OSALAN

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

EL SOLDADOR Y LOS HUMOS DE SOLDADURA

Erakunde autonomiaduna
Organismo autónomo del
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
Enplegu eta Gizarte Gaietako Saila
Departamento de Empleo y Asuntos Sociales

OSALAN

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea

Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

EL SOLDADOR Y LOS HUMOS DE SOLDADURA

Erakunde Autonomiaduna
EUSKO JAURLARITZA
Enplegu eta Gizarte Gaietako Saila

Organismo Autónomo del
GOBIERNO VASCO
Departamento de Empleo y Asuntos Sociales

Edición: Mayo 2009

Tirada: 5.000 ejemplares

© OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales
Organismo Autónomo del Gobierno Vasco

Internet: www.osalan.net

Edita: OSALAN. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales
Cº de la Dinamita, s/n, Cruces-Barakaldo (Bizkaia)

Autor: Jesús María Rojas Labiano.
Técnico Prevención Riesgos Laborales.
OSALAN. Centro Territorial de Gipuzkoa.

Colaboradora: Alazne Azpiroz Unsain.
Técnico Prevención Riesgos Laborales.
OSALAN. Centro Territorial de Gipuzkoa.

Agradecimientos: A la Unidad de Salud Laboral de Osalan de Gipuzkoa
por su valioso asesoramiento prestado en la realización de este trabajo.
Al personal de las empresas:
- Construcciones Metálicas ULA, S.L. (Zizurkil)
- DOMUSA, S.Coop. (Erregil)
- EREDU, S. Coop. (Legorreta)
- Grupo SARRALLE. (Azpeitia)
- Laboratorio Higiene Analítica de OSALAN. (Barakaldo)
- SYME Suministros Erausquin, S.L. (Astigarraga)
- Talleres Filber, S.L. (Bergara)
- Unarte Soldadura, S.A. (Eibar)

Por su colaboración en la toma de fotografías.

Fotocomposición: Helvética Publicidad S. L.

Impresión: Gráficas Irudi S. L.

ISBN: 978-84-95859-56-3

Depósito Legal: VI-358/09

NOTA: Existe un libro equivalente en euskera cuyo título es “Soldatzailea eta soldaduraren keak”.

PRESENTACIÓN

OSALAN es consciente de que los trabajadores juegan un papel decisivo en la tarea común de la prevención de los riesgos laborales, y de que su participación será tanto más eficaz, cuanto más habituados estén en relacionar su quehacer diario con la posible repercusión negativa que puede representar para su salud el hecho de no realizarlo en las condiciones adecuadas.

Para ello, evidentemente, es fundamental que estén bien informados sobre los riesgos característicos de su trabajo y convenientemente formados en la aplicación de las medidas de prevención que corresponde aplicar para eliminarlos o, cuando esto no sea posible, minimizarlos.

Con este objetivo se ha elaborado la presente publicación, sencilla pero a la vez rigurosa, dirigida expresamente al amplio colectivo de trabajadores constituido por los soldadores, a los que se pretende ofrecer una información básica sobre los riesgos relacionados con la exposición a los humos de soldadura, tanto en lo relativo a su identificación como a la actividad preventiva que corresponde desarrollar para su control.

Confiamos en que esta documentación sirva para enriquecer los elementos de juicio del soldador y, consecuentemente, pueda colaborar con los responsables de su seguridad y salud laborales con la efectividad deseable.

Pilar Collantes Ibáñez
Directora General de OSALAN

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN……7

1.- ¿QUÉ SON LOS HUMOS DE SOLDADURA?.....8

2.- ¿QUÉ CONTAMINANTES PUEDEN EXISTIR EN LOS HUMOS DE SOLDADURA?.....9

3.- ¿DE QUÉ DEPENDE LA CANTIDAD DE HUMOS INHALADOS POR EL SOLDADOR?.....14

4.- ¿CÓMO PUEDEN AFECTAR A LA SALUD LOS HUMOS DE SOLDADURA?.....19

5.- ¿CÓMO PUEDE EL SOLDADOR INFORMARSE DE SUS RIESGOS?.....24

6.- ¿CÓMO PUEDEN CONTROLARSE LOS RIESGOS POR INHALACIÓN DE HUMOS DE SOLDADURA?.....28

7.- ¿QUÉ RECONOCIMIENTOS MÉDICOS DEBEN REALIZARSE AL SOLDADOR?.....37

8.- BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA……41

INTRODUCCIÓN

Hasta el siglo XIX el único método efectivo de unir piezas metálicas era el que seguía el herrero mediante la fragua, el yunque y el martillo. Fue a principios de ese siglo cuando se introdujo el soplete oxiacetilénico y a finales cuando se hicieron los primeros balbuceos con la soldadura eléctrica.

Desde entonces se han logrado espectaculares avances tecnológicos que han ido perfeccionando los resultados, hasta llegar a nuestros días en los que se han consolidado procedimientos de soldadura muy diversos: MIG, MAG, TIG, láser, plasma, haz de electrones, etc.

Sin embargo, todos estos procesos siguen basándose en el mismo principio de siempre: elevar la temperatura del punto de unión hasta conseguir el reblandecimiento o fusión del metal, de forma que al enfriarse se forme una masa de unión mecánicamente homogénea, o en el caso de que lo que se pretenda sea cortar la pieza, las partes queden separadas.

Esto conlleva irremisiblemente la generación de humos y gases, que en adelante se englobarán bajo el término **"humos de soldadura",** cuya inhalación puede conducir a trastornos de la salud, como intoxicaciones agudas y enfermedades profesionales, de muy diversa naturaleza dependiendo de las condiciones particulares de cada trabajo: tipo de soldadura, materiales soldados, continuidad de la exposición, calidad de la ventilación, etc.

El objetivo principal de este trabajo es facilitar información a los trabajadores que realizan su labor en el amplio campo de la soldadura y el oxicorte, cualquiera que sea su situación particular de trabajo, que les permita tener una orientación básica sobre los riesgos debidos a la exposición a estos contaminantes y sobre las medidas de prevención que corresponde aplicar para controlarlos satisfactoriamente.

Para ello, se ha considerado oportuno exponer el tema abordándolo desde siete preguntas clave que son contestadas sintetizadamente en cuadros resumen al inicio de cada capítulo y de forma más desarrollada a lo largo de éstos. Para una posible ampliación de la información se incluye un octavo capítulo con referencias bibliográficas fácilmente accesibles y recomendadas de forma específica en cada uno de los cuadros resumen referidos.

Se hace la observación de que se trata de un estudio monográfico sobre la exposición a humos de soldadura, por lo que no se contemplarán el resto de los riesgos característicos de estos trabajos, tales como la exposición a radiaciones ópticas, quemaduras, explosiones, riesgos eléctricos, proyección de partículas, manipulación de cargas, ruido, etc.

1 ¿QUÉ SON LOS HUMOS DE SOLDADURA?

Los humos de soldadura son una **mezcla de partículas y gases** generados por el fuerte calentamiento de las sustancias presentes en el entorno del punto de soldadura o de oxicorte.

Estas sustancias son fundamentalmente:

- Las piezas a soldar.
- Los posibles recubrimientos superficiales de estas piezas.
- Los materiales de aporte utilizados en el proceso de soldadura.
- El aire en la zona de soldadura y su posible contaminación.

Ampliación de la información en las referencias: Cap. 8 - [14] [15] [17].

Los humos de soldadura se forman por el calentamiento y la descomposición de los materiales presentes junto al punto de operación.

2 ¿QUÉ CONTAMINANTES PUEDEN EXISTIR EN LOS HUMOS DE SOLDADURA?

Contaminantes más frecuentes en los humos de soldadura	Tabla 1: Procedentes del **metal base de las piezas** soldadas. Tabla 2 : Procedentes del **recubrimiento de las piezas** soldadas. Tabla 3 : Procedentes de los **materiales de aporte** usados en el proceso de soldadura. Tabla 4 : Procedentes del **aire y de sus posibles impurezas.**
Ampliación de la información en las referencias: Cap.8 - [14] [15] [17].	

Tabla 1

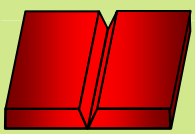
	**CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL METAL BASE DE LAS PIEZAS**	
Operaciones	**Metales base más frecuentes**	**Contaminantes característicos Óxidos de:**
Soldadura, corte, vaciado, relleno, etc. por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del material base de la pieza.	Aceros al carbono.	Hierro. Manganeso.
	Aceros aleados.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel.
	Acero inoxidable.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel.
	Aluminio.	Aluminio.
	Bronces. *(Según tipos)*	Cobre. Estaño. *(Níquel. Plomo. Zinc. Berilio.)*
	Latón. *(Latones aleados)*	Cobre. Zinc. *(Estaño. Manganeso. Plomo.)*
	Aleaciones cobre-berilio.	Cobre. Berilio.
	Plomo.	Plomo.

Tabla 2

CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL RECUBRIMIENTO DE LAS PIEZAS

Operaciones	Recubrimientos más frecuentes		Contaminantes característicos
Soldadura y corte por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del recubrimiento de la pieza.	Recubrimientos metálicos.	Galvanizado.	Óxido de zinc. Óxido de plomo.
		Cromado.	Óxidos de cromo.
		Niquelado.	Óxido de níquel.
		Cobreado.	Óxido de cobre.
		Cadmiado.	Óxido de cadmio.
	Recubrimientos con pinturas, barnices, resinas, plásticos, etc.	Todos.	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono. Mezclas complejas **(*)** de descomposición de productos orgánicos.
		Pinturas en general.	Óxidos de los metales de sus pigmentos.
		Pinturas con minio.	Óxido de plomo.
		Pinturas con cromatos.	Óxidos de cromo, plomo y zinc.
	Impregnación de las piezas con residuos de fabricación.	Fluidos de corte. Aceites antioxidantes.	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono, Acroleína, Mezclas complejas de descomposición de productos orgánicos.
		Disolventes clorados: Tricloroetileno, Percloroetileno, etc.	Fosgeno.
Montaje y desguace de equipos con aislamiento de amianto mediante soldadura y oxicorte.			Amianto.

(*): Las pinturas, barnices, etc. poliuretánicos, conocidos como ”de dos componentes”, pueden desprender isocianatos. Otros tipos pueden generar formaldehído.

