO 11
80		TONO 10					TONO 9	
100	TONO 11		TONO 10			TONO 12		TONO 12
125		TONO 11				TONO 10		
150			TONO 11	TONO 11		TONO 11		
175							TONO 10	TONO 13
200				TONO 12		TONO 13	TONO 12	
225	TONO 12						TONO 11	
250		TONO 12	TONO 12				TONO 12	
275				TONO 13		TONO 13		
300								TONO 14
350	TONO 13				TONO 14		TONO 13	
400						TONO 14	TONO 14	
450		TONO 13	TONO 13	TONO 14				
500						TONO 15	TONO 15	TONO 15
525		TONO 14	TONO 14	TONO 15				

Fuente: Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Politécnica de Valencia

4.3 Oxicorte manual con seguimiento de un trazado

En las operaciones de oxicorte el tono del cristal a elegir dependerá del diámetro del orificio o boquilla del soplete de corte.

DIAMETRO DEL ORIFICIO DE CORTE EN m / m	Nº DEL CRISTAL
10/10	TONO 6
15/10 Y 20/10	TONO 7

Fuente: Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Politécnica de Valencia

4.4. PANTALLAS DE SOLDADURA- OXICORTE PARA PROTECCIÓN FACIAL

Las pantallas de soldadura son el soporte físico en el que han de ir encajados los filtros y cubrefiltros de soldadura, además de ofrecer una protección adicional a la cara además de los ojos.

Existen diversos modelos a elegir, desde las pantallas de soldadura de mano pasando por las pantallas de soldadura de cabeza hasta las pantallas de soldadura con casco incorporado.

Las pantallas de soldadura deben estar certificadas bajo la norma NTC 3610, y ésta, junto con la marca CE, debe encontrarse grabada en la propia pantalla.



Fuente: Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Politécnica de Valencia

5. PROTECCIÓN PARA LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Las mascarillas de protección para las vías respiratorias para labores de soldadura tienen por objeto proteger al usuario contra la inhalación de humos y gases tóxicos producidos durante las operaciones por lo que se requiere un filtro combinado.

La mascarilla deberá garantizar un ajuste hermético a la cara del portador, independientemente de que la piel esté seca o mojada y que su cabeza esté en movimiento.

Cuando la soldadura se efectúe en recintos cerrados de pequeñas dimensiones y sin ventilación (interior de silos, etc.) será necesario el uso de equipo de aire autocontenido.

Un filtro combinado es un filtro que elimina gases y vapores de tipos o grupos diferentes. En el caso de los filtros para labores de soldadura se tratará de un filtro combinado de tipo **OV/AG/P100**. Este tipo de filtros ofrece una protección combinada y separada a cada grupo de agentes.

Tipo OV: filtro de capacidad media para el empleo contra gases y vapores orgánicos.

Tipo AG: filtro de capacidad media para el empleo contra gases y vapores inorgánicos ácidos, excluyendo el CO.

Tipo P100: filtro de elevada capacidad para el empleo contra partículas sólidas y aceitosas, y neblinas.

Debe exigirse la utilización de mascarillas y filtros de protección para labores de soldadura a todo el personal que esté efectuando tareas en las que se deba realizar cualquier tipo de soldadura, tanto al arco eléctrico como oxiacetilénica y operaciones de oxicorte siempre que la soldadura o el corte se efectúe en recintos cerrados de pequeñas dimensiones y sin ventilación (interior de silos, etc.).

5.1. TIPOS DE MASCARILLAS Y FILTROS DE PROTECCIÓN PARA LAS VÍAS RESPIRATORIAS EN SOLDADURA

En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplos de máscaras que pueden ser utilizadas para la realización de las labores de soldadura.



Fuente: <http://www.msanorthamerica.com/>

5.2. MANTENIMIENTO Y COMPROBACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

OPERACIÓN A REALIZAR	FECHA TOPE					
	Durante la puesta a punto	Antes del uso	Después del primer uso	6 meses	Cada 2 años	Cada 6 años
Limpieza y desinfección				²		
Funcionalidad e impermeabilidad				²		
Cambio válvula						¹
Cambio membrana de comunicación						
Cambio junta						¹
Comprobación de la rosca						
Control por el usuario						

Después de sustituir las partes esenciales que influyen en la permeabilidad, es esencial realizar una comprobación completa.

- 1) para equipos de reserva
- 2) sólo comprobaciones aleatorias para equipos empaquetados

Las mascarillas respiratorias utilizadas regularmente deben limpiarse y desinfectarse tantas veces como sea necesario. Los equipos deben desinfectarse antes de que sean utilizados por cualquier otro usuario distinto al habitual.

FUENTES CONSULTADAS

1. CCOHS. Base de Datos MSDS On line. Canada 2012.
2. Hawley, Gessner. Diccionario de Química y de Productos Químicos. Ediciones Omega. México. 1991. Página 11.
3. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Volumen R-S. Página 2310.
4. SEGURIDAD Y SALUD: INSTRUCCIONES OPERATIVAS. Instrucción Operativa IOP RF 06.GUÍA PARA ELECCIÓN DE PANTALLAS DE SOLDADURA . Universidad Politécnica de Valencia. 2003.
5. SEGURIDAD Y SALUD: INSTRUCCIONES OPERATIVAS. Instrucción Operativa IOP RF 12. CUÁNDO UTILIZAR MASCARILLAS Y FILTROS DE PROTECCIÓN PARA LAS VÍAS RESPIRATORIAS DURANTE LA REALIZACIÓN DE LABORES DE SOLDADURA .Universidad Politécnica de Valencia. 2003.
6. <http://www.thefabricator.com/xp/Fabricator/Articles/Welding/Wel02/02web513.xml>
7. http://internet.mtas.es/Insht/ntp/ntp_495.htm
8. http://internet.mtas.es/Insht/ntp/ntp_494.htm
9. www.paginadigital.org/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia

Nota: La información anterior se presenta de manera práctica, sencilla y orientadora, no es exhaustiva ni producto de nuestra propia investigación; intenta resumir temas específicos y está basada en fuentes consideradas veraces. Sin embargo, el lector no está eximido de obtener información suplementaria más avanzada y acatar o no la presente, depende exclusivamente del usuario. El autor no se hace responsable por las consecuencias derivadas de la aplicación de estas recomendaciones.

Fecha de emisión: 10 de abril de 2015

- Elaborado por:

CISTEMA – ARL SURA