Tabla 3.

CONTAMINANTES PROCEDENTES DE LOS MATERIALES DE APORTE

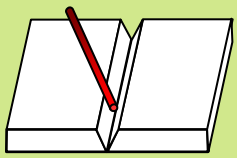
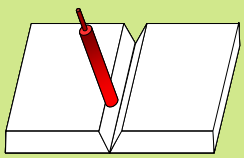
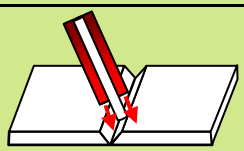
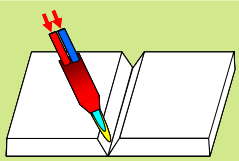
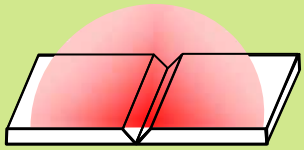
Materiales de aporte	Tipo de soldadura		Contaminantes característicos
 Varilla o alambre desnudo	Con soplete (“Autógena”,”oxigás”, “oxiacetilénica”).		Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plomo, plata y cadmio.
	TIG; MIG; MAG.		Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxido de cobre cuando el hilo va recubierto de este metal.
	Soldaduras blandas *(Con resina de colofonia)*		Según los casos: Óxidos de estaño, plata, plomo y cobre. (Formaldehído).
 Electrodo revestido	Manual al arco eléctrico. -- Tipo de revestido.	Todos.	Óxidos de hierro y de manganeso
		Ácido.	Sílice amorfa.
		De rutilo.	Óxido de titanio.
		Básico.	Fluoruros.
		Celulósico.	Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO_2)
		Grafito cobreado.	Óxido de cobre. Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO_2)
		Otros especiales.	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, plomo, níquel y cromo.
 Gas de protección	MAG. En su caso: MIG; TIG; Plasma.		Cuando se aporta anhídrido carbónico: Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO_2).
 Gases de combustión.	Oxigás.		Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y anhídrido carbónico (CO_2).
	Oxiacetilénica (con acetileno obtenido del carburo cálcico).		Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.
Fundente, Flux, Decapante, Termita.	Electrodo sumergido.		Fluoruros.
	Uso de decapantes ácidos.		Fluoruros, cloruros.
	Uso de bórax, carbonatos.		Óxidos alcalinos.
	Aluminotermia.		Óxidos de aluminio y de hierro.

Tabla 4

	**CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL AIRE Y DE SUS POSIBLES IMPUREZAS**	
Operaciones	**Contaminantes característicos**	**Reacciones que los originan**
Todas, pero especialmente: Soldadura, corte y calentamiento con llama.	Óxidos de nitrógeno.	Oxidación del nitrógeno del aire.
Soldaduras al arco eléctrico: Electrodos, TIG, MIG, plasma, etc. especialmente trabajando con piezas de aluminio.	Ozono.	Acción de las radiaciones ultravioleta sobre el oxígeno del aire.
Todas (Cuando el aire está contaminado con disolventes clorados).	Fosgeno.	Descomposición de los disolventes clorados: tricloroetileno, percloroetileno, etc., procedentes, por ejemplo, de instalaciones de desengrase próximas, secado de piezas, etc.

CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE LAS TABLAS 1, 2, 3 y 4

Supongamos que se trata de un soldador que está realizando trabajos de calderería consistentes en soldar chapas de acero al carbono, con un equipo de soldadura eléctrica semiautomática por el procedimiento MIG, utilizando hilo continuo de 1,2 mm de diámetro, recubierto de cobre, con atmósfera protectora de gas ATAL compuesto por un 85% de argón y un 15% de CO_2 (anhídrido carbónico).

Soldadura en calderería pesada.

Veamos qué contaminantes pueden estar presentes en los humos de soldadura.

1º. Contaminantes procedentes del material base de las piezas

En la Tabla 1, en su primera fila localizamos nuestras piezas que son de acero al carbono y vemos que se desprenderán óxidos de hierro y de manganeso. Estos óxidos, como todos los metálicos, estarán en forma de humos visibles.

2º. Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas

Generalmente en calderería pesada las piezas no tendrán ningún recubrimiento o a lo sumo alguna pintura rojiza a base de óxidos de hierro, pero para que nos resulte más ilustrativo, supongamos que en este caso se encuentran pintadas con pintura de protección contra la corrosión, a base de cromato de plomo (amarillo) y cromato de zinc (verde).
En la Tabla 2, en la 9ª fila encontramos que se producirán humos de óxidos de cromo, de plomo y de zinc.

3º. Contaminantes procedentes de los materiales de aporte

En nuestro caso estamos realizando dos tipos de aporte, el hilo como material de soldadura y el ATAL como gas de protección.
En la Tabla 3, en la 1ª figura vemos que en la soldadura MIG, debido al hilo se generarán óxidos de hierro, de manganeso y de cobre, y en la 3ª figura debido al CO_2 del ATAL, los gases CO (monóxido de carbono) y CO_2 (anhídrido carbónico).

4º. Contaminantes formados a partir del aire

En la Tabla 4, en las dos primeras filas nos encontramos que se formarán óxidos nitrosos y ozono, todos ellos en forma de gases.

Conclusión

Los humos de soldadura del caso planteado estarán constituidos básicamente por:

- *Partículas: óxidos metálicos de hierro, manganeso, cromo, plomo, zinc y cobre.*
- *Gases: anhídrido carbónico, monóxido de carbono, óxidos nitrosos y ozono.*

Observación

Una vez identificados estos contaminantes podremos conocer sus principales efectos en la salud localizándolos en la Tabla 6 del Capítulo 4, así como el tipo de reconocimientos médicos que les corresponden observando la tabla 8 del Capítulo 7, que en el caso planteado serán los indicados en las filas 1ª, 2ª y 4ª.

3 ¿DE QUÉ DEPENDE LA CANTIDAD DE HUMOS INHALADOS POR EL SOLDADOR?

La cantidad de humos que inhala el soldador depende básicamente de:

1.- La producción total de humos durante el trabajo.
2.- La posición del soldador con respecto al punto de soldadura.
3.- La ventilación.
4.- La pantalla de soldadura.
5.- La protección individual de las vías respiratorias.

Ampliación de la información en las referencias: Cap. 8 - [14] [15] [20].

1.- Producción total de humos

La cantidad de humos generados varía de unos procesos de soldadura a otros, y dentro de cada uno de ellos, depende de diversos factores, tal como se indica de forma básica en la Tabla 5 siguiente.

Ejemplo de variación por el tipo de proceso

Estañado de circuitos electrónicos.

Soldadura con electrodos revestidos.

Ejemplo de variación dentro de un mismo proceso

A mayor diámetro del electrodo (Ø), mayor índice de desprendimiento de humos (R)

En la figura: Ø = 2,5 - 3,2 - 4,0 mm.
R = 4 - 5 - 6.

<table>
<tr><th colspan="4">TABLA 5. VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE HUMOS EMITIDOS</th></tr>
<tr><th colspan="2">CONTAMINANTES</th><th colspan="2">FACTORES QUE AUMENTAN LA CANTIDAD DE HUMOS EMITIDOS</th></tr>
<tr><td colspan="2">Partículas y Gases</td><td colspan="2">- El tiempo efectivo de soldadura propiamente dicha.
- La cantidad de materiales de aporte consumida.
- La potencia calorífica aplicada: Intensidad de la corriente eléctrica, caudal de los gases de combustión, etc.
- Recubrimiento de las piezas con pinturas, barnices, plásticos, etc.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">Partículas
(Humos visibles)</td><td rowspan="3">- El punto de fusión de los metales que intervienen:
Cuanto más bajos, mayor emisión.</td><td><u>Ejemplos de Emisión alta</u>
Piezas cadmiadas. Cadmio: 321ºC
Piezas emplomadas. Plomo: 327ºC
Piezas galvanizadas. Zinc: 420ºC</td></tr>
<tr><td><u>Ejemplos de Emisión media</u>
Aceros al carbono:
Manganeso: 1.245ºC. Hierro: 1.535ºC</td></tr>
<tr><td><u>Ejemplos de Emisión baja</u>
Aceros inoxidables:
Níquel: 1.453ºC. Cromo: 1.939ºC</td></tr>
<tr><td colspan="2">- El diámetro del electrodo. Mínimo, los no consumibles (TIG).</td></tr>
<tr><td colspan="2"><td colspan="2">- El revestimiento del electrodo. En orden creciente:
Varilla desnuda → Ácido → Básico → Rutilo → Celulósico.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Gases
(Humos no visibles)</td><td>Gases nitrosos</td><td colspan="2">- Un soplete quemando “en vacío” produce más gases nitrosos porque toda la energía calorífica actúa sobre el aire, oxidando más intensamente su nitrógeno.</td></tr>
<tr><td>Monóxido y dióxido de carbono</td><td colspan="2">- En los procesos de soldadura MIG y MAG la generación de estos gases (CO y CO_2) será mayor contra más alta sea la proporción de anhídrido carbónido en el gas de protección.</td></tr>
<tr><td>Ozono</td><td colspan="2">- Cuanto más radiación ultravioleta se produzca, mayor será la cantidad de ozono generada, por ejemplo:
En los procesos TIG, MIG y MAG se produce más ozono que cuando se utilizan electrodos revestidos.
Cuando se trabaja con piezas de aluminio se genera más ozono que cuando se trata piezas de acero al carbono.</td></tr>
<tr><td>Fosgeno</td><td colspan="2">- Aumenta cuanto mayor sea la impregnación de las piezas con disolventes clorados y la concentración de éstos en el ambiente.</td></tr>
<tr><td>Otros gases</td><td colspan="2">- Cuanto mayor sea la cantidad utilizada de fluxes, fundentes, decapantes, etc. mayor será la generación de gases irritantes.</td></tr>
</table>

2.- Influencia de la posición del soldador

En la postura que adopta el soldador durante su trabajo hay dos aspectos de gran repercusión en la cantidad de humos inhalados:

- Su posición con respecto a la vertical del punto de soldadura.
- La distancia al punto de soldadura.

Influencia de la posición con respecto a la vertical del punto de soldadura

Cuando el soldador adopta una postura tal que su cara queda justo en la vertical del punto de operación, los humos inciden directamente sobre él y la cantidad de ellos que inhala es muy superior a cuando mantiene su cara apartada de la corriente ascendente de humos.

Vías respiratorias en la vertical del punto de soldadura.

Por ejemplo, cuando se unen dos chapas a nivel del suelo, con la cara sobre el punto de soldadura, la cantidad de contaminantes inhalada puede llegar a ser diez veces mayor que cuando se realiza una soldadura similar con las chapas en posición vertical y la cara frente al cordón de soldadura.

Influencia de la distancia de la cara del soldador al punto de soldadura

Cuanto más próxima esté la cara del operario del punto de soldadura, mayor será la cantidad de contaminantes inhalada, fundamentalmente por dos motivos:

1.- Los humos se generan en el punto de soldadura y su concentración disminuye a medida que se alejan de él, diluyéndose en el ambiente.

2.- Algunos gases que se forman en el punto de soldadura, tales como el CO (monóxido de carbono) por descomposición del CO_2 (anhídrido carbónico) del gas de aporte, y el O_3 (ozono) por oxidación del oxigeno del aire, vuelven a reconvertirse en CO_2 y oxígeno a poca distancia del punto de formación, disminuyendo y desapareciendo, respectivamente, su peligrosidad.

A este respecto hay que señalar que en muchas ocasiones, el operario se acerca en exceso al punto de soldadura para mejorar la visión por razones tan simples y evitables como la utilización de oculares filtrantes con mayor grado de protección que la necesaria, cristales sucios o picados, o la falta de una revisión reciente de la graduación adecuada de sus lentes correctoras.

3.- Influencia de la ventilación

La ventilación en los trabajos de soldadura es decisiva para limitar la inhalación de humos por el soldador.

Los humos afectan al soldador primeramente de forma directa e intensa por su proximidad al foco de generación, y posteriormente de manera más indirecta y moderada como consecuencia del aumento progresivo de la contaminación del ambiente general.

La intensidad de la inhalación directa del soldador dependerá de la calidad de la **ventilación localizada** instalada en su puesto de trabajo, mientras que la inhalación indirecta, debida tanto a sus operaciones como a las de otros posibles compañeros, será tanto menor cuanto más eficaz sea la **ventilación general** del local de trabajo.

Extracción localizada por campana móvil.

4.- Influencia de la pantalla de soldadura

La pantalla de soldadura representa un auténtico escudo protector del soldador contra la inhalación de humos, ya que intercepta el paso de éstos hacia sus vías respiratorias.

Su eficacia depende decisivamente del grado de ajuste que presente con la cara, cuello y pecho del usuario.

En general las pantallas “abatibles” prestan una protección mayor que las “de mano” y mayor aún si están equipadas con dispositivos de aporte de aire, lo que proporciona una pequeña sobrepresión en el interior de la pantalla que dificulta la entrada del aire contaminado.

Pantalla de mano.

Pantalla abatible.

5.- Influencia de la protección individual de las vías respiratorias

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias pueden contribuir a reducir la inhalación de los humos de soldadura, con un grado de eficacia dependiente de los contaminantes presentes, de su concentración y de las características del equipo de protección. A este respecto puede señalarse:

- Las partículas de los humos de soldadura pueden ser retenidas mediante equipos filtrantes marcados con los códigos correspondientes a los tipos P1, P2 y P3 (orden creciente de eficacia de retención), y el color blanco.

- Los vapores ácidos de cloruros y fluoruros pueden ser retenidos así mismo con equipos filtrantes, en este caso con los códigos E1, E2 y E3, y el color amarillo o, según indicación de los fabricantes, B1, B2 y B3, y el color gris.

Mascarilla filtrante. Detalle del marcado.

- Para el resto de los gases más habituales en los humos de soldadura puede decirse que no hay equipos filtrantes que resulten operativos, bien porque no proporcionan una eficacia suficiente para las exposiciones continuadas propias de los trabajos de soldadura, como ocurre con los gases nitrosos, ozono, fosgeno, etc. o bien porque no hay posibilidad técnica de fabricar filtros apropiados, como es el caso del monóxido de carbono y el anhídrido carbónico.

- Las anteriormente referidas pantallas de soldadura equipadas con un dispositivo de suministro de aire filtrado presentan la doble ventaja de que el elemento filtrante está en la espalda del soldador, con lo cual el aire a filtrar contiene una concentración de contaminantes sensiblemente inferior debido a su alejamiento del punto de soldadura, y por otra parte, no provocan resistencia al paso del aire a las vías respiratorias.

  Estas pantallas también pueden estar alimentadas con una línea de aire de calidad respirable suministrado por un equipo de compresión, o botellas de aire comprimido.

Pantalla con aporte de aire filtrado.

- Los equipos aislantes con aporte de aire respirable, es decir los autónomos con botellas portátiles, o los semiautónomos con manguera desde compresores o botellas fijas, resultan totalmente eficaces contra los humos de soldadura, tanto contra las partículas como contra los gases, pero en la práctica su uso queda restringido a condiciones muy especiales de trabajo: muy cortos periodos de exposición, espacios confinados, ambientes deficientes de oxígeno, etc.

4 ¿CÓMO PUEDEN AFECTAR A LA SALUD LOS HUMOS DE SOLDADURA?

La inhalación de humos de soldadura puede provocar diversos daños en la salud dependiendo de los contaminantes que contengan.

Los efectos más habituales son las **intoxicaciones crónicas** causadas por exposiciones continuadas a concentraciones moderadas de contaminantes, que pueden conducir a **enfermedades profesionales**.

En determinadas condiciones pueden producirse **accidentes de trabajo** por **intoxicaciones agudas** en exposiciones cortas a concentraciones muy elevadas de contaminantes.

En ambos casos la gravedad puede variar desde leves trastornos pasajeros hasta patologías graves, incluso con desenlace fatal.

Otros posibles efectos menos ligados a la severidad de las exposiciones son los **sensibilizantes**, los **cancerígenos** y los **teratógenos**.

Ampliación de la información en las referencias: Cap .8 - [5] [6] [9] a [12] [14] [15] [19] [21].

Introducción

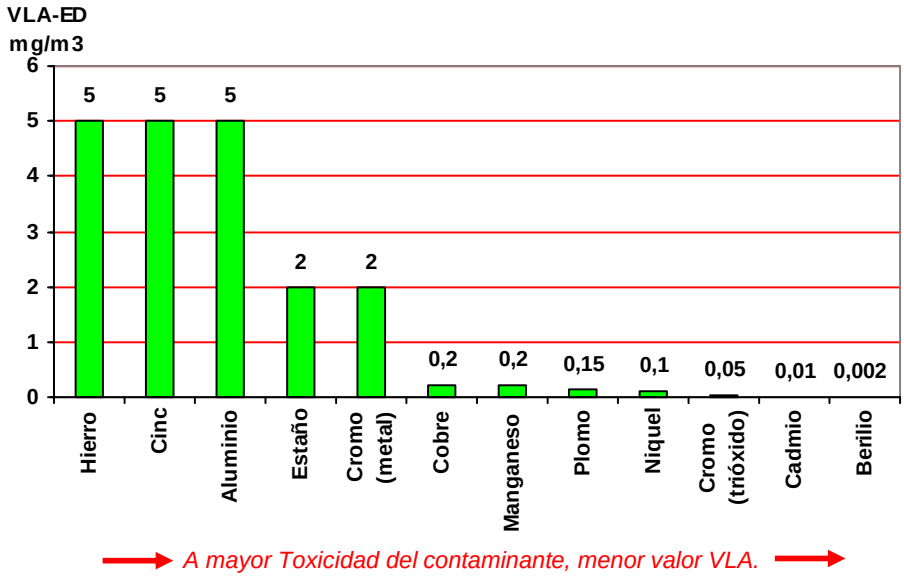
La inhalación de humos de soldadura puede ocasionar daños para la salud. Los órganos afectados y la gravedad de las lesiones dependen de los contaminantes presentes en los humos y de la cantidad inhalada.

Cada contaminante tiene asignada una concentración máxima en el aire, conocida como Valor Límite Ambiental (VLA), (*Ver gráfico 1 y ref. [12]*) por debajo del cual se considera que en base a los conocimientos actuales sobre su toxicidad, la mayoría de los trabajadores expuestos durante toda su vida laboral, no sufrirán trastornos en su salud. En la medida que se superen estos límites aumentarán las probabilidades de que los daños se manifiesten.

Para algunos de los contaminantes que pueden estar presentes en los humos de soldadura, tales como el cromo, el cadmio, los fluoruros y el monóxido de carbono, se dispone también de Valores Límites Biológicos (VLB), por lo que mediante análisis de sangre, orina o aire exhalado, pueden obtenerse datos de la exposición complementarios a los muestreos ambientales.

En la tabla 6 se indican los principales efectos perjudiciales derivados de la inhalación de los humos de soldadura, que para ofrecer una visión general los clasificaremos en: efectos agudos, crónicos, sensibilizantes, cancerígenos y teratógenos.

Gráfico 1. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL DE ALGUNOS HUMOS METÁLICOS DE SOLDADURA (AÑO 2009)



Efectos agudos

Se entiende como efectos agudos aquellos que sobrevienen por exposiciones a altas concentraciones de contaminantes, muy superiores a los Valores Límites Ambientales, durante cortos periodos de tiempo, que en el caso de los trabajos de soldadura podrían llegar a ser de una jornada laboral. Estos daños se corresponden con el concepto de "accidentes de trabajo" y los más comunes son:

Irritación del tracto respiratorio

Algunos metales como el berilio, cadmio, cobre, cromo y níquel irritan los tejidos, lo que puede dar origen a inflamaciones pulmonares (neumonitis) y acumulaciones de líquidos (edemas) de distinta gravedad según el metal y la severidad de la exposición.

Ciertos gases y vapores tales como los ácidos clorhídrico y fluorhídrico, la acroleína, el ozono, el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el fosgeno, provocan la irritación de las mucosas de las vías respiratorias y del tejido pulmonar, y dependiendo de su concentración y del tiempo de exposición, pueden ocasionar desde leves irritaciones pasajeras hasta, en casos especialmente desfavorables, la muerte por edema pulmonar.

En el caso de las cuatro primeras sustancias su acción irritante inmediata sobre ojos, nariz y garganta puede servir de alerta al soldador, por el contrario en el caso de las otras dos y en el de los metales anteriores, su inhalación puede pasar desapercibida no apareciendo los síntomas de la intoxicación hasta 24 horas después de la exposición.

Asfixia química

El monóxido de carbono (CO) y el monóxido de nitrógeno (NO) actúan sobre los glóbulos rojos de la sangre modificando su composición de forma que su función de oxigenación de los tejidos queda disminuida temporalmente, lo que provoca dolores de cabeza, aturdimiento y malestar crecientes conforme aumenta la dosis inhalada.

En condiciones extremadamente desfavorables, como podría ser trabajando en el interior de espacios confinados sin la ventilación adecuada, podría llegarse a la inconsciencia e incluso a la muerte por asfixia química.

Fiebre de los metales

Los humos metálicos, fundamentalmente los del zinc, pueden provocar la llamada *"fiebre de los metales"* caracterizada por fuertes temblores y otros síntomas similares a los de la gripe que se presentan durante la noche posterior a la exposición, y que normalmente remiten posteriormente sin dejar secuelas.

Efectos crónicos

Se consideran efectos crónicos aquellos que se presentan como consecuencia de largos periodos de exposición a concentraciones moderadas de contaminantes, generalmente por encima de los Valores Límites Ambientales.

Estos efectos son los más característicos de la inhalación de todo tipo de humos de soldadura y se manifiestan tras largos años de trabajo, incluso finalizada la vida laboral, debido a su acumulación progresiva en el organismo o al proceso de deterioro de los órganos afectados. Estos daños, de naturaleza y gravedad variables, se corresponden con el concepto de "enfermedad profesional". *(Ver tabla 7).*

Efectos crónicos sobre el sistema respiratorio

Las finas partículas que forman los humos de soldadura pueden penetrar hasta la zona más profunda de los pulmones y a lo largo del tiempo llegar a causar daños de muy distinta relevancia que van desde neumoconiosis benignas con leves sobrecargas pulmonares, como es el caso del hierro, que incluso pueden remitir, hasta graves fibrosis pulmonares como las causadas por el berilio.

La exposición continuada a gases y vapores irritantes puede conducir a patologías bronco pulmonares crónicas, como en el caso de los fluoruros.

Efectos crónicos sobre otros órganos

Ciertos metales, tales como el berilio, cadmio, cobre, manganeso y plomo, y gases como los ya referidos anteriormente, monóxido de carbono (CO) y monóxido de nitrógeno (NO), se disuelven en la sangre pulmonar y se distribuyen por todo el organismo pudiendo llegar a originar deterioros progresivos en diferentes órganos como estómago, riñones, corazón, hígado, huesos, sistema nervioso, etc.

Efectos sensibilizantes

Se dice que una sustancia es sensibilizante cuando después de exposiciones a ella, más o menos prolongadas o intensas, se origina una hipersensibilidad hacia la misma, de forma que posteriores mínimas exposiciones desencadenan reacciones fisiológicas adversas características, muy superiores a las que en principio cabría esperar.

Los humos de soldadura, dependiendo de las características del proceso seguido, pueden contener algunas de estas sustancias sensibilizantes capaces de actuar fundamentalmente sobre el sistema respiratorio, siendo el asma su efecto más común.

En los "Límites de exposición profesional", ref. [12], las sustancias sensibilizantes van acompañadas de una nota que indica su condición.

Efectos cancerígenos

En los humos de soldadura, dependiendo de los procesos, pueden estar presentes sustancias potencialmente cancerígenas tales como las señaladas en la tabla 6.

Los conocimientos actuales no permiten definir con suficiente certeza el carácter cancerígeno de los humos de soldadura en general, por ello el I.A.R.C. (Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer) los clasifica en el grupo 2B, correspondiente a los agentes *"posibles cancerígenos para los humanos*". Sí hay estudios epidemiológicos que indican que los cánceres bronco pulmonares se dan con mayor incidencia entre los soldadores que entre la población general, en una relación de 14 a 10, aunque sin llegar a distinciones entre los diferentes procesos de soldadura.

Un agente cancerígeno a tener muy en cuenta es el amianto, al cual los soldadores pueden estar expuestos en trabajos de soldadura y oxicorte en operaciones de mantenimiento y desguace de equipos calorifugados con este material, tales como tuberías, hornos, calderas, barcos, vagones etc. durante los cuales se desprenden fibras de amianto con demostrada capacidad para provocar mesoteliomas pleurales y otros tipos de cánceres pulmonares. *(Estos trabajos deben ser autorizados de forma específica por la Autoridad Laboral. R.D. 396/2006, referencia [10] del capítulo 8).*

Efectos teratógenos

Se consideran sustancias teratógenas aquellas que pueden perjudicar el desarrollo del feto durante el embarazo. En los humos de soldadura tienen esta propiedad el plomo y el monóxido de carbono, y posiblemente el cadmio y el pentóxido de vanadio.

Tabla 6 (Orientativa) **Efectos patológicos característicos de algunos contaminantes frecuentes en los humos de soldadura**

Contaminantes (En los metales se incluyen sus óxidos)	Irritación tracto respiratorio	Neumoconiosis	Asma	Suboxigenación celular	Daños en otros órganos	Enfermedad específica	Cancerígeno	Teratógeno	Radioactivo	Referencias bibliográficas del Capítulo 8 en las que se indican estos efectos
Acroleína	21									
Aluminio	21	13	13							
Amianto	21	13/21				13	12/21			
Anhídrido carbónico					21					
Antimonio	21	13			21					
Bario	21	13			21					
Berilio	12/21	13			21	13	12/21			
Cadmio	21				21		12/21	12		
Cloruros	21		13							
Cobalto	21	13/21	13/21				21			
Cobre	21				21					
Colofonia	21		13/21							
Cromo	21		13/21		21		12/21			
Dióxido de nitrógeno	21		13		21					
Estaño	21	13/21				21				
Fluoruros	21		13		21	21				
Formaldehído	21		13				12/21			
Fosgeno	21									
Isocianatos	12/21		13/21				12			
Hierro	21	13/21				13				
Manganeso	21				21	21				
Monóxido de carbono				21	21			12/21		
Monóxido de nitrógeno	21			21						
Níquel	21		13/21				12/21			
Ozono	21		21		21					
Plomo					13/21	13		12/13/21		
Titanio		OIT								
Torio	21				21		21		19 **(*)**	
Vanadio	12/21	13	13		21		21	12/21		
Zinc	21		13/21		21					

(*): Los electrodos para soldadura TIG con código WT contienen Torio, sin trascendencia en los humos, pero si debe considerarse en su afilado y manipulación. (Ver NTP 770 de la Ref. [19]).

Tabla 7 HUMOS DE SOLDADURA Y ENFERMEDADES PROFESIONALES			
REFERENCIAS EXPRESAS A ACTIVIDADES DE SOLDADURA EN EL CUADRO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES APROBADO POR EL R.D. 1299/2006 (*)			
Actividades mencionadas	**Enfermedades indicadas**		**Código**
Soldadores	Rinoconjuntivitis		4 I 01 26
	Urticarias, angiodemas		4 I 02 26
	Asma		4 I 03 26
	Alveolitis alérgica extrínseca		4 I 04 26
	Síndrome de disfunción de la vía reactiva		4 I 05 26
	Fibrosis intersticial difusa		4 I 06 26
	Fiebre de los metales		4 I 07 26
	Neumopatía intersticial difusa		4 I 08 26
Trabajos de soldadura y corte	Enfermedades causadas por Óxido de carbono (CO)		1 T 01 04
Soldadura de arco	Enfermedades causadas por Óxidos de nitrógeno		1 T 03 01
Soldadura y oxicorte de aceros inoxidables	Enfermedades causadas por Cromo III		1 A 04 13
	Enfermedades causadas por Níquel		1 A 08 09
	Neoplasia maligna de cavidad nasal	Por cromo VI	6 I 01 13
		Por Níquel	6 K 01 08
	Neoplasia maligna de bronquio y pulmón	Por Cromo VI	6 I 02 13
		Por Níquel	6 K 03 08
	Cáncer primitivo de etmoides y de los senos de la cara	Por Níquel	6 K 02 08
Soldadura de objetos de plomo o sus aleaciones	Enfermedades causadas por Plomo		1 A 09 02
Estañado con aleaciones de Plomo	Enfermedades causadas por Plomo		1 A 09 03
Trabajos con soplete de materias recubiertas con pinturas plumbíferas	Enfermedades causadas por Plomo		1 A 09 11
Soldadura con compuestos de Mn	Enfermedades causadas por Manganeso (Mn)		1 A 06 06
Soldadura con electrodos de Mn	Enfermedades causadas por Manganeso (Mn)		1 A 06 15
Soldadura y oxicorte de piezas con Cadmio	Enfermedades causadas por Cadmio		1 A 03 06
	Neoplasia maligna de bronquio, pulmón y próstata		6 G 01 06
Soldadura con Antimonio	Enfermedades causadas por Antimonio		1 B 01 03
	Enfermedades causadas por Antimonio		4 J 01 03
Utilización de acroleína en la soldadura de piezas metálicas	Enfermedades causadas por Aldehídos		1 G 01 11
Soldadura de piezas que hayan sido limpiadas con hidrocarburos clorados	Enfermedades causadas por Oxicloruro de carbono (Fosgeno)		1 T 02 06

(*) Para una información más precisa consultar el R.D. 1299/2006, fuente de estos datos. *(Ver cap. 8, ref. [5])*

5 ¿CÓMO PUEDE EL SOLDADOR INFORMARSE DE SUS RIESGOS?

Los riesgos del soldador por inhalación de humos de soldadura dependen de la composición de los materiales que utiliza y de las condiciones en las que desarrolla su trabajo.

- Datos sobre la composición de los productos utilizados pueden obtenerse en sus:
  - **Etiquetas de los envases.**
  - **"Fichas de datos de seguridad".**
  - **Certificados de fabricación y de calidad. Fichas técnicas.**
- Los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, así como su prevención, deben estar precisados en la:
  - **Evaluación de riesgos** del puesto de trabajo del soldador.

Ampliación de la información en las referencias: Cap. 8 - [1] [2] [5] [6] [8] a [12] [19].

Según lo visto en los capítulos anteriores, los riesgos de un soldador concreto vendrán determinados por:

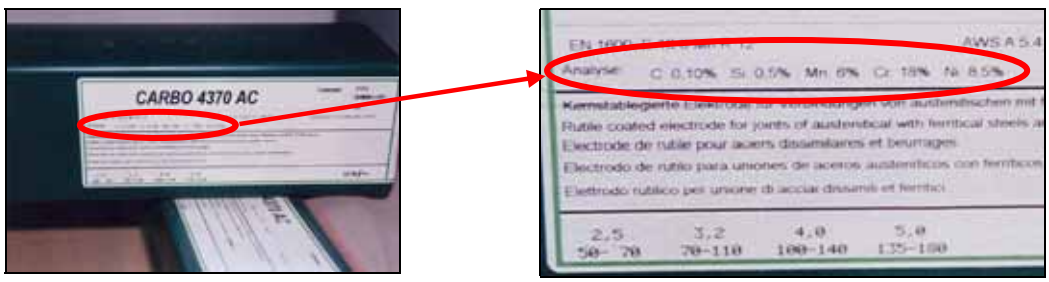
- Los contaminantes a los que está expuesto, lo que fundamentalmente dependerá de la **composición de los materiales** que utilice.
- La cantidad de estos contaminantes que llegue a inhalar, que dependerá del resto de las **condiciones de trabajo**.

Composición de los materiales empleados

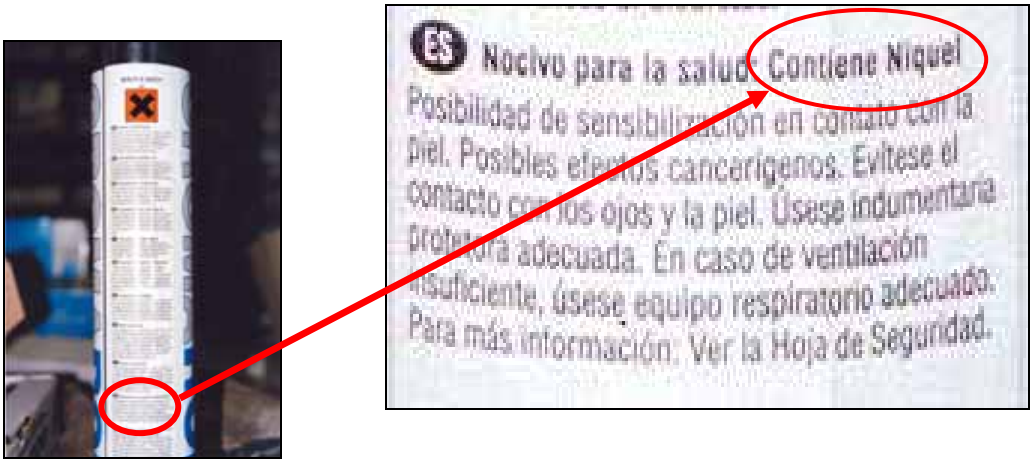
La información sobre la composición de los materiales empleados puede obtenerse a través de:

El etiquetado.

En las etiquetas de los envases de los electrodos, varillas de aporte, fundentes (fluxes), antiadherentes, etc., es cada vez más habitual que se indiquen sus componentes más significativos incluyendo las frases de riesgos que les corresponden.

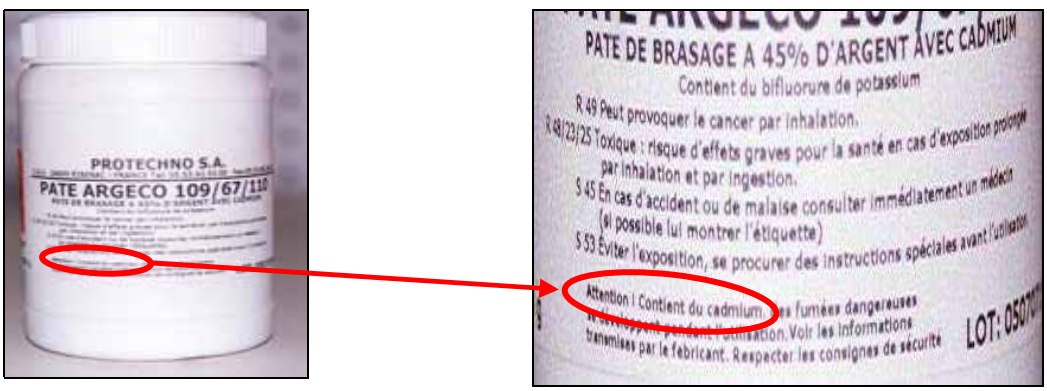


Datos sobre la composición de los electrodos, en su caja.



Advertencia sobre posibles efectos cancerígenos por su contenido de níquel en un envase de electrodos.

En el caso concreto del cadmio, es legalmente obligatorio (R.D. 255/2003. Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. Anexo V. Apartado B.6) que en la etiqueta de los envases de los productos de soldadura que lo contengan figure ***"¡Atención! Contiene cadmio. Durante su utilización se desprenden vapores peligrosos. Véase la información facilitada por el fabricante. Seguir las instrucciones de seguridad."***



Advertencia sobre el contenido de cadmio en una pasta de soldadura.

Las "Fichas de datos de seguridad"

Estas fichas, a veces denominadas "Hojas de datos de seguridad", son facilitadas por los suministradores de los productos y entre otras informaciones de prevención, contienen las concentraciones de las sustancias catalogadas como peligrosas en la reglamentación correspondiente al etiquetado.

Resultan especialmente válidas para la mayoría de los productos auxiliares de soldadura, tales como los citados fundentes (fluxes) y antiadherentes.

Así mismo son muy útiles para los casos en que las piezas a soldar vengan impregnadas con lubricantes de mecanización, residuos de desengrasantes, e incluso puede ser un recurso en el caso de piezas pintadas o plastificadas.

FICHA DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO

SECCIÓN 2 – COMPOSICION E INGREDIENTES

COMPOSICIÓN APROXIMADA DE LOS ELECTRODOS REVESTIDOS

	%Mn	%Ni	%Cr	% Mo	% V	grafito	CaCO3	CaF2	Mg	Si &SiO2	Silicato	TiO2	Fe
C-10	0.6	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
C-10P	0.6	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
C-13	0.6	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
R-10	0.5	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
R-15	0.5	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
B-10	1	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
X-99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X
B-80	13	3	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
B-83	0.9	-	3.2	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X
B-84	0.5	-	7	0.5	0.5	-	X	X	X	-	X	-	X
B-85	1.1	-	35	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X
X-41	-	98	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X
X-44	-	53	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X
X-48	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X
R-60	0.7	10	19	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X
R-63	0.8	12	19	2.5	-	-	X	X	-	-	X	X	X
R-65	0.8	13.5	23	2.5	-	-	X	X	-	-	X	X	X
R-67	1.2	21	26	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X
R-91	1.8	10	30	-	-	-	X	X	-	-	X	X	X

X SIGNIFICA MATERIAL PRESENTE

Información sobre la composición de electrodos en una Ficha de datos de seguridad.

Los certificados de fabricación y de calidad. Fichas técnicas.

Estos documentos pueden indicar la composición de las piezas a soldar, las varillas de aporte, los hilos de soldadura, los electrodos y en su caso, los gases empleados en la soldadura.

Aleaciones que NO contienen plomo.
En respuesta al incremento de la conciencia a la protección ambiental y la entrada de la nueva legislación, [redacted] ofrece una completa gama de estaños libres de plomo aptos para todas las aplicaciones. Ver tabla inferior:

Código	Sn% Estaño	Cu% Cobre	Ag% Plata	Sb% Antimonio
99C	Resto	0,45 a 0,9	-	-
97C	Resto	2,5 a 3,5	-	-
96S	Resto	-	3.5 a 4,0	-
95A	Resto	-	-	4,5 a 5,5
TIN	100	-	-	-
TSC	95,5 a 96,0	0,5 a 1,0	3,3 a 4,0	-
98S	98	-	2	-
SAC3	**Resto**	**0,5…0,7**	**2,8…3,2**	**-**

Información sobre la composición de hilos de estañado en una ficha técnica.

Condiciones de trabajo

Los datos básicos anteriores sobre la composición de los materiales están al alcance directo del propio soldador, pero la valoración precisa de cómo los humos de soldadura pueden llegar a afectarle, por el contrario, exige un estudio por parte de Técnicos Superiores de Prevención, con la especialidad de Higiene industrial, en el que se contemplen todas las condiciones de trabajo que puedan repercutir en la naturaleza y cantidad de contaminantes inhalados.

En la realización de este estudio **resulta muy importante la colaboración del soldador,** ya que puede aportar información imprescindible sobre sus condiciones de trabajo, bien conocidas por él, tales como:

- Sistema o sistemas de soldadura y corte con los que trabaja habitualmente.
- Severidad de las soldaduras: diámetros de electrodos, intensidades de corriente, caudales de gases, etc.
- Cantidades utilizadas de materiales de aporte, como por ejemplo, rollos de hilo o cajas de electrodos consumidos semanalmente.
- Posturas de trabajo: verticalidad y distancia respecto al punto de soldadura.
- Tipos de materiales soldados: clases de aceros, aluminio, chapa galvanizada, chapa cadmiada, latón, cobre, piezas pintadas o plastificadas, etc.
- Características de los materiales de aporte utilizados: electrodos, hilos continuos, varillas, fundentes, antiadherentes, etc.
- Trabajos en condiciones especialmente desfavorables, aún en el caso de que sean muy poco frecuentes: recintos cerrados o semicerrados, interior de piezas huecas, piezas con residuos de disolventes clorados del tipo del tricloroetileno y el percloroetileno, etc.
- Posibles diferentes condiciones de ventilación según los trabajos.
- Posibles diferentes tipos de pantallas utilizadas: de mano, abatibles, con aporte de aire, etc.
- Periodicidad y duración de cada una de las condiciones anteriores.

Esta información resulta esencial para una correcta "**Evaluación higiénica**" de la exposición a los humos de soldadura, ya que permitirá al técnico que la realiza la identificación de los contaminantes, su muestreo ambiental y si fuera necesario, biológico, la comparación de las concentraciones encontradas y sus respectivos tiempos de exposición con lo establecido en los límites de exposición profesional (VLA y VLB) y a la postre, proponer las medidas de prevención que corresponda aplicar en función de los resultados obtenidos.

Esta "**Evaluación higiénica"** debe estar integrada en la "**Evaluación de riesgos"** del puesto de trabajo del soldador.

Dado que la legislación vigente exige que los trabajadores participen en estas evaluaciones y estén informados de sus resultados, artículo 18 Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales *(Ver referencia [1] del capítulo 8)*, éste será un buen sistema para que el soldador conozca con precisión sus riesgos relacionados con la inhalación de humos de soldadura, así como las medidas preventivas que corresponda aplicar para su control.

6 ¿CÓMO PUEDEN CONTROLARSE LOS RIESGOS POR INHALACIÓN DE HUMOS DE SOLDADURA?

Para lograr un control eficaz de los riesgos por inhalación de humos de soldadura es necesario aplicar actividades preventivas **tanto por el empresario como por el soldador**.

Las medidas preventivas consistirán en:

1.- Actuaciones sobre el foco contaminante:
- Eliminación o sustitución de contaminantes.
- Aplicación de procesos de soldadura con menor contaminación.

2.- Actuaciones sobre la propagación de los contaminantes:
- Ventilación localizada.
- Ventilación general.

3.- Actuaciones sobre el propio soldador:
- Equipos de protección individual.

4.- Buenas prácticas del soldador:
- Colaboración en la prevención.
- Información y formación preventivas.

Ampliación de la información en las referencias: Cap. 8 - [1] [2] [7] a [10] [12] [14] a [20].

Introducción

Los riesgos por inhalación de humos de soldadura pueden considerarse razonablemente controlados cuando las concentraciones de contaminantes a las que se encuentra expuesto el soldador, son manifiestamente inferiores a los límites de exposición profesional a agentes químicos vigentes actualizados[12].

Aún así, siempre se perseguirá conseguir la eliminación de las exposiciones, y si ello no es posible, su reducción a los niveles mínimos que permitan los recursos disponibles y los conocimientos técnicos existentes en cada momento.

Las medidas preventivas que corresponderá aplicar en cada caso particular para alcanzar estos objetivos, dependerán de los resultados de la Evaluación de Riesgos realizada en cada puesto de trabajo concreto, pero con carácter general pueden señalarse las siguientes actividades preventivas, que básicamente corresponderá aplicar al empresario, pero que también exigirán la colaboración decidida del propio soldador.

1. ACTUACIÓN SOBRE EL FOCO CONTAMINANTE

1.1.- Eliminación o sustitución de contaminantes.

Siempre que sea posible, se eliminarán los contaminantes o se sustituirán por otros menos peligrosos. Como posibles ejemplos pueden citarse:

- La exposición al fosgeno por descomposición de disolventes clorados puede evitarse eliminando la presencia de éstos en el punto de soldadura:
  - Desengrasando las piezas con detergentes y no con disolventes clorados.
  - No introduciendo las piezas en la zona de soldadura hasta su secado total.
  - Evitando la contaminación ambiental de la zona de soldadura con vapores de disolventes clorados procedentes de las operaciones de desengrase.
- Los humos producidos por la descomposición de aceites y fluidos de corte, de los que en ocasiones llegan impregnadas las piezas a la soldadura, pueden evitarse limpiándolas previamente.
- La presencia de metales de elevada peligrosidad en los humos de soldadura, tales como cadmio, plomo, berilio, torio, etc. puede eliminarse o reducirse con una correcta selección de los electrodos, fundentes, materiales de aporte, etc.

1.2.- Aplicación de procesos de soldadura de menor contaminación.

Siempre que sea posible se seleccionarán los procesos menos contaminantes, por ejemplo:

- En los trabajos de calderería de corte de chapa, los humos que se producen en el oxicorte convencional pueden reducirse efectuando el corte con láser, y eliminarse con el corte con chorro de agua a alta presión.

- La soldadura al arco mediante electrodos revestidos (MMA), para una misma carga de trabajo, produce mayor cantidad de humos que la semiautomática con hilo continuo (MIG o MAG).

- La soldadura de acero inoxidable con electrodo no consumible de tungsteno (TIG), genera una cantidad de humos sensiblemente inferior a la realizada con electrodo consumible revestido.

- La soldadura robotizada y el oxicorte en mesas automatizadas con control numérico permiten que el soldador no esté directamente expuesto a los humos de soldadura.

Soldadura robotizada.

2. ACTUACIÓN SOBRE LA PROPAGACIÓN DE LOS CONTAMINANTES. VENTILACIÓN

Mediante la ventilación deben conseguirse dos objetivos:

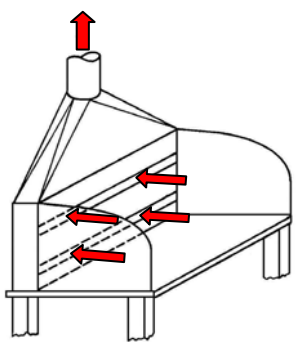
- El primero y fundamental es evitar al máximo que los humos recién generados se dirijan a las vías respiratorias del soldador. Para ello normalmente será necesario aplicar la **Ventilación localizada**.
- El segundo es evitar que en el ambiente general del local lleguen a alcanzarse concentraciones significativas de contaminantes. Esto se conseguirá mediante la **Ventilación General**.

2.1. Ventilación localizada

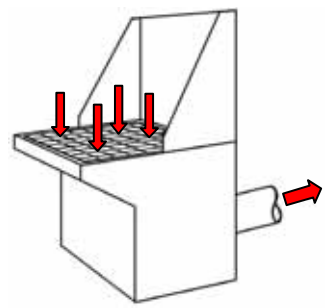
La ventilación localizada consiste en crear corrientes de aire que actúen directamente sobre el foco de contaminación, generalmente aspirando los humos de soldadura, lo que se conoce como *"extracción localizada",* o más raramente en casos especiales, expulsándolos hacia una zona sin exposición lo que se denomina *"ventilación por dilución o por soplado"*.

La extracción localizada es el método básico para solucionar los problemas de contaminación por humos de soldadura, existiendo diferentes sistemas de aplicación, cuya selección depende de las características de las condiciones de trabajo: proceso de soldadura; dimensiones, geometría y ubicación de las piezas; frecuencia de las operaciones; etc., pudiendo señalarse como más habituales los siguientes:

2.1.1.- Mesas de soldadura con aspiración



Mesa con aspiración frontal.



Mesa con aspiración inferior.

Cuando el soldador realiza su trabajo sobre una mesa fija, operando repetitivamente sobre piezas que por sus dimensiones y pesos pueden manejarse manualmente, la ventilación más adecuada suele consistir en instalar en el fondo de la mesa, frente al operario, una campana de aspiración de ranuras de tiro horizontal.

La eficacia de captación depende en gran manera de la distancia de las ranuras de aspiración a los puntos de soldadura.

Cuando se trata de soldar piezas pequeñas, varillaje, mallados y similares, puede convenir utilizar mesas con la superficie de apoyo enrejillada, aplicando aspiración con tiro descendente a través de la misma.

2.1.2.- Cabinas de soldadura con aspiración

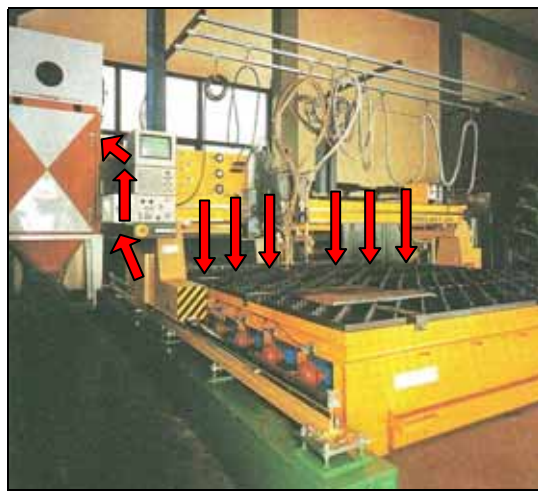
Cuando las características de las piezas y del trabajo a realizar no se prestan al uso de las mesas anteriores, pueden resultar efectivas las cabinas dotadas de aspiración en su fondo.

Lo fundamental es que mediante soportes giratorios o polipastos, puedan girarse las piezas de forma que el operario nunca suelde de espaldas al fondo aspirante, evitando así la exposición directa a la corriente de humos aspirados.

2.1.3.-Bancadas de oxicorte con sistema de aspiración

La aspiración se realiza a través de la rejilla de apoyo de la bancada, siendo más eficaz cuando actúa de forma selectiva sobre la zona en la que trabajan los mecheros en cada momento, lo que se logra mediante un sistema de apertura y cierre automático de las válvulas que dan paso a las diferentes zonas de la mesa bajo la parrilla.

En determinados métodos de corte, como el corte al plasma con las piezas sumergidas en agua, los humos pueden captarse mediante bocas de aspiración acopladas a las antorchas de corte.



Bancada de oxicorte con aspiración selectiva.

2.1.4.- Campanas móviles de aspiración

Campana móvil de aspiración con manguera con brazo articulado.

Las campanas de extracción móviles permiten situar su boca de aspiración de forma que actúe convenientemente sobre el punto de soldadura, bien mediante fijaciones magnéticas o bien gracias a brazos articulados acoplados al conducto traqueal con el están conectadas al ventilador, consiguiendo así una captación eficaz de los humos.

Las campanas de aspiración acopladas a ventiladores móviles pueden resultar eficaces cuando se opera en grandes estructuras en astilleros, calderería pesada, etc. especialmente en el interior de piezas huecas, cisternas cubas y espacios confinados en general, donde normalmente es necesario introducir aire limpio mediante ventiladores soplantes complementarios para asegurar una renovación adecuada de su ambiente interior.

Ventilación en un espacio confinado mediante extracción localizada.

2.1.5.- Boquillas de aspiración portadas por el soldador

Cuando las características de las piezas a soldar no permiten conseguir una captación satisfactoria de los contaminantes con los sistemas anteriores, puede recurrirse a la utilización de boquillas de aspiración portadas directamente por el soldador, acopladas a las boquillas de soldadura semiautomática, o a las pantallas de mano en la soldadura manual con electrodos.

Aspiración acoplada a la boquilla.

Aspiración acoplada a la pantalla.

2.2. Ventilación general

Como ya se ha dicho, la contaminación generada por las operaciones de soldadura debe controlarse mediante la ventilación localizada, impidiendo que los humos afecten directamente al soldador. No obstante, siempre es de esperar que parte de estos humos se difundan al ambiente contaminándolo progresivamente en mayor o menor grado según las condiciones de trabajo y afectando a todo el personal presente en el local de trabajo.

Para mantener estos efectos en niveles aceptables es necesario recurrir a la ventilación general de los locales procurándoles una renovación del ambiente total acorde con el grado de contaminación que se pueda llegar a alcanzar.

En determinadas ocasiones bastará con un buen sistema de ventilación natural, pero dado que su eficacia está condicionada a factores no controlables, fundamentalmente los climatológicos como dirección del viento, temperatura exterior, etc. en general será necesario disponer de un sistema de ventilación mecánica adecuado.

La ventilación mecánica se basa en conseguir una renovación del ambiente total del local mediante corrientes de aire estratégicas creadas mediante ventiladores que extraigan el aire interior, introduzcan el aire exterior, o produzcan una combinación de ambos efectos. Estos ventiladores pueden estar instalados de forma aislada en techos y paredes, o estar integrados en sistemas de conducciones de distribución.

Conviene señalar que una buena parte de la contaminación general de los locales podría evitarse con un adecuado diseño inicial de los puestos de trabajo, contemplando aspectos tales como:

- Selección de un local de dimensiones adecuadas.
- Distribución favorable de los puestos de soldadura.
- Aislamiento de la sección de soldadura del resto de puestos de trabajo.

Sistema de ventilación mecánica en una nave de soldadura.

3. ACTUACIÓN SOBRE EL PROPIO SOLDADOR. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Si los riesgos no han resultado satisfactoriamente controlados a pesar de haber agotado las posibilidades de actuación sobre el foco de contaminación y sobre la propagación de los contaminantes, queda como última medida preventiva establecer una barrera final ligada directamente al propio soldador constituida por los equipos individuales de protección de las vías respiratorias.

En la utilización de estos equipos deben tenerse en cuenta los siguientes principios básicos:

- Son un último recurso cuando el resto de las medidas técnicas han resultado inviables o no han resuelto suficientemente el problema.
- Se usarán con carácter complementario de ellas y no sustitutivo.
- La selección del tipo de protección a utilizar debe ir precedida de un estudio riguroso de los contaminantes presentes y de las condiciones de trabajo.

  En el capítulo 3, apartado 5, se han descrito las prestaciones que ofrecen los diferentes equipos de protección individual de las vías respiratorias frente a los humos de soldadura.
- Su uso normalmente está reservado a condiciones de trabajo especiales, por ejemplo, imposibilidad técnica de adoptar medidas de protección colectiva, operaciones de emergencias imprevistas, avería o periodo de instalación de dispositivos de ventilación, trabajos de mantenimiento esporádicos, etc.
- El tiempo de trabajo con ellos será el mínimo posible.
  En todo caso se deben establecer los periodos de uso continuado, que se recomienda que en ningún supuesto supere las dos horas, y de pausas, en función de la sobrecarga que representen para el sistema respiratorio y en su caso, del sobreesfuerzo físico que pueda suponer su utilización.
- Es imprescindible seguir estrictamente las instrucciones de uso que acompañan a los equipos.

Pantalla de soldadura asistida con línea de aire.

4. BUENAS PRÁCTICAS DEL SOLDADOR

Indiscutiblemente todas las medidas preventivas referidas anteriormente son básicas para el correcto control de los riesgos por inhalación de contaminantes, pero también es verdad que la actitud del soldador juega un papel decisivo en su propia protección, hasta tal punto que en la práctica muchas veces el éxito o fracaso de aquellas depende de sus hábitos de trabajo.

O dicho de otra manera, sean cuales sean las medidas de prevención técnicas de las que esté dotado su puesto de trabajo, el grado del riesgo por inhalación de humos de soldadura dependerá en gran medida del propio soldador.

Así por ejemplo, muy frecuentemente está en manos del soldador:

- Situar su cara paralela al punto de soldadura en lugar de sobre él, con lo cual puede reducir la inhalación de contaminantes hasta un 90%.
- Evitar acercamientos excesivos al punto de soldadura por visión defectuosa sustituyendo los oculares picados, graduándose la vista con la frecuencia adecuada, utilizando oculares filtrantes con el grado de protección correspondiente al trabajo realizado, etc. *(Ver cuadros 1, 2 y 3 siguientes)*
- No utilizar intensidades de corriente y caudales de gases superiores a los exigidos por la operación.
- Ajustar la pantalla de soldadura al pecho de forma que impida al máximo el paso de los humos y gases generados.
- Cuando se disponga de campanas móviles de extracción localizada de humos, situarla de forma continuada en la posición de máxima eficacia de captación.
- Cuando se trabaje en cabinas con aspiración, evitar siempre interponerse en el recorrido de los humos, situándose de cara al frente de aspiración, o si la forma de la pieza lo aconseja, de perfil, pero nunca de espaldas.
- Cuando se utilicen extractores o soplantes móviles, mantenerlos siempre en la posición y orientación de máxima eficacia.
- Cuando se utilicen equipos individuales de protección de las vías respiratorias, seguir estrictamente las instrucciones de uso y mantenimiento que les acompañan en sus embalajes: sustitución de filtros; ajuste facial; etc.
- En el caso de utilizar electrodos con torio en la soldadura TIG, afilarlos siempre con ventilación adecuada y no llevarlos en los bolsillos, ni utilizar sus restos como utensilios.
- Poner en conocimiento del mando que le encomienda las tareas y de las personas con responsabilidad en la prevención de riesgos laborales, cualquier incidencia que se sospeche que puede tener repercusión en las condiciones de exposición: anomalías en el funcionamiento de los sistemas de ventilación; variación en las condiciones de las piezas; modificaciones en los procedimientos de trabajo; condiciones de trabajo especiales; etc.

Indudablemente el soldador adoptará más eficazmente estas buenas prácticas cuanto **mejor informado** esté de sus riesgos y **más formado** en la aplicación de las medidas de prevención, ***información y formación*** que el empresario debe proporcionar al trabajador según se establece en los artículos 18 y 19 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. *(Ver referencia [1] del capítulo 8)*

Orientaciones para la elección del grado de protección de los filtros de soldadura

Datos basados en la Norma UNE-EN 169:2003, Anexo A informativo.

NOTA: En función de las condiciones de utilización puede utilizarse el grado de protección próximo más alto o más bajo.

Cuadro 1. GRADOS DE PROTECCIÓN RECOMENDADOS EN EL SOLDEO POR ARCO

Proceso	Intensidad de corriente, en Amperios																			
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600
Electrodos revestidos					8		9		10		11		12			13		14			
MAG						8		9	10		11		12			13		14			
TIG				8		9		10		11			12		13						
MIG con metales pesados								9		10		11			12		13		14		
MIG con aleaciones ligeras										10		11			12		13		14		
Resanado por arco-aire										10		11		12		13		14		15	
Corte por chorro de plasma									9		10		11		12		13				
Soldeo por arco micro-plasma			4		5		6		7		8		9		10		11		12		
Proceso	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600
	Intensidad de corriente, en Amperios																				

NOTA – El término “metales pesados” se aplica a aceros, aleaciones de acero, cobre y sus aleaciones, etc.

Cuadro 2. GRADOS DE PROTECCIÓN RECOMENDADOS EN EL SOLDEO POR LLAMA Y COBRE SOLDEO

Trabajo	Caudal de acetileno, en litros por hora.			
	70 ó menor.	De 70 a 200.	De 200 a 800.	Mayor que 800.
Soldeo por llama y cobre soldeo	4	5	6	7

Cuadro 3. GRADOS DE PROTECCIÓN RECOMENDADOS EN EL CORTE CON LLAMA

Trabajo	Caudal de oxígeno, en litros por hora.		
	De 900 a 2.000	De 2.000 a 4.000	De 4.000 a 8.000
Oxicorte	5	6	7

7 ¿QUÉ RECONOCIMIENTOS MÉDICOS DEBEN REALIZARSE AL SOLDADOR?

La prevención de los riesgos por inhalación de **humos de soldadura** requiere que en la vigilancia de la salud del soldador se incluyan determinados **protocolos específicos** para los contaminantes a los que pueda estar expuesto.

Estos protocolos deben ser **aplicados por el personal médico de los servicios de prevención** de las empresas, pudiendo comprender exámenes de diferente contenido y periodicidad, dependiendo de la composición de los humos a los que esté expuesto cada soldador.

La función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores que debe garantizar el empresario, está regulada fundamentalmente por la **Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención**.

Los reconocimientos médicos tienen el carácter de **obligatorios para el empresario**, y también **para el trabajador** en los casos en los que así esté establecido en una disposición legal.

Ampliación de la información en las referencias: Cap. 8 - [1] [2] [3] [4] [5] [9] [10] [13].

Objetivo de los reconocimientos médicos

En el Capítulo 2 hemos visto cómo los humos de soldadura pueden contener una amplia variedad de contaminantes dependiendo de los trabajos desarrollados, y en el Capítulo 4 se han indicado los posibles daños más característicos que cada uno de estos contaminantes pueden causar a la salud.

Con el fin de prevenir estos daños, el soldador debe ser objeto de una vigilancia de la salud por parte del personal sanitario de los servicios de prevención de su empresa, orientada a la detección precoz de enfermedades profesionales y al control de otros posibles efectos patológicos de los contaminantes concretos a los que esté expuesto.

Para desarrollar esta función los servicios de prevención necesitan conocer las condiciones de trabajo, los contaminantes presentes en el puesto y la severidad de las exposiciones de los trabajadores, para lo cual es fundamental disponer de una ***"Evaluación de Riesgos"*** del puesto de trabajo suficientemente precisa y, muy especialmente en nuestro caso, de la ***"Evaluación Higiénica"*** cuyas características ya se han definido en el apartado "Condiciones de trabajo" del capítulo 5.

Así mismo debe ser tenida en cuenta cualquier patología sospechosa de haber sido originada por las condiciones de trabajo, incluyendo posibles simples síntomas que puedan referir los propios trabajadores.

Las mujeres expuestas a humos de soldadura deben informar con la máxima prontitud de su embarazo a los responsables de la vigilancia de su salud a fin de prevenir posibles efectos adversos para el feto y en su caso, del lactante.

Reconocimientos médicos específicos para los soldadores

En base a lo referido en el anterior apartado, el personal médico de los servicios de prevención establecerá los protocolos de vigilancia de la salud que corresponda aplicar a cada trabajador en particular, definiendo en ellos los distintos reconocimientos médicos a realizar, tales como por ejemplo, la determinación de la capacidad pulmonar mediante espirometrías, el estado de las vías respiratorias mediante radiografías, el contenido de metales en sangre y orina, etc. así como su periodicidad, semestral, anual, bianual, etc.

En relación con la inhalación de humos de soldadura, tal como se indica en la tabla 8, actualmente se dispone de los siguientes protocolos aprobados por las autoridades sanitarias:

- Protocolos de aplicación general a todos los soldadores:
  - Protocolo *"Silicosis y otras neumoconiosis".*
  - Protocolo *"Asma laboral"*.

- Protocolos de aplicación a soldadores expuestos a ciertos contaminantes:
  - Protocolo *"Plomo".*
  - Protocolo *"Amianto"*.

Estos dos protocolos están establecidos por sendas normas reglamentarias.

Las pruebas, reconocimientos, controles, periodicidad, etc. que implican cada uno de estos protocolos pueden consultarse en la referencia bibliográfica [13] que se indica en el capítulo 8 siguiente.
En los casos de exposición a otros posibles contaminantes diferentes a los señalados, como pueden ser el cromo, el níquel, el cadmio, el cobre, etc. cuyos protocolos específicos se encuentran en periodo de elaboración, será el propio personal médico de los servicios de prevención el que determine el protocolo a aplicar según su criterio profesional.

Prueba de Espirometría.

Legislación

La obligatoriedad de la realización de los referidos reconocimientos médicos está establecida básicamente en los siguientes textos legales:

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, art. 22.- Vigilancia de la salud:

  1. *"El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.*

  Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento. De este carácter voluntario sólo se exceptuarán, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores… o cuando así esté establecido en una disposición legal…".

- R.D. 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención, art. 37. Funciones de nivel superior:

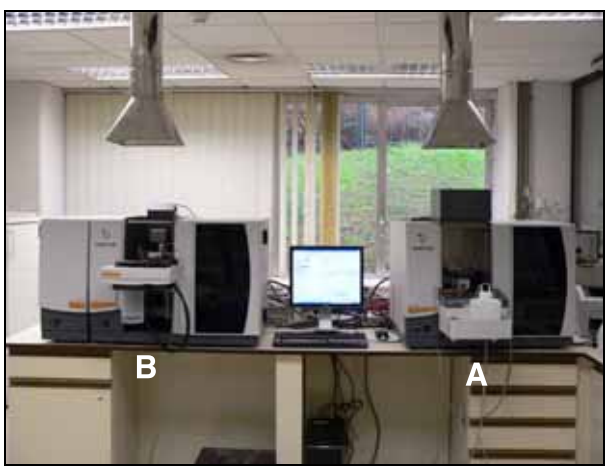
  3 - c) *"La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté expuesto el trabajador".*

- R.D.L. 1/1994, Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social, art. 196.- Normas específicas para enfermedades profesionales:

  1. "*Todas las empresas que hayan de cubrir puestos de trabajo con riesgo de enfermedades profesionales están obligadas a practicar un reconocimiento médico previo a la admisión de los trabajadores que hayan de ocupar aquéllos y a realizar los reconocimientos periódicos…"*

  2. *"Los reconocimientos serán a cargo de la empresa y tendrán el carácter de obligatorios para el trabajador, a quien abonará aquélla, si a ello hubiera lugar, los gastos de desplazamiento y la totalidad del salario que por tal causa pueda dejar de percibir".*

  3. *"Las indicadas empresas no podrán contratar trabajadores que en el reconocimiento médico no hayan sido calificados como aptos para desempeñar los puestos de trabajo de las mismas de que se trate…."*



Espectrofotómetros de absorción atómica para el análisis de metales en muestras biológicas (B) y ambientales (A).

- Decreto 306/1999 por el que regula las actuaciones sanitarias de los servicios de prevención en la Comunidad Autónoma de Euskadi, art. 10. Información sanitaria para los trabajadores:

  "Copia de la historia clínico-laboral será entregada, debidamente numerada y foliada, al trabajador a la finalización de la relación contractual, sin perjuicio de cuanta información pueda solicitar tanto durante la vigencia del mismo como a su finalización".

Tabla 8		
VIGILANCIA DE LA SALUD DEL SOLDADOR		
Reconocimientos médicos específicos del soldador según los contaminantes de los humos de soldadura a los que esté expuesto		
Exposición a contaminantes	**Origen característico de los contaminantes en los trabajos de Soldadura y Oxicorte**	**Protocolos específicos vigentes en la actualidad (Año 2008)**
Humos de soldadura (Todo tipo)	- Todos los procesos.	- Protocolo "Silicosis y otras neumoconiosis". (1) - Protocolo "Asma laboral". (1)
Plomo	- Soldaduras blandas. - Piezas galvanizadas. - Recubrimientos anticorrosión.	- Protocolo "Plomo". (1) (2)
Amianto	- Desguace de equipos aislados con amianto: barcos, vagones, tuberías calorifugadas, etc. - Montaje en áreas contaminadas.	- Protocolo "Amianto". (1) (3)
Otros contaminantes *(Ver tablas anteriores)*	- Procesos que originen exposición a los diferentes contaminantes. *(Ver tablas anteriores)*	- Protocolos a criterio del personal médico. (4)

(1): Protocolo aprobado por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.

(2): Artículo 6 y Anexo II del R.D. 374/2001 sobre Agentes Químicos.

(3): Artículo 16 y Anexo V del R.D. 396/2006 sobre Amianto.

(4): En tanto no existan protocolos específicos establecidos reglamentariamente, o aprobados por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.

Observación final

Se recalca que, al igual que en el resto de este trabajo, lo expuesto en este capítulo se refiere a la ***prevención de los riesgos laborales derivados exclusivamente de la inhalación de humos de soldadura****, por lo que obviamente la vigilancia de la salud de los soldadores deberá complementarse con los reconocimientos y actuaciones médicas correspondientes al resto de agentes a los que pudieran estar expuestos, tales como radiaciones ópticas ultravioleta, visibles e infrarrojas, ruido, manipulación manual de cargas, sensibilizantes dérmicos, etc.*

8 BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

NORMATIVA

[1] Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de **prevención de riesgos laborales**. (B.O.E. 269, 10/11).

[2] R D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el **reglamento de los servicios de prevención**. (B.O.E. 27, 31/1).

[3] R. D. L. 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la **Ley General de la Seguridad Social**. (B.O.E. 154, 29/6).

[4] Decreto 306/1999, de 27 de julio, por el que se regulan las **actuaciones sanitarias de los servicios de prevención** en la Comunidad Autónoma de Euskadi. (B.O.P.V. 59, 20/8).

[5] R.D. 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el **cuadro de enfermedades profesionales** en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. (B.O.E. 302, 19/12).

[6] R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a **agentes cancerígenos** durante el trabajo. (B.O.E.124, 24/5).

[7] R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de **equipos de protección individual**. (B.O.E. 140, 12/6).

[8] R.D. 1.215, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los **equipos de trabajo**. (B.O.E. 188, 7/8).

[9] R. D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los **agentes químicos** durante el trabajo. (B.O.E. 104, 15/5).

[10] R.D. 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al **amianto**. (B.O.E. 86, 11/4).

[11] Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y **etiquetado de sustancias peligrosas**. R. D. 363/1995, de 10 de marzo de 1995, y modificaciones posteriores. (B.O.E. 133, 5/6).

[12] **Límites de exposición profesional** para agentes químicos en España 2009. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

[13] Ministerio de Sanidad y Consumo. **Protocolos de vigilancia sanitaria** específica de los trabajadores: “Silicosis y otras neumoconiosis”, “Asma laboral”, “Plomo” y “Amianto”.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

[14] Riesgos en operaciones de soldadura. INSHT. 2004.

[15] Opérations de soudage à l'arc et decoupage. Guide practique de ventilation nº 7. ED 668. INRS .(Institut Nacional de Recherche et de Sécurité). París. 2007.

[16] Nota Técnica de Prevención NTP 7: Soldadura. Prevención de Riesgos Higiénicos. INSHT. 1982.

[17] NTP 494: Soldadura eléctrica al arco: normas de seguridad. INSHT.

[18] NTP 495: Soldadura oxiacetilénica y oxicorte: normas de seguridad. INSHT.

[19] NTP 770: Riesgos radiológicos del uso de electrodos de tungsteno toriados en la soldadura de arco (TIG). 2008.

[20] Guía orientativa para la selección y utilización de protectores respiratorios. INSHT.

[21] FISQ (Fichas Internacionales de Seguridad Química). INSHT.

Nota: Todas las referencias se encuentran en Internet, descargables gratuitamente salvo la [14].

OSALAN
Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea
Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales

SERVICIOS CENTRALES:

Camino de la Dinamita s/n
48903 Cruces-Barakaldo. BIZKAIA
Tel.: 94 403 21 90
Fax: 94 403 21 00

CENTROS TERRITORIALES:

C/Urrundi, 18
01013 Vitoria-Gasteiz, ARABA
Tel: 945 01 68 00
Fax: 945 01 68 01

Camino de la Dinamita s/n
48903 Cruces-Barakaldo. BIZKAIA
Tel.: 94 403 21 68
Fax: 94 403 21 07

Maldatxo Bidea, s/n
20012 Donostia-San Sebastián, GIPUZKOA
Tel.: 943 02 32 74
Fax: 943 02 32 51

www.osalan.net

Erakunde autonomiaduna
Organismo autónomo del

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

Enplegu eta Gizarte Gaietako Saila
Departamento de Empleo y Asuntos Sociales

9 788495 859563